

le magazine

1

DÉCEMBRE 2019

paris-sud science(s) et société



UNIVERSITÉ
PARIS
SUD

Comprendre le monde,
construire l'avenir

université
PARIS-SACLAY

MA MISSION LA PLUS FOLLE . FAITES VOS JEUX . FILONS DROIT ! . COMMENT ÇA VA LA SANTÉ ? . LA SCIENCE EN BULLES ; Ç'EST PHYSIQUE ! ...

PSSST !,
SE PRONONCE
« PSSITTE ! »
ET NON PAS
« PCHITTE » !



PSSST ! CET OLUNI

Pssst! C'est quoi? Un nouveau magazine suscitant – voire assouvissant – la curiosité du monde, en mode BD, reportage photo, reportage sur le terrain, portrait, articles courts, jeux. Surtout, ce magazine se décline en mode découverte de tous les savoirs, comme le droit, l'astrophysique, la cuisine moléculaire, la médecine, l'intelligence artificielle, le foot, l'anglais, la physique quantique, l'enseignement, les géosciences, l'histoire des sciences, entre autres.

Pssst!, qui se prononce « pssitte! » (et non pas « pchitte » !) pourrait rappeler comment nous nous interpellons « Pssst! viens-voir, il y a un truc intéressant! » quand nous sommes intrigués.

Vous avez en main ce premier numéro, un peu expérimental. Il a été conçu avec amour et passion par les équipes de l'Université Paris-Sud – et bientôt avec toute la communauté de l'Université Paris-Saclay – de la conception à la réalisation. Il a vocation à montrer la recherche, le savoir, la formation universitaire sous un nouveau jour: ludique, passionnant, décalé, sans se prendre au sérieux – même si les sujets le sont parfois – avec des illustrations et photographies de professionnels.

Notre ambition est de partager le savoir et les connaissances en train de s'établir dans nos laboratoires de recherche. Les universités, les grandes écoles et les organismes nationaux de recherche ont ainsi un rôle important à tenir dans le partage de tout type de savoir. C'est pourquoi nous avons créé **Pssst!** de l'Université Paris-Sud qui a vocation à devenir dès le prochain numéro celui de l'Université Paris-Saclay, cet OLUNI, objet lisible universitaire non-identifié.

Donnez-nous votre avis! Qu'aurez-vous aimé, apprécié, découvert dans ce numéro? Faites-le nous savoir. Nous travaillons d'ores et déjà à une suite, qui se voudra encore plus surprenante par la variété et la nature des sujets traités.

Avec **Pssst!**, la curiosité, contrairement à l'adage selon lequel elle serait un vilain défaut, est une belle qualité!

Pr Hervé Dole

Astrophysicien, Vice-Président en médiation scientifique, art, culture, société de l'Université Paris-Sud.

Pr Alain Sarfati

Président de l'Université Paris-Sud



VITE DIT

4-5



MERCI DE NOUS L'AVOIR POSÉE

Pourquoi la nuit est-elle noire? • 6-7

Qu'est-ce que le Bitcoin? • 8-9



FILONS DROIT !

Quels droits pour les IA? • 10-11



À TABLE !

Le blues du cordon bleu • 12-13
Tous en quête de l'étiquette • 14-15



COMMENT ÇA VA LA SANTÉ ?

Les bactéries sont-elles
nos amies pour la vie? • 16-17



DANS LE RÉTRO

Niels Steensen, vous connaissez? • 18-19



AU TABLEAU !

Un sacré coup de vieux • 20-21



ELEMENTARY MY DEAR WATSON

The economy of a victory • 22-23



FOCALE

Lab for Sims • 24 à 31



MA MISSION LA PLUS FOLLE

Rendez-vous en terre inconnue • 32 à 37



C'EST QUOI VOTRE MÉTIER ?

Rencontre avec Valérie Godard,
une sacrée fine lame • 38-39



C'EST PHYSIQUE !

La quantique au service
de la médecine • 40 à 45



LA SCIENCE EN BULLES

La science des bateaux • 46-51

FAITES VOS JEUX

De la magie dans les carrés • 52-55
Cabinet de curiosité • 56-57

ILS ONT COLLABORÉ À CE MAGAZINE

58-59



L'UNIVERSITÉ PARIS-SUD, 1^{RE} UNIVERSITÉ FRANÇAISE AU CLASSEMENT DE SHANGHAI

L'Université Jiao Tong de Shanghai a publié le 15 août 2019 son classement international des universités (ARWU, Academic Ranking of World University). Classée 37^e mondiale (en progression de 5 places par rapport au classement de 2018), 9^e en Europe et 1^{re} en France, l'Université Paris-Sud conforte sa position d'université de recherche intensive de rang international.

Ce classement global, confirme les bons résultats obtenus par l'Université Paris-Sud dans les classements thématiques. En mathématiques, l'Université est classée 5^e mondiale (2^e en France). En physique, Paris-Sud obtient la 9^e place mondiale (1^{re} en France). Enfin l'Université Paris-Sud est classée dans le Top 100 en chimie, statistiques et sciences des matériaux. Au 1^{er} janvier 2020, l'Université Paris-Sud devient Université Paris-Saclay qui devrait se positionner dans le TOP 20 des universités mondiales.



UN NANOMÉDICAMENT POUR SOULAGER LA DOULEUR SANS DEVENIR ACCRO

Actuellement, seuls la morphine et les opiacés de synthèse se montrent efficaces contre la douleur. Malheureusement, leurs effets secondaires et notamment les risques d'addictions sont importants. Les États-Unis sont ainsi particulièrement touchés avec 11 millions de patients dépendants et environ 175 décès journaliers à la suite d'overdoses.

D'où l'espoir que fait naître un nanomédicament antidouleur, développé par une équipe de l'Institut Galien Paris-Sud (Faculté de Pharmacie - Université Paris-Sud/CNRS). Ce nouveau médicament cible spécifiquement la zone d'inflammation douloureuse. Des recherches complémentaires sont désormais nécessaires avant de pouvoir entrer en phase clinique.

RETROUVEZ-NOUS SUR LE WEB

Les articles que vous allez découvrir dans ce magazine vous intéressent et vous avez envie d'en savoir plus ? Une solution pour cela : consulter le site web «science-société» de l'Université Paris-Sud/Université Paris-Saclay. Une rubrique dédiée au magazine vous permet de consulter des documents complémentaires, textes, vidéos, photos.

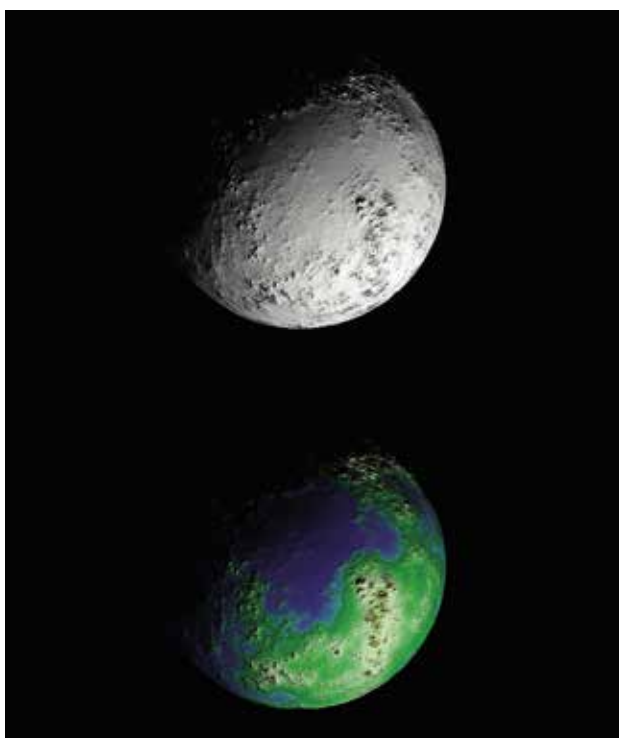
Vous y trouverez également la solution des énigmes. Et n'hésitez pas à vous promener dans les autres rubriques du site pour assouvir votre curiosité et pour connaître plein d'autres outils et événements de médiation scientifiques que l'Université vous propose.
www.sciencesociete.u-psud.fr
www.sciencesociete.universite-paris-Saclay.fr

EMBARQUEZ POUR UN VOYAGE PLANÉTAIRE SANS QUITTER VOTRE CANAPÉ

À quoi ressemble une exoplanète ? Pour l'instant, aucun instrument n'a réussi à imager des exoplanètes rocheuses, tant elles sont petites et lointaines. Pour la première fois, une équipe de chercheurs de GEOPS (Univ. Paris-Sud, Univ. Paris-Saclay/CNRS) et du Département de Physique de l'Université McGill (Montréal, Canada) a proposé une technique pour synthétiser numériquement des topographies réalistes des exoplanètes telluriques.

Muni de votre navigateur web, vous pourrez vous approcher et vous poser sur ces objets célestes synthétiques grâce à un outil de visualisation 3D en ligne (utilisable sur toutes les plateformes, y compris tablettes et téléphones) qui a été mis en place avec plusieurs exemples d'exoplanètes. Vous pouvez donc devenir un voyageur planétaire sans vous déplacer de votre salon !

<https://data.ipsl.fr/exotopo/>



LA «CATHÉDRALE DU VIVANT» BRÛLE AUSSI, POURQUOI NE FAISONS-NOUS RIEN ?

Sur les 8 millions d'espèces animales estimées sur la planète, « un demi-million à un million d'espèces devraient être menacées de disparition, dont beaucoup dans les prochaines décennies ». À quand une vraie mobilisation pour éteindre la perte dramatique de biodiversité partout dans le monde ? s'est demandé Franck Courchamp, Directeur de recherche CNRS, au laboratoire Écologie Systématique Évolution – ESE (Université Paris-Sud/CNRS/AgroParisTech) dans un texte publié sur The Conversation le 19 avril 2019

THE CONVERSATION: UN SITE D'INFOS À DÉCOUVRIR

« Éclairer le débat en donnant exclusivement la parole aux universitaires », telle est l'ambition du site d'actualités *The Conversation* dont l'Université Paris-Sud /Paris-Saclay est membre adhérent. *The Conversation* est un média en ligne collaboratif qui a pour objectif d'éclairer l'actualité par de l'expertise fiable, fondée sur des recherches et de faire entendre la voix des enseignants-chercheurs dans le débat citoyen.

www.theconversation.fr

POURQUOI LA NUIT EST-ELLE NOIRE ?

.....

Imaginons-nous la nuit. Les étoiles brillent. Pourquoi la nuit est-elle noire ? Cette question peut paraître saugrenue puisque durant la nuit, le Soleil étant couché, il n'y a pas de lumières dans le ciel. Vraiment ? D'innombrables étoiles constellent la nuit, et leur lumière nous parvient. Combien y a-t-il d'étoiles dans l'univers ? Hervé Dole, astrophysicien et Professeur à l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay nous apporte son éclairage.

Combien d'étoiles dans l'Univers ? Beaucoup, assurément. Si on imagine qu'il y a une infinité d'étoiles, toute leur lumière accumulée ne devrait-elle pas remplir l'univers, le rendant ainsi brillant, même la nuit ?

Ce paradoxe peut être résumé ainsi : la nuit est noire, mais une infinité d'étoiles devraient la rendre claire comme en plein jour. Connue aujourd'hui sous le nom de « paradoxe d'Olbers », il questionne les humains depuis au moins le XVI^e siècle.

Ce n'est pas un scientifique mais un poète qui apporta un premier élément de réponse, grâce à son intuition, au XIX^e siècle, époque où l'on considérait l'univers éternel et probablement infini. Edgar A. Poe, en 1848, écrit en substance que si les étoiles n'étaient pas éternelles, elles ne brilleraient que pendant une durée finie. Ainsi, elles n'émettaient pas assez de lumière qui, même accumulée, ne remplissait pas l'univers, garantissant ainsi une nuit noire. Le physicien Lord Kelvin démontrera avec brio cette intuition un demi-siècle plus tard. Même s'il ne connaissait pas le mécanisme physique responsable de la production de lumière des étoiles, Lord Kelvin donna une estimation qui permettait de prouver que les étoiles avaient une durée de « vie » finie. Le paradoxe était ainsi résolu : la nuit est noire car les étoiles, quoique nombreuses, ne rayonnent pas assez longtemps durant leurs vies pour suffisamment remplir l'univers.

Patatras ! Au début du XX^e siècle, les scientifiques dont Hubble découvrent l'expansion de l'univers : les galaxies (ensembles de milliards d'étoiles) s'éloignent de nous. D'autres scientifiques pensent alors au passé de l'univers. Si l'univers est aujourd'hui en expansion, dans le passé il devait certainement être plus dense ! Si nous remontons encore le temps, il devrait arriver un moment où l'univers est extrêmement « petit », et hyper dense, compact et chaud : c'est le modèle du Big Bang. Ce modèle prévoit que l'univers garde en mémoire cet épisode très chaud sous la forme de lumière diluée normalement visible même aujourd'hui. La nuit ne devrait-elle donc pas être noire ?

On a découvert depuis plus de 50 ans qu'en effet la nuit n'est pas noire, mais assez lumineuse de ce rayonnement fossile du Big Bang. Ce rayonnement n'est pas visible avec nos yeux, mais avec des télescopes et satellites spéciaux observant les ondes radio.

Au final, la nuit est bien noire pour nos yeux, car les étoiles ne brillent pas assez longtemps par rapport à l'âge de l'univers (et sont finalement assez peu nombreuses) pour illuminer le ciel. Mais la nuit est brillante d'un rayonnement issu des premiers instants de l'univers ! Cette question de la nuit noire, sous ses atours naïfs et simplistes, ouvre en fait un questionnement assez profond sur l'histoire et le contenu de notre univers.

On a découvert depuis plus de 50 ans qu'en effet la nuit n'est pas noire, mais assez lumineuse de ce rayonnement fossile du Big Bang.



Éditions Dunod, sept. 2017, 192 p,
16,90 €

PÉNURIE D'ÉTOILES
POUR LE BAIN
DE L'UNIVERS



GROUİK
GROUİK

13
Woon
Bennet

QU'EST-CE QUE LE BITCOIN ?

Le Bitcoin : une cryptomonnaie connue et controversée, pourtant obscure et incomprise.

Selon Jacques Baudron, chargé de cours en technologies virtuelles à l'IUT de Cachan, pour comprendre le Bitcoin, il faut tout d'abord comprendre la monnaie, et pour comprendre la monnaie, il faut comprendre son origine. À une époque, il n'existait pas de billets papier ou de pièces de monnaie, mais il existait des orfèvres. Les orfèvres étaient des artisans qui fabriquaient des objets à partir d'or.

Ils étaient donc dotés de coffres sécuritaires pour entreposer leurs matériaux, ce qui a attiré l'attention de riches marchands qui voulaient eux aussi mettre leurs métaux précieux en sécurité. Les orfèvres ont donc entreposé ces dits biens en échange d'une rémunération, puis ils ont produit un papier que ces marchands pourraient utiliser comme preuve que leurs métaux étaient entreposés dans ces coffres. Sous la présentation de ce papier, le marchand pouvait donc retirer une partie ou la totalité de ce qu'il avait entreposé.

Le système a bien évolué, mais le concept est toujours semblable à ce jour. Un billet ne représente plus une somme en or stocké : elle représente un équivalent général accepté auquel il faut faire confiance. En effet, un billet de dix euros n'est qu'un papier, mais ce papier a une valeur auprès de la société. Un billet de dix euros vaut donc dix euros, et des valeurs monétaires sont données à de la nourriture, des services, etc.

Les cryptomonnaies, comme le Bitcoin, ne sont pas des monnaies, c'est pourquoi elles portent plutôt le nom de cryptoactifs. Selon monsieur Baudron « ce qui fait la valeur d'un Bitcoin c'est exclusivement la loi de l'offre et de la demande », au contraire des monnaies qui ont des valeurs établies. De plus, l'un des critères importants pour qu'une créance soit considérée comme étant une monnaie c'est que sa valeur soit stable : ce qui n'est pas le cas avec les Bitcoins.

Les Bitcoins, contrairement aux monnaies, sont gérés par un système autonome qui n'est pas centralisé. Pour illustrer ce système, prenons par exemple une partie de

poker. À chaque tour, tout le monde prend en note qui parie quelle somme. Puis, ils comparent leurs notes. Ainsi, si quelqu'un tente de tricher ou se trompe, la majorité aura tout de même pris en note le bon montant. Ce faisant, tout le monde participe à ce que l'on nomme la « blockchain ». La blockchain se résume à une liste de tous les échanges de Bitcoin. Les blocs qui construisent cette chaîne sont ces notes prises par les utilisateurs.

Si par exemple Henry donne 5 Bitcoins à Alexia, les utilisateurs le prendront en note. Mais alors, s'il y a mille personnes qui prennent cet échange en note, comment faire pour choisir le bloc qui ira dans la blockchain ? C'est le concept de minage. Chaque utilisateur ayant noté cet échange pourra résoudre une énigme mathématique d'une somme préexistante générée de façon automatique par le système. Dans ce cas, la somme est connue, et il faut trouver l'équation. Par exemple, pour obtenir 10, on peut faire $5 + 5$, $5 + 2 + 3$, $6 + 4$, etc. Pour ce faire, les mineurs investissent régulièrement dans des superordinateurs capables de répondre à cette énigme en générant des milliers d'équations. La première personne qui résout l'équation voit son bloc ajouté à la chaîne. Et pourquoi font-ils cela ? Cette surveillance massive permet de protéger le système contre

Les cryptomonnaies,
comme le Bitcoin,
ne sont pas des monnaies,
c'est pourquoi elles
portent plutôt le nom
de cryptoactifs



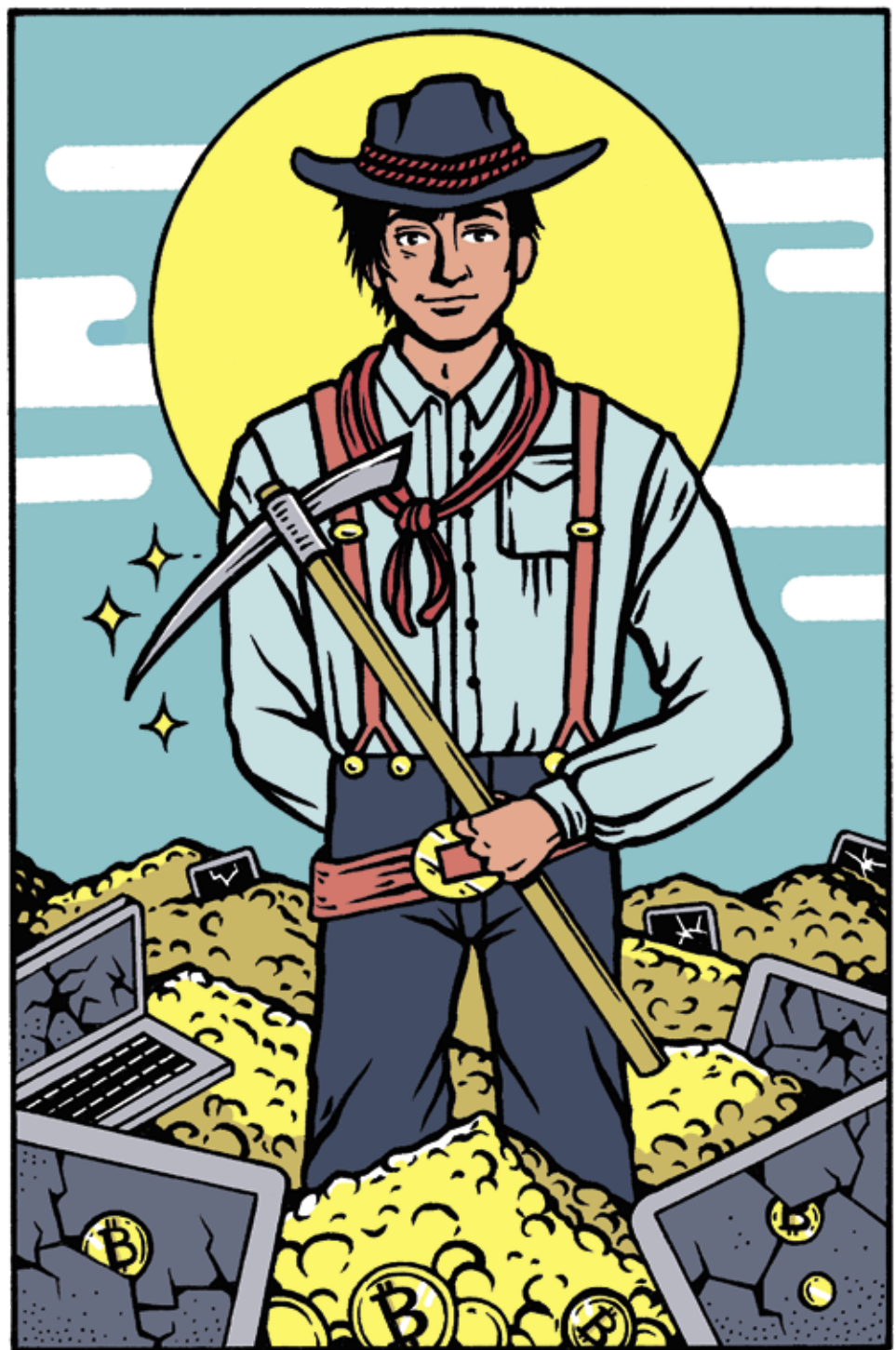
la fraude, et récompense les personnes qui ajoutent des blocs à la chaîne avec des Bitcoins fraîchement « minés », donc créés pour les payer.

Cependant, le nombre de Bitcoins créés par le minage diminue d'année en année. Le but c'est qu'il existe éventuellement un nombre limité de Bitcoins, ce qui ajoutera à leur valeur. Les estimations démontrent qu'en 2040, le dernier Bitcoin sera miné.

Alors, à quoi servent les Bitcoins ?

Pour chaque achat fait en ligne, les banques récupèrent une fraction du paiement. Les Bitcoins permettent d'éviter cet intermédiaire bancaire et parfois, de protéger contre la fraude. De plus, les Bitcoins permettent de participer à des ICO (initial coin offering). Des entreprises en construction se tournent de plus en plus vers les ICO pour amasser de l'argent via des levées de fonds. Les participants ayant participé à l'ICO obtiennent alors le service proposé pour moins chers.

C'est justement via ce système de collecte de fonds que le Bitcoin touche à l'économie selon monsieur Baudron qui ajoute que « l'intérêt de monter ainsi des fonds, c'est que c'est quelque chose qui est excessivement rapide. » Quelques heures peuvent suffire pour amasser le montant nécessaire pour créer un service ou un produit. C'est un système si populaire maintenant que l'AMF (Autorité des Marchés Financiers) a dû prendre en compte ce type de levée



de fonds pour protéger les internautes. Ce faisant, l'Autorité observe quels dossiers d'ICO sont complets et crédibles, et mettent de côté les dossiers comportant des lacunes. Le concept du Bitcoin est particulièrement intéressant. Il fait appel à un service décentralisé et permet des échanges rapides, de façon mondiale, sans l'entremise de banques. Cependant, sa valeur fluctue énormément et de façon imprédictible, ce qui peut rendre son utilisation problématique.

QUELS DROITS POUR LES IA ?

Les intelligences artificielles, algorithmes complexes dotés de la capacité à faire des tâches qui étaient réservées aux humains, sont-elles soumises aux mêmes lois que ceux qui les créent ?

Dans l'imaginaire collectif, les intelligences artificielles (IA) suscitent autant d'impatience que de crainte. Vont-elles se révéler être de parfaits auxiliaires et nous faciliter la vie quotidienne ou au contraire constituent-elles des menaces pour nos sociétés, voire pour notre propre intégrité physique ?

Selon Alexandra Bensamoun, Professeur de droit à l'Université de Rennes 1 et chercheuse associée à l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay (CERDI; www.cerdi.u-psud.fr), si nous sommes encore loin de créer une IA consciente qui réfléchit et évolue comme nous, l'essor actuel des IA nécessite de s'interroger sur la pertinence du droit et sur la nécessité d'élaborer de nouvelles règles.

Par exemple, on a tous vu qu'un tableau créé par une IA représentant le comte Edmond de Bellamy a été vendu il y a quelques mois chez Christie's pour plus de 400 000,00 dollars. Ce tableau constitue-t-il une œuvre de l'esprit, protégeable par le droit d'auteur ? Et dans ce cas, à qui appartiennent les droits ? Une mission sur l'IA et la culture, présidée par les Professeurs Alexandra Bensamoun et Joëlle Farchy, est d'ailleurs en cours au Conseil supérieur de la propriété littéraire et artistique (CSPLA), un organe de conseil du ministre de la Culture. Le rapport a été rendu en novembre 2019.

Autre exemple, celui des voitures autonomes. Selon la chercheuse, une nouvelle loi sera certainement nécessaire, car la législation actuelle repose essentiellement sur la responsabilité du conducteur. Or, lorsqu'il n'y a pas de conducteur, qui est responsable de la conduite ? Est-ce l'IA de la voiture, le fabricant de celle-ci ou la personne ayant conçu l'algorithme ? Ou peut-être l'utilisateur ? Plusieurs questions éthiques se posent également. Si la voiture venait à quitter la route, provoquant un accident mortel, quelles préférences « morales » lui enseigner ? La vie d'un enfant doit-elle être privilégiée à celle de deux vieilles personnes ? Assurément, ici, les réponses pourraient varier.

Certains évoquent également la possibilité de créer une personnalité juridique électronique. L'IA deviendrait alors elle-même responsable des dommages créés. Cependant, beaucoup de juristes sont contre cette solution : elle masquerait la responsabilité réelle des personnes ayant conçu l'algorithme. Et aujourd'hui, c'est plus une posture qui fait le « buzz » qu'une nécessité sociale et juridique.

Ce qui importe aujourd'hui, c'est de parler de l'IA, de se l'approprier pour ne pas se laisser imposer une technologie sans limite. Selon le Pr Bensamoun, « *il n'y a pas de vide juridique. Le droit est fait d'une telle façon qu'il a une capacité à se déployer aux nouveautés. Et si des lacunes apparaissent, le fait d'avoir réfléchi en amont nous permettra d'avoir du recul pour adopter de nouvelles règles.* »

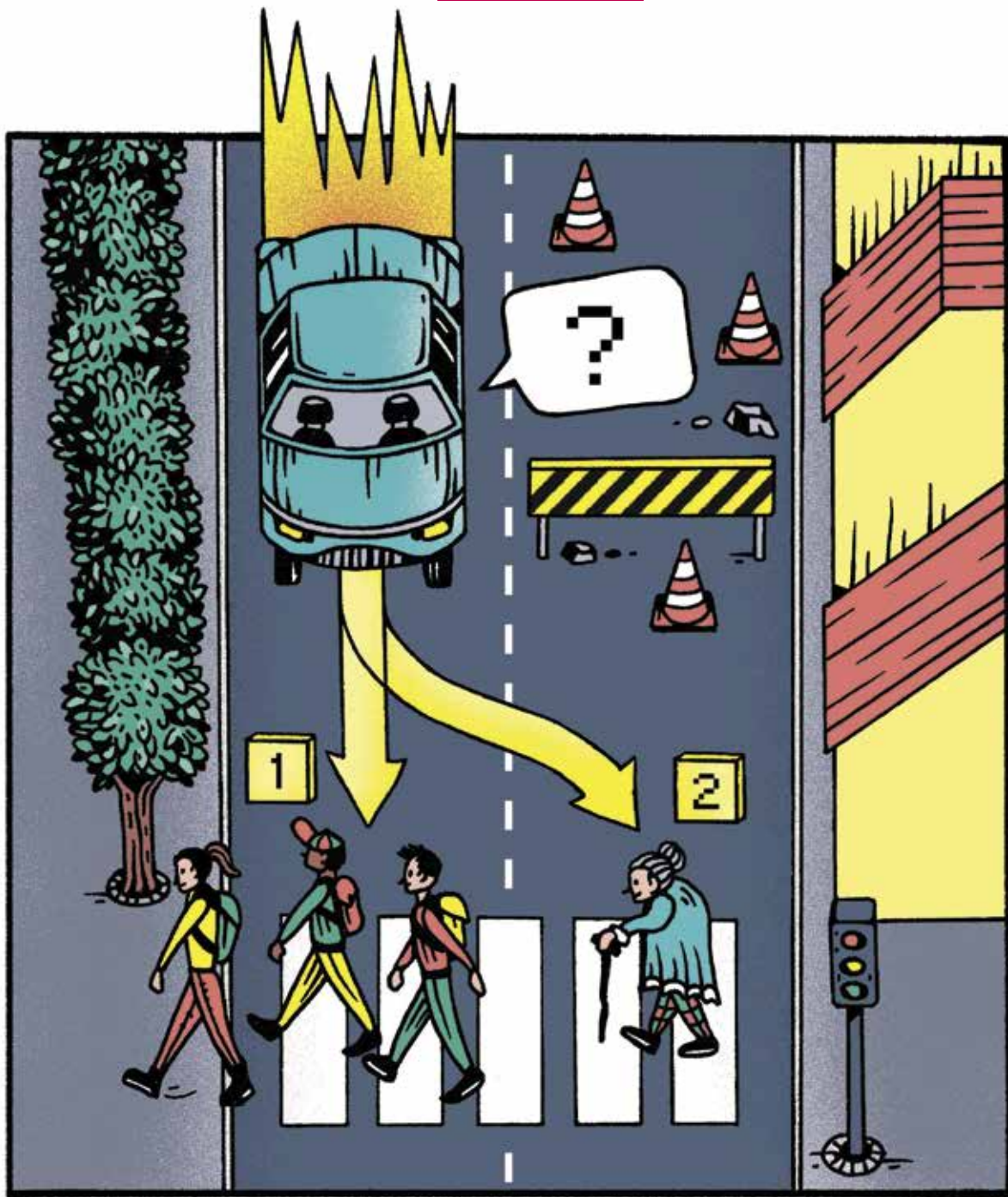
« *L'intelligence artificielle sera ce que l'Homme en fera* », conclut Alexandra Bensamoun.

Les IA font déjà partie de notre vie quotidienne depuis des années. Un moteur de recherche contient de l'IA : en se nourrissant des données que nous lui fournissons, il nous guide vers des sites plus adaptés à nos besoins. Autre exemple : celui des suggestions proposées par une plateforme vidéo comme Youtube qui sont basées sur les vidéos précédemment consultées. Là encore, il y a de l'IA.

Quelques exemples de services intégrant l'IA au quotidien



Éditions L.G.D.J.,
Collection Les Intégrales,
oct. 2019, 444 p, 79 €



Lorsqu'il n'y a pas de conducteur, qui est responsable de la conduite? Est-ce l'IA de la voiture, le fabricant de celle-ci ou la personne ayant conçu l'algorithme? Ou peut-être l'utilisateur?



À table!

LE BLUES DU CORDON BLEU

Cordon bleu, frites au four et sauce au choix (ketchup, sauce chinoise ou BBQ)... et pas moins (selon les marques choisies) de 50 ingrédients dont 20 additifs et arômes...

Analyse physico-chimique pleine d'humour de Raphaël Haumont, enseignant-chercheur à l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay et co-fondateur avec le Chef Thierry Marx du Centre Français d'Innovation Culinaire (CEFIC).

Ultra-transformés vs ultra-formulés

Le maïs est un aliment brut. On le cuit, on mange l'épi. Du maïs en conserve est un produit transformé. Les galettes de maïs sont des produits ultra-transformés. Le poisson est un aliment brut. Du poisson cuit en sauce est transformé. Le surimi est ultra transformé.

Mais dans l'ultra-transformation (de texture, de forme, de saveur), se cache surtout une ultra formulation. Les aliments sont broyés, mixés, dilués dans de l'eau (peu coûteuse), re-texturés et standardisés, et bien évidemment colorés, aromatisés et adjoints de conservateurs pour que nous puissions les acheter aujourd'hui et les consommer dans 2 mois!

Rassurons-nous (ou pas!), dans le cordon bleu il y a quand même 48 % de viande; les frites sont faites de 85 % de pomme de terre, et dans le ketchup il y a majoritairement de la tomate. Et le reste?

La lecture détaillée des étiquettes nous montre qu'il se cache beaucoup d'eau, mais aussi du sucre (dextrose, dextrine, sirop de glucose), des protéines (de blé, de lait, blanc d'œuf en poudre) pour reconstituer la texture de viande, des amidons et amidons modifiés (de maïs, de pomme de terre) pour épaissir, des arômes (de viande, de viande fumée, de fromage), de l'huile, et aussi des conservateurs et stabilisants E250, E202, E331, E330, E407, E316, E450... Amusant (ou pas), il y a de la farine de riz et fibres de pois dans les frites de pomme de terre, et/mais de l'amidon de pomme de terre dans le fromage du cordon bleu aromatisé au fromage...

EXXX? Euhhhhh?

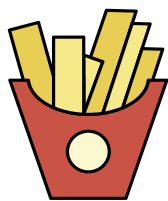
La DGCCRF (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes) définit les additifs alimentaires comme des substances ajoutées dans un but technologique: améliorer la texture, la conservation, la couleur, prévenir l'oxydation, renforcer les saveurs. Sur ce dernier point, les édulcorants et exhausteurs de goûts sont classés comme additifs, alors que les arômes échappent à la liste. C'est ainsi que l'emballage du cordon bleu affiche fièrement « sans exhausteur de goût » alors qu'il contient 4 arômes...

Tous les additifs portent un code EXXX (E pour Europe) suivi de 3 chiffres. 1XX pour les colorants, 2XX pour les conservateurs, 3XX pour les antioxydants, 4XX pour les texturants etc. E ne signifie pas « chimique » ni « toxique ». Rappelons que tout est chimique (« être chimique » n'a donc aucun sens) et « toxique » ne veut pas dire grand-chose non

plus: tout est toxique et tout dépend de la dose! Sous E407 se cache des algues rouges (extraits naturels), alors que E250 est le code du sel nitré (soupçonné d'être cancérigène). Là est toute la difficulté d'apprendre à déchiffrer ces étiquettes.



Éditions Dunod, oct. 2018, 192 p, 19,90 €



QUELQUES CONSEILS

- Même si EXX n'est pas un gage d'alchimie alimentaire, moins il y a de EXX sur une liste d'ingrédients, mieux c'est.
- Et d'ailleurs, moins il y a d'ingrédients sur la liste, mieux c'est. Un cordon bleu maison contient 5 ingrédients (escalope de dinde ou veau ; tranche de viande séchée, tranche de fromage, farine, œuf, chapelure). Celui que l'on a décortiqué pour vous en contient 31 !
- Faites un maximum de chose vous-même. Ce n'est pas compliqué, et bien meilleur. Vous préparez l'argument « J'ai pas le temps ! ». Combien de temps passez-vous sur les réseaux sociaux ? Enlevez 20 min de votre « temps d'écran » et passez 20 min à cuisiner en famille, avec vos amis, à partager et à recréer du (vrai) lien social. Et après, postez sur les réseaux « fait maison » ! CQFD !



ZOOM SUR LE KETCHUP

Le ketchup (ké-tsiap) serait né en Chine il y a plusieurs siècles. Il s'agissait d'une sauce acide saumurée, un peu comme le nuoc-mam. Pour le mettre au goût des Américains, Henry John Heinz, qui fondera par la suite l'empire éponyme-, y ajouta de la tomate, du sucre pour adoucir un peu le goût vinaigré, et quelques épices. Cette sauce a ensuite été déclinée dans tous les pays avec les épices locales et les habitudes de la population.

Aujourd'hui, après moult dérives de l'agro-industrie, le ketchup industriel est fait de purée de tomate, d'épices, et renferme surtout 20 à 25 % de sucre (saccharose ou sirop de glucose principalement) ! Si vous reprenez les recettes originelles, vous remarquerez qu'il y avait des oignons, des tomates, des carottes... Tout cela n'est pas un hasard. Il s'agit de végétaux riches en glucides. Près de 5-6 % dans les carottes et les oignons doux ! Les autres légumes sont très en-dessous de ces valeurs.

Faisons du ketchup maison à partir de ces informations. Faites un jus de ces fruits et légumes avec une centrifugeuse. Par exemple oignon-carotte-tomate (3-4 carottes, 4-5 tomates, 1 oignon). Récupérez le jus et faites réduire tout doucement dans une casserole avec quelques épices de votre choix : cannelle, clou de girofle, poivre, cumin ou tout simplement un peu de 4 épices par exemple. Un peu de piment aussi si vous aimez. Ajoutez-y enfin un peu de vinaigre balsamique blanc (environ 4 cuillères à soupe) là encore, selon les goûts. Faites réduire longtemps. On obtient une sauce épaisse. Du ketchup maison, sans aucun sucre ajouté !



TOUS EN QUÊTE DE L'ÉTIQUETTE

Cordons bleus, frites surgelées mais aussi céréales du petit-déjeuner, plats cuisinés... Il n'est pas toujours simple de comprendre la valeur nutritionnelle des produits alimentaires au moment de faire ses courses. Mais depuis le 31 octobre 2017, nous pouvons désormais nous fier à une nouvelle signalétique d'étiquetage : le « Nutri-score ».

« *Conçu par l'Agence Santé Publique France, ce code cinq couleurs renseigne le consommateur sur la qualité nutritionnelle des aliments, du vert foncé (A) à l'orange foncé (E). Il prend en compte, pour cent grammes de produit, sa teneur en nutriments et en aliments réputés bons pour la santé (fibres, protéines, fruits, légumes) d'une part, et à l'inverse sa teneur en nutriments à limiter (énergie, sucre, sel, acides gras saturés). Il concerne tous les aliments transformés et toutes les boissons non alcoolisées* » nous explique Lydiane Nabec, Professeur de marketing à la Faculté Droits-Économie Gestion de l'Université Paris-Sud et dont les travaux de recherche portent notamment sur le volet social du marketing, en lien avec les questions de santé publique et les acteurs de la santé et de la protection des consommateurs en France.

De nombreuses recherches ont en effet été menées ces dernières années pour comprendre l'impact de l'étiquetage nutritionnel sur la qualité des décisions alimentaires. Dans un contexte où « l'épidémie » d'obésité et de surpoids touche désormais un tiers de la population mondiale, l'étiquetage nutritionnel porte un enjeu majeur de santé

publique : améliorer les comportements alimentaires des individus en les informant sur la qualité nutritionnelle des produits qu'ils consomment. L'étiquetage nutritionnel demeure leur principal vecteur d'information car c'est le premier support avec lequel ils sont en contact sur le lieu de vente. Il comporte pourtant une limite majeure : sa faible consultation. Des études ont en effet révélé que seulement 16,8 % des Européens le consultent en magasin et uniquement 8,8 % des Français. En outre, il influence particulièrement le comportement des consommateurs déjà sensibilisés aux enjeux santé de la nutrition.

Dans une étude réalisée en 2016 auprès de 176 individus sur des céréales pour le petit-déjeuner de trois niveaux différents de qualité nutritionnelle, Lydiane Nabec avait révélé que les logos interprétatifs – comme le système 5C – sont plus efficaces que ne le sont les logos descriptifs pour alerter les consommateurs sur les produits de mauvaise qualité nutritionnelle, ainsi que pour promouvoir les produits sains.

« *Nutri-score* » permet désormais d'obtenir une information lisible et compréhensible sur la qualité nutritionnelle globale des produits alimentaires. C'est un véritable progrès pour le consommateur » se réjouit la chercheuse. Avec une petite réserve néanmoins, cet étiquetage « Nutri-score » repose uniquement sur le volontariat des industries de l'agroalimentaire et des distributeurs. À ce jour en France, plus de 90 industriels ont décidé de jouer le jeu.

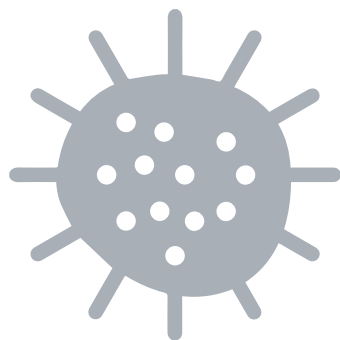


Éditions EMS,
Collection Versus,
2016, 224 p, 22 €

LES BACTÉRIES SONT-ELLES NOS AMIES POUR LA VIE?

Il semblerait que les bactéries constituant notre microbiote intestinal soient les nouvelles stars de la science médicale. Pourquoi? On vous dit (presque) tout...

Saviez-vous qu'en prenant toutes les bactéries qui logent sur et dans le corps humain pour les peser, la balance afficherait un poids autour d'un kilogramme? C'est à peu près le poids du cerveau humain. C'est étonnant mais aussi un peu effrayant compte tenu de leur curriculum vitae. Pourtant, ces microorganismes vivent en symbiose avec nous. Ils forment ce qu'on appelle les microbiotes, des communautés microbiennes composées de divers membres et nichant à plusieurs endroits sur notre corps : organes génitaux, peau, mais surtout, dans l'intestin. Les bactéries composant notre microbiote intestinal travaillent pour nous (éducation du système immunitaire, digestion de composés, protection contre l'invasion de pathogènes), et en échange elles sont logées, nourries et bien au chaud. Malheureusement, lorsqu'on n'en prend pas soin, la symbiose se rompt et nos bactéries peuvent devenir responsables d'un nombre conséquent de pathologies plus ou moins graves.



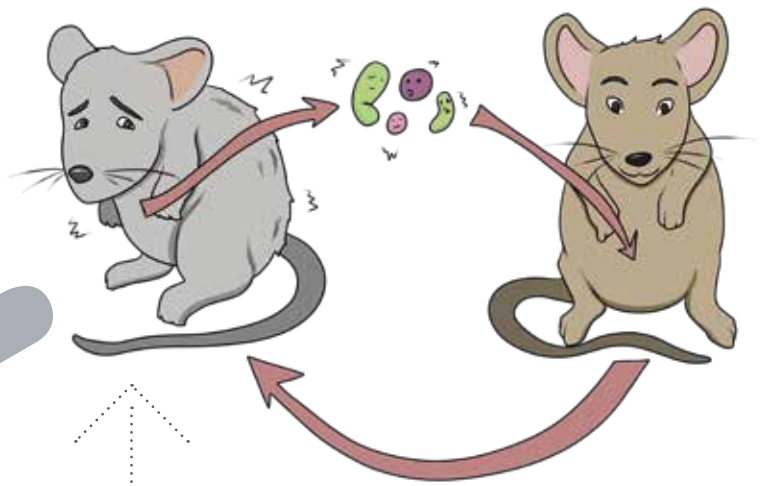
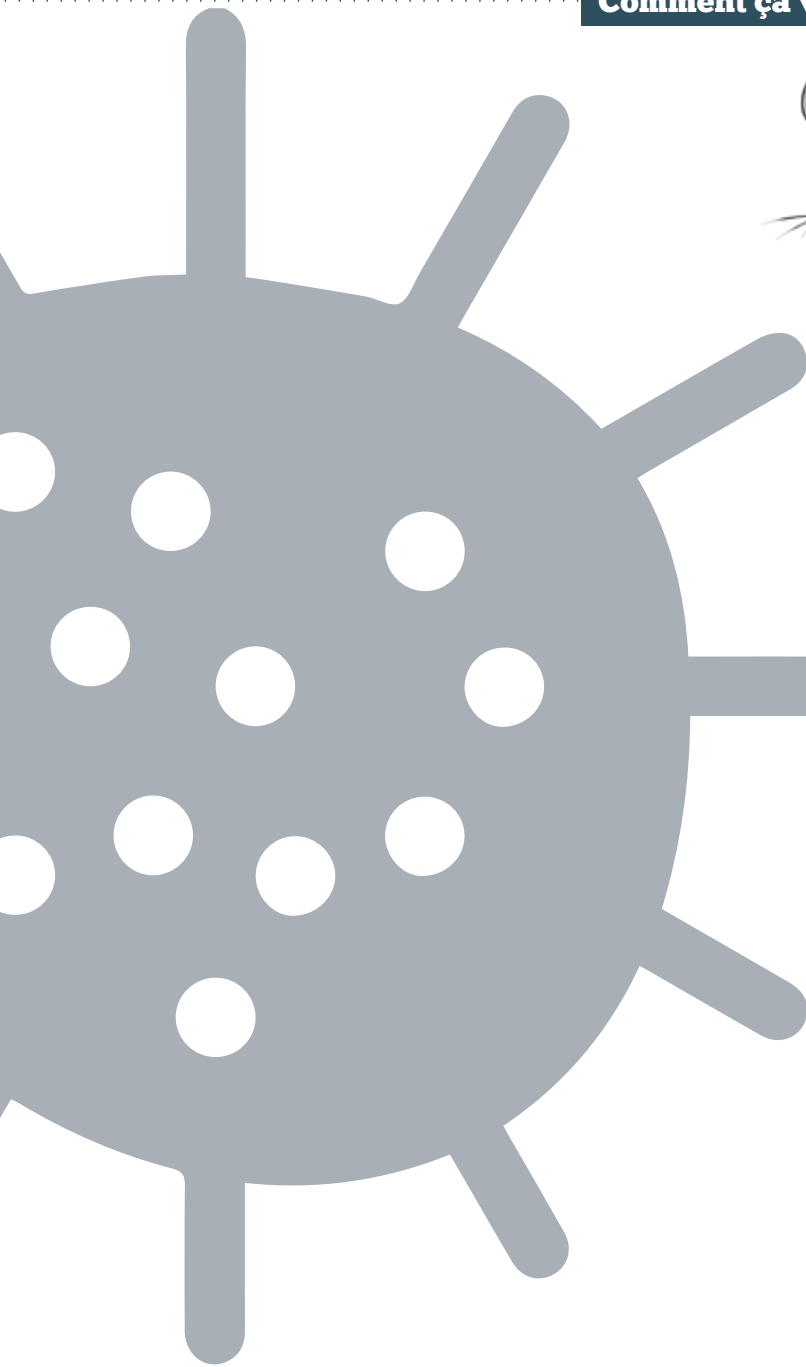
Solar Éditions,
mars 2016, 320 p, 19,50 €

L'autoroute colon-cerveau

Le concept d'une autoroute qui ferait l'aller-retour direct intestin-cerveau est plutôt saugrenu au premier abord. Cependant, il s'agit d'une théorie qui est de plus en plus étudiée en biologie et qui a permis d'appuyer l'hypothèse selon laquelle l'intestin – et donc, son microbiote – pourrait bien être notre « deuxième cerveau ». Notre cerveau peut transmettre des messages divers à notre système digestif (ex : tu n'as plus assez faim pour cette deuxième part de gâteau). Ce côté de la discussion est bien connu, mais qu'en est-il de l'intestin? Que peut-il bien répondre au grand contremaître? Plus encore, comment peut-il affecter la santé mentale d'un individu?

UN MENU POUR PRENDRE SOIN DE SES BACTÉRIES

- Beaucoup de fibres! C'est la base nécessaire pour produire des acides gras à courtes chaînes qui ont divers effets positifs sur notre microbiote et notre santé.
- Exemples : asperge, carotte, ail, poireau, tomate, pomme, orange, rhubarbe, etc. (Certains de ces aliments sont même des prébiotiques!)
- Des aliments fermentés, parce qu'ils sont déjà « prédigérés » et qu'ils contiennent des probiotiques : choucroute, cornichons, yaourt, etc.
- Des noix et leurs beurres, thé vert, huile d'olive : des aliments à forte teneur en polyphénols, soit des antioxydants et des carburants bactériens.

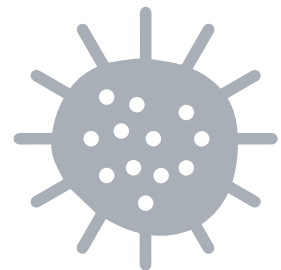
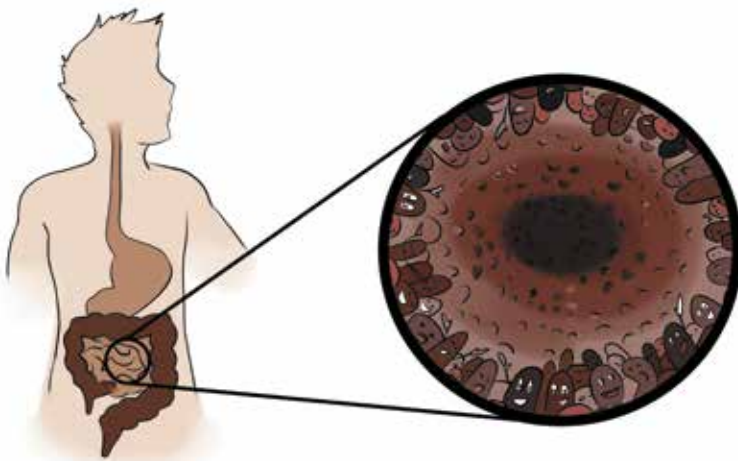


« Prenons une souris anxieuse. Prélevons ses selles et transférons-les à une souris, qui n'est pas anxieuse. La souris qui n'était pas anxieuse devient anxieuse. Nous lui avons donc transmis le caractère anxieux ! »

explique ainsi Gabriel Perlemuter, Professeur à l'Université Paris-Sud, hépato-gastro-entérologue, spécialiste du microbiote et du foie sur lesquels il a publié de nombreux ouvrages.

Comment est-il possible que ces bactéries intestinales modifient ainsi leur comportement ? Selon Gabriel Perlemuter, elles « fabriquent des substances qui vont soit circuler jusqu'au cerveau et modifier son activité, soit agir sur les nerfs qui relient le tube digestif et le cerveau. » Bien que l'identité exacte de toutes les molécules produites par notre microbiote intestinal ne soit pas encore complètement découverte, les chercheurs savent aujourd'hui que « les bactéries agissent sur les cellules du tube digestif pour leur faire fabriquer certaines molécules importantes dans le fonctionnement harmonieux du cerveau, comme la sérotonine. » La sérotonine est un messager neuronal crucial chez l'humain et plusieurs chercheurs lient ses fluctuations à des troubles dépressifs.

Un exemple plus concret réside dans l'inflammation intestinale. La douleur et les symptômes qui en découlent peuvent être suffisants pour induire de l'anxiété. Selon le Pr Perlemuter, notre régime alimentaire occidental rendrait notre barrière intestinale plus perméable aux bactéries ce qui pourrait créer de l'inflammation. Comme on dit en anglais : you are what you eat.



NIELS STEENSEN, VOUS CONNAISSEZ ?

De la glande salivaire au fossile, de l'anatomie au catholicisme, le parcours de Niels Steensen est à la fois dichotomique et particulier.

Quel est le lien entre un saint, un requin et les sciences de la Terre ?

En voyant cette question, il est facile de croire qu'il s'agit d'une blague. Pourtant, ce sont trois mots qui résument l'anecdote derrière une hypothèse qui a modelé les études de géologie et qui fait aujourd'hui toujours partie du cursus scolaire des ingénieurs de ce domaine. Cela dit, rares sont ceux qui connaissent Niels Steensen, médecin spécialisé dans l'étude de l'anatomie, aussi connu comme « Sténon le Bienheureux », béatifié en 1988 par le pape Jean-Paul II, et en voie d'être canonisé.

Frédéric Bouchard, chercheur au laboratoire Géosciences de Paris-Sud (GEOPS), s'est intéressé à cet homme énigmatique qui a jonglé entre science et religion, et qui a été célébré dans les deux domaines. Tel un conteur, il décrit l'aventure de Niels Steensen, né en 1638 à

Copenhague. Il y fait des études de médecine – ce qui, à cette époque, signifiait aussi l'étude de presque tout : latin, botanique, minéralogie, grecque, etc. Le premier point marquant de ses péripéties a lieu à Amsterdam, dont le port est une plaque tournante en matière de commerce, mais aussi en matière de savoir. « Steensen arrive dans ce monde-là, et lui, son hobby c'est l'anatomie, donc il est un professionnel du scalpel. Il y faisait des dissections sur des cadavres et des animaux. C'est en disséquant une tête de mouton qu'il découvre un canal qui porte aujourd'hui son nom d'emprunt : le canal de Sténon, qui est le canal d'une glande salivaire. » L'anatomiste sera aussi le premier

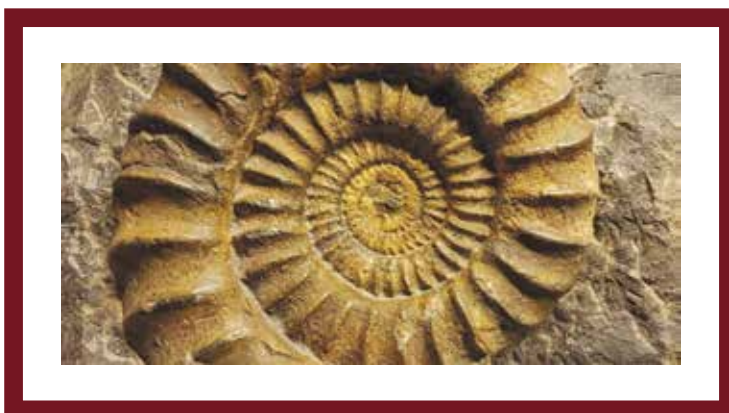
à dire que le cœur n'est qu'un muscle qui pompe le sang dans tout le corps, et non le siège des émotions comme tant de philosophes le déclaraient.

Steensen ou Sténon se rend ensuite à Florence, où il travaille en tant qu'anatomiste pour le grand-duc de Toscane, Ferdinand II de Médicis. C'est en octobre 1666, à Livourne, qu'un requin blanc d'une tonne et demie est capturé par des pêcheurs français et hissé laborieusement sur la plage où il est achevé à coups de bâtons. Le grand-duc, y voyant une

opportunité unique pour la science, demande à ce qu'on envoie la bête à son « dissecteur ». Or, son foie seul pèse 130 kilogrammes. Il est donc inconcevable de trimballer la bête dans les terres. Le requin est donc décapité, et Sténon disséquera la tête du prédateur sans savoir qu'il y fera une trouvaille bouleversante.

C'est en examinant les dents particulières du

poisson qu'il fera un lien avec les Glossopetrae et que Frédéric Bouchard décrit comme « des morceaux de pierre triangulaires que les gens associaient à des langues, soit de serpent ou de dragon. Ils disaient qu'elles tombaient du ciel les soirs d'éclipse lunaire. Il y avait une partie un peu mystique associée aux Glossopetrae ». Sténon formule alors l'hypothèse que ces pierres ne sont que des vraies dents de requins morts il y a très longtemps et qui se seraient déposées au fond de mers. Recouvertes de sédiments, intégrées aux strates rocheuses, elles en seraient sorties grâce aux mouvements de la terre. Son hypothèse chamboule alors le terme fossile, du mot fossilis qui signifie « extrait





de la terre » et qui était alors associé à tout objet déterrée du sol (organique et minéral). Elle bouleverse aussi les croyances, car au 17^e siècle, la religion catholique règne en Italie, et il n'est pas possible que la Terre soit plus vieille que la date à laquelle elle a été créée par Dieu. En trouvant des fossiles, tels des coquillages intriqués dans des rochers, les gens de l'époque croyaient plutôt que le mollusque y avait crû, aidé par les forces spirituelles du tout puissant.

« Finalement, Stenon se dit que ce qu'on appelle fossile ne devrait être que des restants organiques, et ce qui est minéral ne devrait pas être considéré comme un fossile. Il va plus loin encore : il propose ce que l'on appelle les principes de Stenon. »

Ces principes, qui sont toujours étudiés et utilisés par les géologues de notre ère, proposent entre autres le principe de « l'horizontalité primaires des couches ». Frédéric Bouchard l'explique en mentionnant que « les strates rocheuses que l'on observe aujourd'hui sont en fait des couches de sédiments qui se sont déposés à l'horizontale dans le fond d'un bassin et qui ont été cimentées par la pression. Stenon est celui qui a suggéré, avec le plus de démonstration, que ces strates qu'on voit parfois verticales et tordues étaient à la base des dépôts

horizontaux de sédiments».

Stenon publie alors un premier ouvrage qui n'était qu'un amuse-bouche avant un livre plus complet. Cependant, ce deuxième tome ne verra jamais le jour. À la surprise générale, l'anatomiste met de côté la science et devient évêque en Prusse où il fait vœu de pauvreté. Il y mourra à la quarantaine, mais ses découvertes scientifiques, dans les domaines de la biologie et de la géologie, ainsi que sa foi profonde, perdurent toujours aujourd'hui. Entre les milliers de pèlerins qui viennent se recueillir à la « Capella Stenoniana », la chapelle de Stenon, petite enclave au flanc de la Basilique de San Lorenzo en Italie, et les cours du cursus de géologie qui traitent toujours de ses principes, Niels Steensen n'est peut-être pas très connu, mais il n'est pas oublié de ceux qui le connaissent.

Son hypothèse chamboule alors le terme fossile, du mot fossilis qui signifie « extrait de la terre » et qui était alors associé à tout objet déterrée du sol...

Au tableau !

UN SACRÉ COUP DE VIEUX

Une initiative pédagogique originale menée à l'UFR STAPS de l'Université Paris-Sud permet depuis deux ans de sensibiliser aux effets du grand âge de futurs professionnels amenés à travailler avec des personnes âgées grâce à des simulateurs de vieillissement.

Le vieillissement de la population est un phénomène mondial. Il n'est pas sans conséquences sur la société qui doit s'adapter afin de prendre en charge ses seniors le mieux possible. Face à ces enjeux, les Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (STAPS) sont bien placées. En effet, la place de l'Activité Physique Adaptée (APA) chez les seniors est grandissante et aujourd'hui les médecins n'hésitent pas à prescrire des séances à leurs patients âgés.

Vis ma vie de vieux

Mais comment adapter sa pratique à une population âgée sans en connaître vraiment les caractéristiques ? Comment aider des étudiants, pour la plupart jeunes et en pleine possession de leurs moyens, à se mettre à la place d'une personne âgée ; à comprendre comment de simples gestes tels que se coiffer, refaire ses lacets ou enjamber le bord de sa baignoire ou tout simplement marcher peuvent être coûteux, voire irréalisables ?

Une initiative pédagogique originale menée à l'UFR STAPS permet depuis deux ans de pallier cette carence en sensibilisant les étudiants aux effets du grand âge grâce à du matériel de simulation de vieillissement.

15 kg sur le dos

Équipés d'une série d'accessoires tels qu'un corset plombé qui raidi tout le haut du corps, des genouillères, des guêtres qui entravent la démarche, les étudiants peuvent ainsi se glisser dans la peau d'une personne âgée et éprouver eux-mêmes les difficultés auxquelles elle peut être confrontée. « Avec ce carcan sur le corps, on ressent par exemple les blocages articulaires engendrés par l'arthrose, très fréquents à partir d'un certain âge et qui limite les mouvements » explique ainsi Alexandra Perrot, maître de conférences à

l'UFR Staps à l'initiative de l'acquisition de ces équipements financés dans le cadre d'un appel à projet de l'Université Paris-Saclay.

En binômes, les étudiants testent différentes mises en situation lors d'une série d'ateliers. Lors de l'atelier « Times Up and Go » par exemple, un des deux étudiants, entravé par l'équipement complet ou partiel doit, le plus rapidement possible, se lever d'une chaise, marcher 15 mètres, faire demi-tour et revenir s'asseoir tandis que son binôme joue le rôle de l'examineur et chronomètre le parcours. Un autre atelier permet de se sensibiliser aux troubles visuels. Il fait essayer différentes paires de lunettes. La première simule une cataracte. On voit dedans comme à travers un papier calque. Autant dire mal. Glaucome, dégénérescence maculaire, rétinite... les 5 autres paires offrent un panel des différentes maladies de l'œil.

Les étudiants sortent-ils traumatisés de cette expérience ? « Pas du tout » nous répond Alexandra Perrot, « au contraire ils s'en amusent. Mais l'exercice s'avère très efficace. Une étude a montré que dans près de 90% des cas, les étudiants avaient augmenté leur empathie pour les personnes âgées »



DES CHIFFRES

Le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus est celui qui augmente le plus rapidement. Selon les projections de l'Insee, un Français sur trois aura 60 ans ou plus en 2050, contre un sur cinq en 2005.

60

DES EFFETS

Rétrécissement du champ visuel, opacité du cristallin de l'œil, perte d'audition, raideurs articulaires, perte de forces ou encore réduction de la coordination des mouvements sont autant de déficiences qui peuvent apparaître au fur et à mesure des années qui passent.

DES PISTES

Les activités physiques adaptées sont dispensées par des professionnels spécifiquement formés. Il peut s'agir de kinésithérapeutes ou d'ergothérapeutes, mais également de techniciens de la pratique sportive, formés aux STAPS (Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives).



THE ECONOMY OF A VICTORY

.....

The summer of 2018 was a great one. The weather was great, rainy days were scarce, and, most importantly, France won the World Cup in Russia. Following this victory, medias went wild covering every detail of this celebration, and eventually, some started talking about the economic impact of the French team winning the cup.

How is this victory linked to France's economic system ?

According to Michel Desbordes, professor at the University of Paris-Sud, the economic influence of events such as the World Cup depends on whether the event has taken place in the home country or in another country. The impact is much greater on the country that hosts the event than on the country who wins it.

The economic system of the country that hosts and organizes the event will be impacted in a few ways. One of those ways is through the construction of infrastructures like stadiums, but also through building hotels and airports, which promotes tourism. To build those structures, the hosting country must create jobs, which in turn increases the purchasing power of employed citizens. Tourism is another important factor. Tourists will pay for accommodations such as hotels and restaurants and may spend money on other products as well (souvenirs, museum visits, etc.).

Professor Desbordes adds that one sustainable impact is through secondary tourism. This means that, in addition to infrastructures, employment and initial tourism, the hosting country may profit from long-term increase of tourism through positive media coverages occurring during the event.

"It's easy to assess changes in the public opinion concerning hosting countries. For example, when Barcelona organized the Olympic Games in 1992, they ran a survey in Europe to measure the town's image and people's opinion. You can run a second survey, six months after the event, and easily calculate changes in public opinion."

So, did France's victory in Russia really affect the French economic system ?

Professor Desbordes responds by saying the truth has been embellished : "It's great for people's trust in the country, and when people are confident, they tend to go out, eat and drink with friends, maybe buy a few more things, but it's not a sustainable impact. If you have no money on your bank account, it's not France's victory that will make you buy an apartment."

According to him, those the economic impact is more subtle, and those who profit from this victory are the sponsors, like Volkswagen, PMU, EDF... In repercussion of the positive image given by the football team they support, they may see increases in the numbers of sales and clients.

The economic impact of 1998's World Cup victory was far more sustainable for France because it occurred in France. But, was the economic impact caused by the victory or by hosting the event ?

Through hosting the World Cup, France built several new buildings, including one new stadium (Stade de France in Saint-Denis) and renovated nine other stadiums, which added up to a 600 million euros investment. Of this sum, 420 million were used to build the Stade de France. Although this was a huge amount of money, this investment wasn't confined to the World Cup alone. Those stadiums have been used since to host other events, and will probably come in handy for the summer Olympics in 2024. That's why it's so hard to evaluate real costs behind those events.

According to Professor Desbordes, it's also hard to assess benefits since so much factors may modify the variables.



Money earned through ticket sales can easily be added, but what about the fanzones, the outings, the tourism? You can hypothesize such benefits through surveys, but the impact is only estimated. A family eating in Paris during 1998's World Cup may not have cared for the event, but since they were not part of the common denominator, be counted as benefits.

This is mainly why numbers concerning the World Cup, and other events, are only estimates.

Although we can't put a clear number on France's victory in Russia concerning the economic angle, this event had another repercussion: the passion for football.

Through France's victory in Russia, kids may be inspired to join football leagues. In France, the French Football Federation (FFF) is at the heart of this passion. It's linked to both professional and amateur football, in addition to feminine leagues. The FFF employs up to two million people (referees, coach, etc.), and since it's a non-profit organization (NPO), grants are linked to the number of employees.

This is where things can go wrong. With a sudden rise in football enthusiasts, the FFF may find itself on a hot spot, or like Professor Desbordes said: *"Football can fall victim to its own success."* It may be hard for the FFF to manage a surge in participation, and finding new football fields, plus hiring new referees and coaches will need to be done fluently.

FFF's new budget is higher than ever and the budget given to amateur leagues has skyrocketed from 9 million to 80 million euro. Nevertheless, even with this amount of money, it may take time to hire and train the needed staff, in addition to building new football fields adapted to the needs of amateur football.

Summer 2018 will be forever linked to France winning the World Cup, uniting French people under their country's flag. Although the economic impacts preached in the media may have been fantasized, it has brought people closer through the passion for football, and this is more than valuable.



LAB FOR SIMS

Le photographe Chris Peus s'est rendu dans les locaux de la Faculté de Médecine Paris-Sud, à LabForSIMS, un lieu dédié à la simulation pour l'apprentissage en Médecine et en Santé



LabForSIMS accueille, cet après-midi-là, des étudiants en première année de pédiatrie. Ils sont « internes » c'est-à-dire qu'ils pratiquent déjà des soins sur des enfants ou des bébés mais, ici, ils vont être confrontés à une situation particulière : des nouveau-nés qui ont été transférés en réanimation. Cinq formateurs sont présents pour les accompagner.



Une formatrice rappelle l'importance des outils de simulation dans de nombreuses activités (gestion de centrale nucléaire, pilotage de TGV ou d'avions) où la moindre erreur peut être lourde de conséquences. La simulation pour l'apprentissage en pédiatrie est récente. Les premiers référentiels ont moins de vingt ans.

Après un rapide rappel des procédures, l'un des formateurs invite les étudiants à participer à un jeu avec des balles de tennis. Ce petit exercice détend l'atmosphère et permet de se rendre compte de l'importance de l'organisation et de la communication dans des situations qui laissent peu de temps à la prise de décision.



Les étudiants découvrent le mannequin et la table de réanimation. Rien n'a été laissé au hasard. Les formateurs peuvent faire bouger le nouveau-né, le rendre tonique ou tout mou, le faire geindre, pleurer. Des écrans de monitoring retransmettent des données sur la respiration et le rythme cardiaque du nouveau-né. Les étudiants ont à disposition du vrai matériel médical. Les compresseurs ou les sondes sont périmées. Elles ne peuvent plus servir à l'hôpital mais sont bien utiles pour la simulation !





Deux étudiantes passent dans la salle de simulation. Elles ne se connaissent pas et vont devoir travailler ensemble pendant un scénario de 7 minutes environ. Leur intervention est retransmise en direct dans la salle de débriefing. Les autres étudiants peuvent voir les gestes qu'elles pratiquent et les entendre échanger entre elles.

Avant chaque simulation, un formateur s'assure que tout le matériel est bien en place. Dans la salle, une personne gère les logiciels de simulation et le matériel de retransmission. Deux formateurs, dans la régie de pilotage, se chargent d'appliquer le scénario et d'envoyer des signaux sur le mannequin en fonction de ce que font les étudiants.



Une formatrice joue le rôle de la sage-femme. En quelques secondes, elle donne des renseignements aux étudiants : « bébé né à terme, 2^e grossesse. Le bébé s'est présenté par le siège. Il a fallu faire une césarienne ». Avec ces indications, les étudiants savent immédiatement quels éléments ils vont devoir prendre en compte.

En réanimation néonatale, chaque seconde compte. Si un bébé ne respire pas correctement pendant une minute, les conséquences peuvent être dramatiques ! Les étudiants doivent évaluer en permanence la situation et surveiller en même temps le chronomètre, les écrans de monitoring et le bébé. Ils doivent prendre les bonnes décisions, agir rapidement mais éviter également les gestes superflus.





Un formateur joue le rôle du père. À LabForSIMS, les étudiants ne sont pas uniquement formés sur les procédures et les gestes techniques. Ils doivent aussi apprendre à avoir un discours clair, pas trop technique et rassurant pour des personnes qui peuvent parfois se trouver dans une situation très angoissante comme un père qui a vu son bébé tout juste né partir en réanimation.

Parfois la technique ne suffit pas. Une formatrice recouvre le mannequin de pâte à modeler pour simuler le méconium, la matière brunâtre accumulée dans l'intestin du fœtus. « Sinon, ils n'arrivent pas à s'imaginer qu'il y en a ». Le visuel joue un rôle prépondérant dans ces exercices de simulation.



LabForSIMS possède plusieurs mannequins haute-fidélité : le nouveau-né mais également deux adultes, un enfant, un bébé et un mannequin pour l'accouchement. Le centre de simulation possède également des mannequins simples dits « basse-fidélité » qui permettent l'apprentissage de gestes techniques comme l'intubation mais aussi des mannequins plus perfectionnés permettant l'apprentissage de tâches complexes, telles que l'échographie cardiaque (photo).



À LabForSIMS, les étudiants ne sont pas notés ou sanctionnés. Si des étudiants ont commis une erreur, les échanges avec les formateurs et les autres étudiants leur permettent de comprendre comment ils en sont arrivés à ne pas prendre la bonne décision ou ne pas appliquer correctement la procédure. Chacun est tenu à la confidentialité : formateurs et étudiants ne parlent en dehors de LabForSIMS de ce qui a été fait durant l'après-midi qu'en termes généraux et ne décrivent ni les scénarios ni ne rapportent les actions ou les commentaires des uns et des autres.



RENDEZ-VOUS EN TERRE INCONNUE

Antoine Séjourné, enseignant-chercheur à l'Université Paris-Sud, mène une partie de ses recherches dans un lieu hors du commun : un site proche de Syrdakh, un village Yakoute en Sibérie. Mais, qu'est-ce qui peut bien l'attirer dans cette région hostile et isolée, à plus de 10 heures de vol de la France ?

La réponse se trouve dans le sol...

La Yakoutie, ou République du Sakha, est une vaste région de Sibérie orientale en Russie. Ce territoire abrite le village le plus froid au monde, Oïmakon, où la température, en 1938, a baissé jusqu'à moins 77°.

Alors pourquoi Antoine Séjourné qui mène ses recherches au laboratoire GEOPS sur le joli et tempéré campus d'Orsay en Essonne [91] effectue des séjours réguliers dans ces lointaines contrées glaciales et glacées ? Parce qu'il y étudie son pergélisol (ou permafrost, en anglais). Le pergélisol est un sol qui demeure gelé en permanence pendant au moins deux années consécutives, mais souvent depuis plusieurs centaines voire milliers d'années. Environ un cinquième des terres émergées sont constituées de pergélisol dont l'épaisseur varie de 20 centimètres à plusieurs centaines de mètres. Au-dessus se retrouve la couche active du sol qui varie de 0,5 à 2 mètres et qui gèle et se dégèle en fonction des saisons. Or ce qui préoccupe le chercheur est que ce pergélisol pourrait être déstabilisé par le réchauffement climatique qui augmente son dégel.

Une bombe à retardement ?

En quoi est-ce problématique ? Parce que le pergélisol dissimule un secret intime un peu effrayant : il renferme deux fois plus de carbone qu'il n'y en a dans l'atmosphère. 1 500 gigatonnes de carbone se cacheraient ainsi dans le pergélisol.

Or le carbone (CO₂) est un gaz à effet de serre qui contribue au réchauffement climatique. S'en suit alors un cercle vicieux qu'on appelle aussi boucle de rétroaction : le réchauffement climatique entraîne la fonte du pergélisol, qui relâche du CO₂, qui renforce le réchauffement climatique,

qui en retour accélère la fonte du pergélisol... De plus, le CO₂ n'est pas le seul gaz à effet de serre que peut produire le pergélisol dégelé. Le carbone est une source de nourriture importante pour les bactéries qui vivent dans cette terre. En assimilant ce carbone, les bactéries peuvent produire du méthane, un autre gaz à effet de serre deux fois plus destructeur que le CO₂.

La question du pergélisol est récente et sa dynamique encore mal connue. C'est pourquoi la recherche menée par Antoine Séjourné et ses collègues pour étudier l'impact du réchauffement climatique est cruciale. Analyser le présent pour comprendre le passé et prédire le futur.

Parmi les différentes techniques mises en œuvre par Antoine, il y a d'abord l'analyse géomorphologique de son site d'étude : un secteur de 50 mètres carrés à flanc de forêt dans un ancien champ. En gros, il lit le paysage ! Il peut

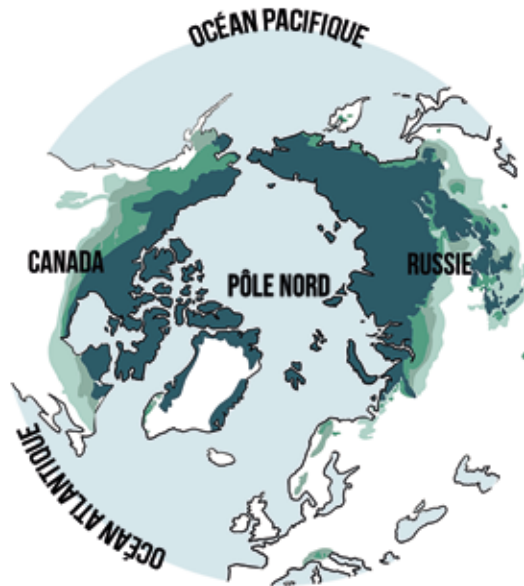
La forêt boréale de Sibérie Orientale (Yakoutie Centrale) recouvre un pergélisol de 200 mètres d'épaisseur. Les premiers mètres contiennent 80 % de glace en volume. La fonte de cette glace forme des lacs thermokarstiques.

Un glissement de terrain formé par la fonte de la glace du pergélisol coupe une route et se jette dans un lac. La fonte a été déclenchée par une fuite d'eau sur un pipeline acheminant de l'eau potable à un village.



LES ZONES DE PERMAFROST

Continues Dispersées
Discontinues Isolées



Le permafrost couvre environ **25 %** des terres de l'hémisphère Nord

Il contient **1 500 milliards** de tonnes de gaz à effet de serre

faire cela car la fonte des pergélisols laisse des traces bien visibles : de petites buttes appelées polygones encadrant de multiples lacs. Le quadrillé formé par ces petites buttes est similaire à celui que l'on peut observer dans la boue lorsqu'elle sèche trop. Les polygones sont formés par des cycles de gel répétés sur des milliers d'années. En gelant, le sol se fracture et une couche d'eau le pénètre lorsque l'été revient. Celle-ci va geler à l'hiver suivant, il y aura de nouveau un bris, et de l'eau colmatara cette fissure. Ce cycle se répète sur plusieurs centaines d'années. Le pergélisol est donc gorgé de glace. En moyenne, il y a 70 à 80 % de glace dans le pergélisol, ce qui explique la formation de lac lorsque celle-ci fond.

Grâce à un drone, le chercheur peut survoler cette zone et prendre des milliers de photos dans plusieurs angles. Ces images, une fois traitées sur un programme spécialisé, permettent de reconstruire en 3 dimensions son site de recherche. Ainsi, il peut en étudier les reliefs et voir comment ils changent au fil des années.

La fonte du pergélisol se remarque aussi via les effondrements du sol et les glissements de terrain, aussi appelés thermokarst. Antoine compare ce phénomène à la construction d'un château de sable à la plage. Celui-ci peut garder sa forme même si l'eau en est retirée car elle compose un pourcentage minime de la structure. Inversement, comme l'eau gelée compose 70 à 80 % du pergélisol, si celle-ci est retirée, le sol s'écroule. Les bâtiments comme les routes ne sont pas épargnés, et au bord de la forêt, on peut observer des « arbres ivres », nom que l'on donne aux arbres qui sont tombés à cause du thermokarst.

Il y enregistre aussi la température du sol au fil de l'année en forant un trou puis en y insérant une sonde thermique, et la température extérieure est relevée grâce à des stations météorologiques. Plusieurs autres facteurs sont analysés : la topographie du fond des lacs, la composition en carbone et les communautés bactériennes de l'eau et de la terre, etc. Cette fonte dévoile aussi, lorsqu'on est chanceux, des os de mammoth et des reliques de la préhistoire. Cela permet aux chercheurs de dater approximativement le segment de pergélisol liquéfié.

Si on découvre ces reliquats datant de milliers d'années, on peut aussi faire un parallèle avec d'autres débris qu'on peut y retrouver. Tous les êtres vivants, des animaux aux plantes en passant par les microorganismes, sont composés de molécules à base de carbone. Le carbone est le squelette du sucre comme du gras, et il fait même partie des membranes bactériennes et des cellules humaines. Dans ces sols gelés, il y a donc du carbone emprisonné provenant de plantes et d'animaux morts il y a des milliers d'années. C'est pour cette raison que le pergélisol est considéré comme un réservoir de carbone.

Des collègues d'Antoine, Frédéric Bouchard et François Costard du laboratoire GEOPS, tentent donc de comprendre comment ce carbone sera relâché dans l'atmosphère. Est-ce que les plantes environnantes le réutiliseront ? Est-ce que les bactéries du sol et de l'eau le transformeront en CO₂ ou en méthane ? En comprenant le mécanisme de relargage du carbone, il sera plus facile de prédire l'impact de la fonte du pergélisol sur le réchauffement climatique.



En comprenant le mécanisme de relargage du carbone, il sera plus facile de prédire l'impact de la fonte du pergélisol sur le réchauffement climatique.



Glissement de terrain provoqué par la fonte de la glace du pergélisol. La glace massive apparaît en marron clair. Ces glissements peuvent évoluer jusqu'à 10 m par an



En Yakoutie, il est estimé que la température moyenne s'est réchauffée de 3 °C aux cours des dernières années, ce qui augure mal pour le pergélisol.

Des conditions de travail particulièrement rudes

Il faut des chercheurs courageux pour entreprendre l'étude du pergélisol. Dans cette région éloignée, il n'y a pas que le pergélisol qui est problématique : il y a aussi les moustiques et la température. Et bien qu'on puisse se protéger du premier, lorsqu'il pleut trop on ne peut pas remettre les expériences au lendemain car chaque jour de ce court séjour compte ! Il faut affronter l'humidité et les routes boueuses, et déjeuner sous l'averse. Heureusement, l'équipe française a des collègues au Melkinov Permafrost Institute et ils peuvent compter sur leur équipement, ce qui simplifie le séjour. Et le plat de résistance de cet équipement est le vieux véhicule tout-terrain russe qui peut affronter les routes accidentées de la Yakoutie.

La bonne entente est une priorité pour le déroulement du séjour. Pendant 10 jours, ils dorment à 6 ou 8 dans une pièce louée dans une petite maison appartenant à un

couple retraité. S'il fait froid, il est impossible de prendre une douche. Ils peuvent se laver avec des lingettes, mais comme mentionne Antoine : « On ne lave pas la crasse, on l'étale. » Entre le manque d'intimité et le stress de la température et de l'équipement qui brise parfois, tous les membres de l'équipe doivent faire preuve de patience et participer aux tâches communes. Malgré ces obstacles, ces voyages en Sibérie donnent lieu à de multiples péripéties. Entre les aurores boréales et le dépaysement, il y a aussi les Yakoutes, un peuple accueillant et chaleureux. Les habitants y parlent le russe comme le yakoute, une langue qui ressemble au turc. La Yakoutie est une République Russe aussi appelée République de Sakha, et sa capitale compte 3 millions d'habitants. Le peuple ressemble aux communautés Inuits du Nunavut et ont à cœur des traditions shamaniques encore bien présentes dans la population.



Tous les ans, des mesures sont faites sur le terrain comme le prélèvement d'eau et de gaz dissous dans l'eau des lacs (ici, en mai) ou la récupération de données d'instruments laissés toute l'année à ces endroits. Les échantillons sont ramenés en France et analysés au laboratoire de l'Université Paris-Sud pour comprendre la libération de carbone par ces lacs formés par le dégel actif du pergélisol.



Pas de terrain sans une collaboration avec des chercheurs yakoutes. Le 4x4 russe appelé UAZ du Melnikov Permafrost Institute permet d'aller partout.

Quand ils y sont, Antoine Séjourné et ses collègues vulgarisent ce qu'ils font auprès d'une école yakoute. Ils y ont même installé une sonde thermique pour montrer aux élèves comment ils enregistrent la température du sol lors de leurs études. Comme quoi il n'est jamais trop tôt pour sensibiliser les gens à la problématique du pergélisol. En Yakoutie, il est estimé que la température moyenne s'est réchauffée de 3 °C au cours des dernières années, ce qui augure mal pour le pergélisol. La recherche qu'y mènent Antoine et ses collègues est cruciale à la compréhension des impacts des changements climatiques sur ce sous-sol préhistorique. Via de multiples activités de communication, ils tentent aussi de sensibiliser de plus en plus de gens à cette cause. Il faut espérer que les multiples cris d'alarmes de la communauté scientifique au sujet du réchauffement climatique soient non seulement entendus, mais écoutés. Sinon, on risque d'allumer la mèche de cette bombe latente.



C'est quoi votre métier ?

RENCONTRE AVEC VALÉRIE GODARD, UNE SACRÉE FINE LAME !

Dans ce numéro, Psst ! vous invite à la rencontre de Valérie Godard, une technicienne totalement passionnée par son métier de litholamelleuse.

C'est un métier peu connu et rare, ils ne sont pas plus d'une cinquantaine en France, mais un métier indispensable pour les géologues ou les volcanologues de son laboratoire Géoscience Paris-Sud.

De leurs voyages aux quatre coins du monde, les géologues rapportent des échantillons de roches. Certains sont minuscules alors que d'autres au contraire pèsent plusieurs kilos. Tous sont précieux parce que l'analyse de leur composition va livrer des secrets aux chercheurs pour comprendre les processus géologiques produits et/ou enregistrés dans la croûte continentale terrestre et sur les surfaces des planètes telluriques.

Une des techniques d'analyse est la microscopie, mais pour observer ces échantillons au microscope, il faut être capable de fabriquer des lames minces, suffisamment fines pour laisser passer la lumière ! C'est justement le travail de Valérie Godard. Elle nous explique en quoi cela consiste.

Quelles sont les différentes étapes pour arriver à fabriquer une lame mince ?

La 1^{re} étape de mon travail est celle du sciage. À l'aide d'une scie diamantée je coupe un parallélépipède d'environ 40x20 mm dans les échantillons que me confient les géologues du laboratoire. Pour la 2^e étape, je surface l'échantillon avec un abrasif et de l'eau de manière à faire disparaître les traces de scie et les rayures. Ensuite, je colle l'échantillon de roche obtenu sur une lame de verre de 2 mm d'épaisseur. Enfin, il reste la dernière étape, la plus minutieuse, qui consiste à réduire encore l'épaisseur de l'échantillon jusqu'à 30 µm, soit plus fin qu'un cheveu.

Là encore, j'utilise avec du carbure de silicium et je contrôle l'épaisseur régulièrement au microscope polarisant, tout l'enjeu étant de la réduire progressivement sans que l'échantillon ne se brise, ce qui arrive malheureusement parfois. Il n'y a plus alors qu'à recommencer le travail !

Pourquoi 30 microns précisément ?

Parce qu'à partir de cette épaisseur, l'échantillon étudié au microscope polarisant devient transparent. Chaque groupe de minéraux possède en effet ses propriétés optiques, c'est-à-dire qu'ils transmettent différemment la lumière et qu'ils produisent des couleurs caractéristiques lorsqu'ils sont observés en lumière polarisée, ce qui permet de les identifier. Le géologue qui m'a confié son échantillon va ainsi pouvoir l'étudier en détail.

Comment vous assurez-vous de la taille de votre échantillon ?

Je contrôle constamment avec un microscope polarisant. C'est la teinte des minéraux qui va me renseigner sur leur épaisseur. J'utilise une échelle de biréfringence. Je sais que le quartz est blanc/gris à 30 microns, tandis que l'olivine prend des teintes vives et que les couleurs pastel dévoilent généralement de la calcite.

Et ensuite ?

Quand l'échantillon est à la bonne épaisseur, je le recouvre avec une fine lamelle de verre. Le chercheur pourra alors utiliser cette lame mince pour analyser la composition minérale, et en tirer des enseignements sur la constitution de la roche et donc de son histoire.

LES QUALITÉS REQUISES POUR EXERCER LE MÉTIER DE LITHOLAMELLEUR

- faire preuve de minutie et de dextérité.
- être persévérant, savoir recommencer jusqu'à ce que le résultat soit parfait.
- savoir faire preuve de patience, aimer le travail bien fait. Ce n'est pas toujours simple parce que mes collègues géologues sont toujours impatients de récupérer leurs lames minces.
- et bien sûr être bricoleur et ne pas avoir peur de se salir !

.....

Comment Valérie Godard est-elle devenue litholameuse ? Retrouvez l'interview dans son intégralité à lire en ligne : www.sciencesociete.u-psud.fr

« LA RECHERCHE EST UN TRAVAIL D'ÉQUIPE »

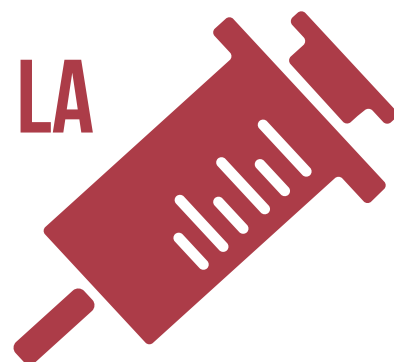
Qu'est-ce que Valérie Godard aime dans son métier ? « *Je suis très heureuse de participer à mon échelle à ces recherches et à ces découvertes. C'est stimulant, enrichissant et aussi parfois émouvant, comme lorsqu'un chercheur m'a rapporté un jour un minuscule échantillon de 3 mm tout au plus, en m'expliquant qu'il était très précieux pour lui, car il avait marché pendant 3 jours et escaladé une montagne pour le récupérer. Bien sûr cela me met un peu la pression mais je suis fière de pouvoir lui fournir une lame de qualité qui va lui permettre de faire ses analyses.* »

Les différentes étapes de la fabrication d'une lame mince



LA QUANTIQUE

AU SERVICE DE LA MÉDECINE



Inaccessible, la physique quantique ? Dans son livre *Mon grand Mécano quantique* Julien Bobroff, physicien et professeur à l'Université Paris-Sud vous démontre justement le contraire ! Pour vous en convaincre, nous vous proposons d'en découvrir un chapitre, consacré aux applications médicales issues de la physique quantique.



*J'ai
passé vingt ans à étudier
les matériaux quantiques à basse
température. J'utilisais pour cela ma technique
de prédilection, la résonance magnétique nucléaire.
Je me souviens des remarques de certains collègues :
« La RMN ? Ça existe encore ? Vous n'êtes pas passés à des
outils plus modernes comme les microscopes à effet tunnel ? »
Que nenni, et aujourd'hui encore, cette technique puissante
et irremplaçable m'émerveille toujours autant. Et pour les
plus grincheux, je garde dans la poche un argument choc :
« Et l'IRM, qui permet de détecter les tumeurs et les
cancers, c'est trop vieux aussi ? ». Car sachez-le,
RMN et IRM ne sont qu'une seule et même
technique, quantique qui plus
est !*

La quantique avant la quantique

L'été 1896 touche à sa fin aux Pays-Bas et le directeur du laboratoire de Leyde, Heike Kamerlingh Onnes, vient de partir en vacances. Pieter Zeeman, qui travaille sous sa direction, en profite pour abandonner ses recherches en cours et tenter une expérience qui tourne dans sa tête depuis quelques années : étudier l'effet d'un champ magnétique sur la lumière. Et pas n'importe quelle lumière : celle d'une lampe au sodium, qui émet seulement deux radiations de couleur jaune très proches. Ces deux radiations sont appelées des raies d'émission, elles sont la signature directe des propriétés quantiques des atomes de sodium.

Le moment tant attendu est arrivé : Zeeman branche la lampe. Il observe bien ces deux raies jaunes à travers un miroir spécialement gravé pour cela. Il allume alors un bobinage pour produire un champ magnétique intense sur le trajet de la lumière, près d'un tesla, vingt mille fois le champ terrestre. Aussitôt, les raies s'élargissent et se brouillent, formant comme un nuage flou. Que s'est-il donc passé ? Mieux : en poussant la mesure, le nuage s'affine progressivement, pour laisser apparaître dix raies, au lieu des deux du départ...

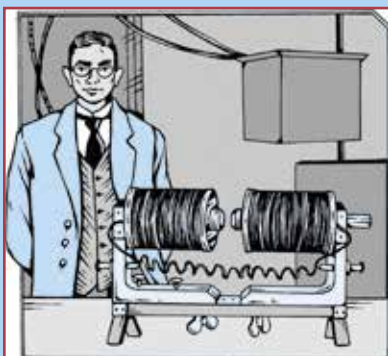
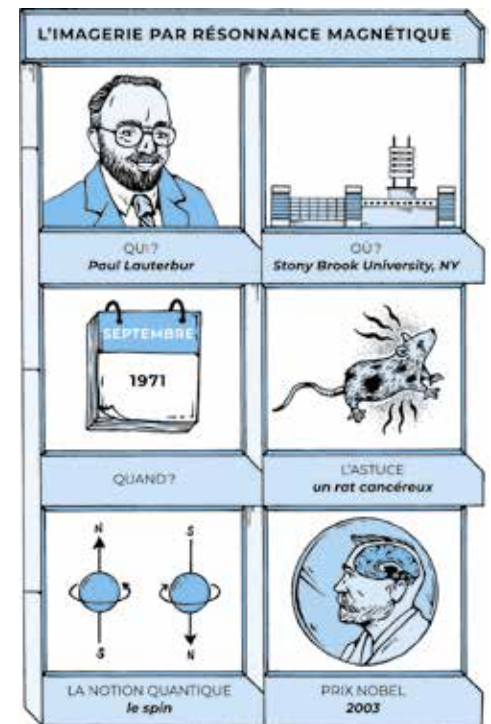


Figure 2 : Ces imposantes bobines électriques servent à Zeeman pour produire son champ magnétique.



Incapable d'expliquer l'origine de ces nouvelles raies, Zeeman consulte son collègue, le grand physicien Hendrik Lorentz. Ce dernier suggère que ces raies signalent la présence d'électrons dans les atomes, qui seraient sensibles au champ magnétique. Il faut bien mesurer à quel point cette idée est radicale : personne n'a encore montré qu'un atome contient des électrons. Au point qu'on attribuera à Zeeman et Lorentz le deuxième prix Nobel de physique de l'histoire, en 1902.

Pourtant, les deux Néerlandais n'ont en réalité pas bien compris l'effet mis en évidence par Zeeman et qui porte depuis son nom. Car il faut pour cela de la quantique, une physique encore balbutiante en 1902. Trente ans sont nécessaires pour parvenir à une explication du phénomène : les électrons d'un atome portent en fait des « spins », sorte de mini-aimants quantiques. Une fois placé dans un champ magnétique, un spin a un comportement tranché et discontinu, comme souvent en physique quantique : s'il vaut $\frac{1}{2}$, alors il n'a que deux possibilités, soit aligné, soit antialigné au champ. À chacune de ces deux situations correspond un niveau d'énergie, qui engendre les nouvelles raies. Dans le cas du sodium, le spin a une valeur plus élevée, donc plus de raies possibles. Zeeman mesurait donc en réalité l'effet du champ magnétique sur le spin des électrons. Mais il n'en savait rien.

Le plus petit aimant du monde

À la fin des années 1920, la physique quantique est

désormais bien comprise : l'atome, les niveaux d'énergie, la dualité onde-particule, le principe d'incertitude, le spin de l'électron sont autant de succès à l'actif de la théorie. Les physiciens s'attaquent alors à des objets encore plus petits : les noyaux des atomes. Certains prédisent que ce noyau pourrait lui aussi porter un spin, mais mille fois plus petit que celui de l'électron. Autant dire le plus petit aimant du monde, indétectable avec les techniques habituelles...

C'est Otto Stern, ancien collaborateur d'Einstein, qui relève le défi et tente de détecter cet hypothétique spin du proton. Il travaille alors à Hambourg, en Allemagne. Au lieu d'utiliser la lumière d'une lampe, il préfère étudier des jets de molécules d'hydrogène, sa spécialité (voir chapitre

3). Il est capable de fabriquer des vapeurs d'hydrogène qu'il propulse ensuite à près d'un kilomètre par seconde vers un détecteur. Sur leur chemin, il place un gradient de champ magnétique, c'est-à-dire un champ qui varie avec la position, un peu comme un escalier magnétique. Ce champ crée une force sur tout aimant qui le traverse. Si les protons des noyaux des molécules d'hydrogène possèdent un spin, ces molécules seront alors très légèrement déviées par cette force. Et de fait, Stern mesure une infime déflexion. Il parvient ainsi à montrer l'existence du spin du noyau, et à estimer sa taille, ridiculement faible, mais non nulle. Il recevra quelques années plus tard le prix Nobel pour cette découverte. Mais, m'objecterez-vous, on

ne voit toujours pas le rapport avec la médecine...

Résonance, résonance et résonance

Quand un physicien découvre un nouvel objet, ici le spin du noyau, son premier réflexe, c'est d'essayer de le manipuler, de jouer avec, tel un enfant face à une toupie. C'est cette fois de l'autre côté de l'Atlantique que la partie se joue, en 1938, à l'université Columbia de New York. Un chercheur américain, Isidore Rabi, calcule qu'en émettant des ondes radio à la bonne fréquence, les spins des noyaux devraient soudainement basculer entre leurs niveaux quantiques. Ils devraient donc sauter brutalement d'une direction nord-sud vers sud-nord.

Quoi de mieux qu'essayer ? Rabi reprend donc l'expérience de Stern, un jet d'atomes envoyé dans un champ magnétique. Il modifie un peu le montage, deux champs magnétiques compensés au lieu d'un, du chlorure de lithium au lieu de l'hydrogène, des ondes radio à quelques mégahertz en plus. Mais il n'observe aucun effet... jusqu'à ce qu'il fasse varier délicatement le champ magnétique. Soudain, à un champ de précisément 0,21 tesla, le jet des molécules ne se refocalise plus. Et dès cette valeur magique dépassée, le jet se refocalise à nouveau.

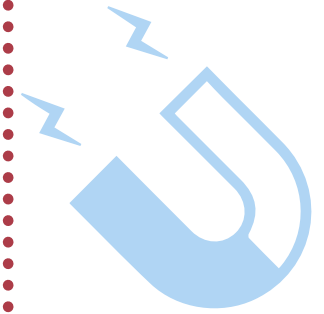
La courbe de mesure montre un pic fin et précis, qui signale le basculement des spins. C'est, dans le langage des physi-

ciens, une « résonance », un phénomène qui n'a lieu qu'à une valeur très spécifique, ici 0,21 tesla. Isidore Rabi vient de détecter la toute première résonance magnétique nucléaire, la « RMN ».

Puis vient la guerre, et avec elle, une pause de plusieurs années pour ces recherches fondamentales. Les scientifiques américains participent activement à l'effort militaire. Ainsi Félix Bloch, l'un des grands noms de la physique quantique dans les solides, étudie et améliore les radars à Harvard. Edward Purcell, un autre physicien, consacre lui aussi ses années de guerre aux radars, non loin de là, au CIT. Or qui dit radars dit ondes radio. À l'issue du conflit, les deux chercheurs s'orientent donc naturellement vers l'étude de cette résonance magnétique qui a justement lieu sous l'effet d'ondes radio. Rabi l'avait mesurée dans un gaz. Pourraient-ils la mesurer dans un liquide ou un solide ?

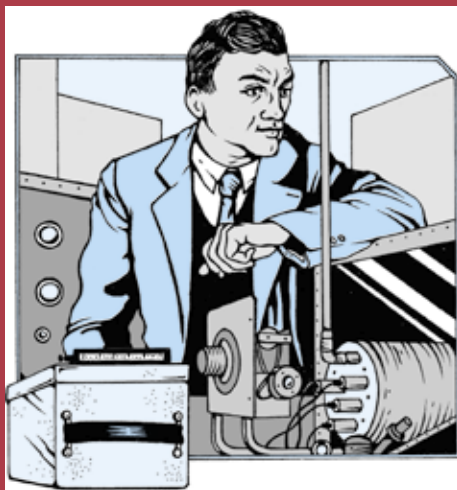
Sonder la matière de l'intérieur

Les physiciens mènent leurs recherches simultanément, dans une compétition honnête, quoique vive. Sur la côte ouest des États-Unis, Bloch choisit avec ses collègues Hansen et Packard d'étudier l'eau. Il utilise un montage simple et ingénieux. L'eau placée dans un tube en verre est entourée d'une petite bobine de fil électrique dans laquelle circule un courant alternatif, un peu comme notre 220 volts, mais à des fréquences radio de l'ordre de plusieurs mégahertz. Cela crée un champ magnétique tournant, qui va assurer le basculement des spins. Le tout est placé dans l'entrefer d'un gros aimant qui crée les deux niveaux par effet Zeeman. Le champ créé par cet aimant est ensuite



lentement augmenté, comme le faisait Rabi. Dès que la résonance est atteinte, hop! les spins basculent. Cela induit un petit signal électrique dans une seconde bobine placée perpendiculairement à la première, signal qu'il n'y a plus qu'à recueillir.

Plus de jets moléculaires, plus de montage complexe ni de gradients de champ, il suffit ici de deux petites bobines, d'un oscilloscope et d'un champ magnétique. Un dispositif simple et efficace, au point qu'il est encore employé de nos jours dans toutes les expériences de résonance magnétique. Bloch est prêt à tenter les premières mesures... quand il apprend que Purcell, Torrey et Pound, sur la côte est, viennent de mesurer eux aussi une résonance magnétique, mais dans la paraffine. C'est une courte lettre envoyée la veille de Noël à l'éditeur de la *Physical Review* qui signale leur découverte – un cadeau que Bloch ne goûte guère... Il parviendra à observer la résonance un mois plus tard seulement. Mais pourquoi donc Bloch et Purcell ont-ils déployé tant d'efforts pour reproduire un résultat déjà obtenu par Rabi huit ans plus tôt? En réalité, ils ont fait bien plus que cela. Car, à la différence du gaz utilisé par Rabi, ici, dans un solide ou un liquide, chaque noyau est non seulement entouré d'électrons, mais aussi d'autres atomes voisins.



On voit l'intérêt de l'expérience se profiler : la résonance ainsi mesurée est susceptible de servir de témoin de ce qui l'entoure – une sorte d'appareil photo fixé sur le noyau au cœur même de l'atome, pour observer autour de lui. Par exemple, dans un métal, les électrons circulent librement et créent un petit champ magnétique qui décale la résonance du noyau. Dans une molécule, les liaisons chimiques entre atomes déplacent elles aussi cette résonance. En somme, mesurez ce décalage et vous pourrez en déduire la forme des molécules ou le magnétisme des métaux ! La RMN va révolutionner la chimie puis la biologie moléculaire, en permettant de déterminer la structure et les mouvements des molécules les plus complexes. En physique des solides, elle aidera à comprendre les états quantiques les plus originaux, comme la supraconductivité ou la suprafluidité. Un prix Nobel de physique viendra récompenser Rabi en 1944, puis Purcell et Bloch en 1952, auxquels s'ajouteront en 1991 et 2002 deux prix Nobel de chimie pour Richard Ernst et Kurt Wüthrich, là encore pour des développements de la RMN.



Figure 4- Lauterbur valide ses idées grâce à une expérience épurée à l'extrême, d'une redoutable efficacité : il parvient à visualiser par résonance magnétique la position de deux éprouvettes d'eau normale placées dans un bac d'eau « lourde ».

Figure 3 - L'expérience de « résonance magnétique nucléaire » que développe Félix Bloch servira de modèle à toutes les RMN futures.

Mais dans ce cas, comment localiser où se trouve la tumeur sans pour autant disséquer le patient ? Soudain, une idée lumineuse lui vient, qu'il couche dans son carnet : six pages manuscrites à double interligne, une écriture rapide mais nette, aucune rature. Six pages qu'il paraphe aussitôt une à une et fait certifier par un collègue afin d'authentifier le document, conscient de sa portée...

L'idée tient en une phrase : la position de la résonance est proportionnelle au champ magnétique. En mesurant la première, on peut donc déduire la valeur du second. Lauterbur imagine recourir à un champ dont la valeur varierait dans l'espace, par exemple en augmentant de 1 tesla à 1,1 tesla tout au long d'une règle de trente centimètres. En mesurant la position du signal, on pourrait alors déduire où se situent les spins correspondants le long de la règle. Le champ variable servirait en somme à coder l'espace. Il suffirait alors de mesurer la relaxation correspondante pour déduire où se trouve la zone cancéreuse. Pour obtenir une image à deux dimensions, il resterait à faire de même dans plusieurs directions, puis à reconstruire la carte finale. Sur le papier, c'est limpide.

De l'idée d'un soir, il faudra un an à Paul Lauterbur pour mettre en œuvre l'expérience. Pas question de s'attaquer tout de suite à un corps humain : il veut d'abord faire la preuve du concept grâce à une expérience géniale, merveille d'épure, juste deux éprouvettes d'eau placées dans un bac contenant un autre liquide. Bingo : à l'automne 1972, il parvient à détecter, grâce à ses « gradients de champs magnétiques », la position des éprouvettes.

Quoi, tant d'effort pour repérer deux éprouvettes qu'on peut voir à l'œil nu, où est l'intérêt, diraient les rabat-joie ? Mais la réussite de cette expérience annonce l'avenir car la même technique s'applique au corps humain. Il faudra cependant attendre 1977, avec les progrès de l'informatique, l'utilisation d'astuces mathématiques et de champs magnétiques de nouvelle génération pour contempler, enfin, la première image d'un corps humain vivant : une section d'un doigt, imparfaite, sans détails certes, mais obtenue sans avoir à le découper ! L'IRM, ou imagerie par résonance magnétique, est née ; le N de « nucléaire » a été pudiquement remplacé par un I pour ne pas effrayer. Lauterbur recevra avec Peter Mansfield le prix Nobel de médecine en 2003. Un prix que Raymond Damadian, le chercheur qui avait proposé l'idée de départ, contestera avec vigueur, allant jusqu'à payer des publicités dans le New York Times pour réclamer son dû !

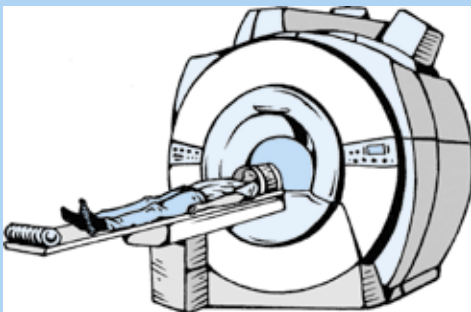


Figure 5 - Dans une IRM moderne, le corps du patient est placé dans un champ magnétique intense. Ce dernier est créé par une bobine supraconductrice, plongée dans de l'hélium liquide à -269°C !



Ce texte est extrait du livre de Julien Bobroff « Mon grand mécano quantique » publié aux éditions Flammarion.

Ouf, nous voilà parvenus à la fin d'une longue histoire où s'entremêlent la physique quantique, la chimie, la biologie et la médecine, à l'image des prix Nobel qui la jalonnent. Qui aurait parié, en 1896, qu'une simple expérience de physique menée par un jeune Néerlandais en cachette de son directeur aboutirait, presque cent ans plus tard, à l'un des plus fabuleux outils médicaux jamais inventés ? La science, même la plus fondamentale, débouche parfois sur des applications inattendues. Encore faut-il lui en laisser le temps.



Bientôt le printemps,
il est peut-être temps de réserver sa croisière
de l'été, sa descente en kayak ou encore son
excursion en voilier...

... l'occasion de réviser ensemble quelques
notions!



LA SCIENCE DES

BATEAUX

Un atelier de la M.I.S.S. mis en images par Aurélie Bordenave

CE N'EST PAS EN BATEAU
MAIS EN LUGE (!!!)
QUE J'AI FAILLI ME RENDRE
À LA MAISON D'INITIATION
ET DE SENSIBILISATION
AUX SCIENCES



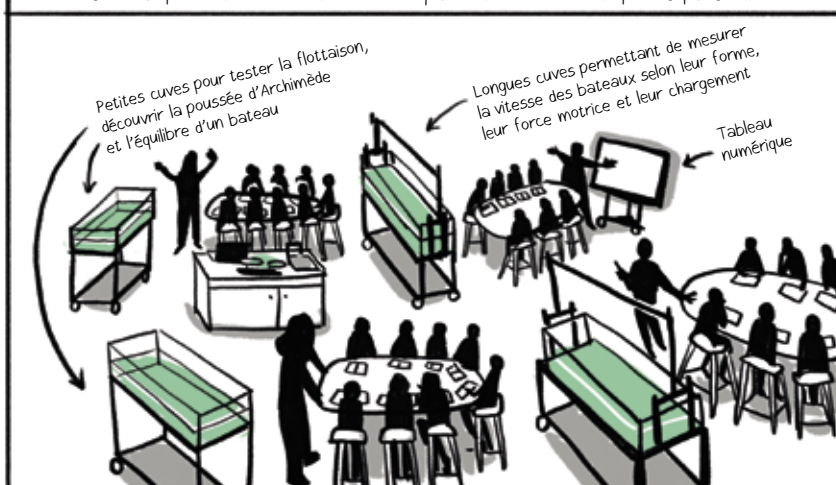
Par un beau matin d'hiver,
je suis invitée à assister à l'atelier
de médiation conçu par Philippe
Gondret* du laboratoire FAST

ÇA GLISSE
PAR ICI!



*avec l'aide de Anna Paquier, Lionel Auffray, Patrice Jenffer et Sylvie Sikora

Les participants (des classes du CE2 jusqu'à la 3^e, sur réservation) sont répartis en quatre groupes
encadrés par une doctorant-e: ils vont acquérir des connaissances par l'expérience.

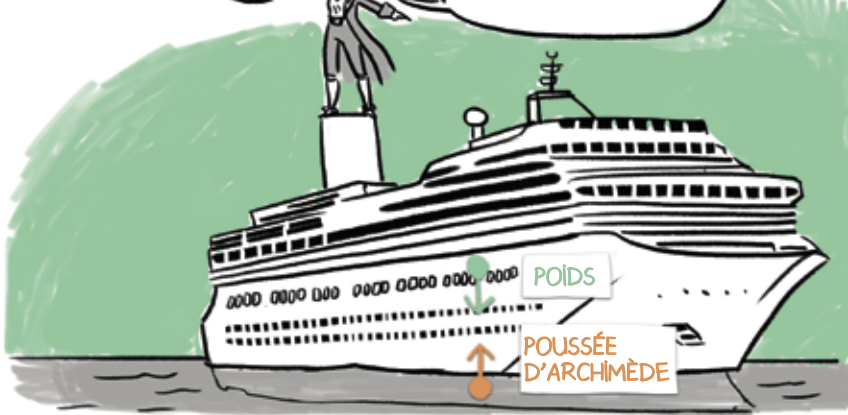


PRÊTS?
À L'ABORDAGE!



SI TON NAVIRE DE CROISIÈRE FLOTTE, C'EST GRÂCE À UN SUBTIL ÉQUILIBRE ENTRE DEUX FORCES EN COMPÉTITION.

LE POIDS ET LA POUSSEE D'ARCHIMÈDE..



Le centre de carène ● est le point sur lequel la poussée d'Archimède s'applique. Il correspond au centre du volume d'eau déplacé par le bateau.



SI LE CENTRE DE GRAVITÉ ● SE DÉCALE TROP PAR RAPPORT AU CENTRE DE CARÈNE..



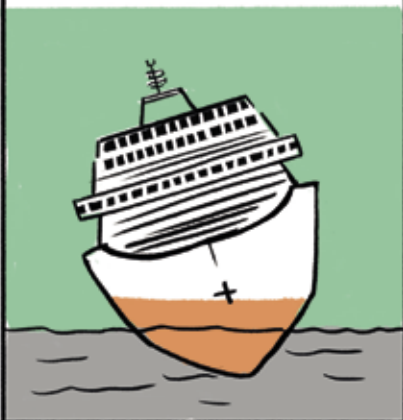
...LE NAVIRE RISQUE DE CHAVIRER !



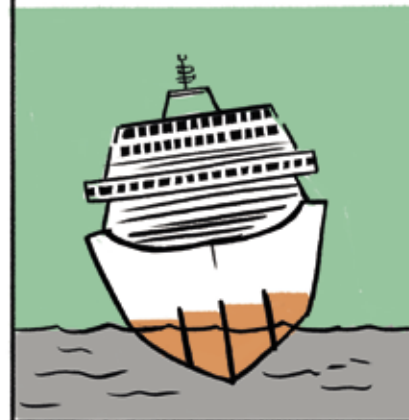
PETIT CONSEIL AU PASSAGE : LORS DE L'EMBARQUEMENT, VEILLEZ BIEN À CE QUE LE CHARGEMENT SOIT BIEN RÉPARTI...



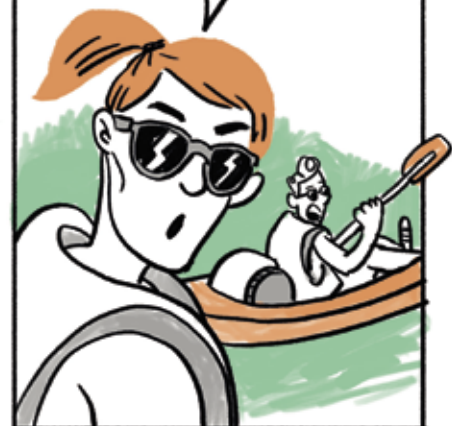
C'est un véritable casse-tête pour les ingénieurs d'assurer la stabilité d'un bateau lorsque celui-ci transporte du liquide par exemple...



Une solution consiste à séparer par des cloisons afin d'éviter que toute la masse du liquide transporté soit déplacée.

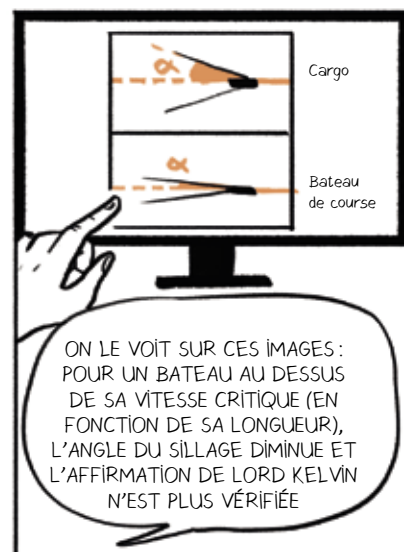


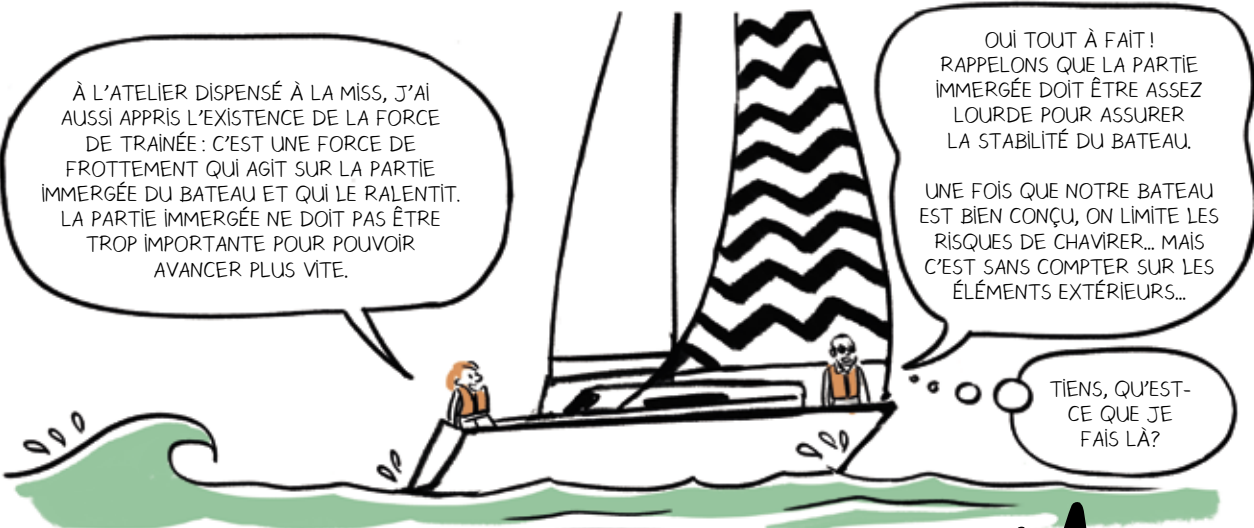
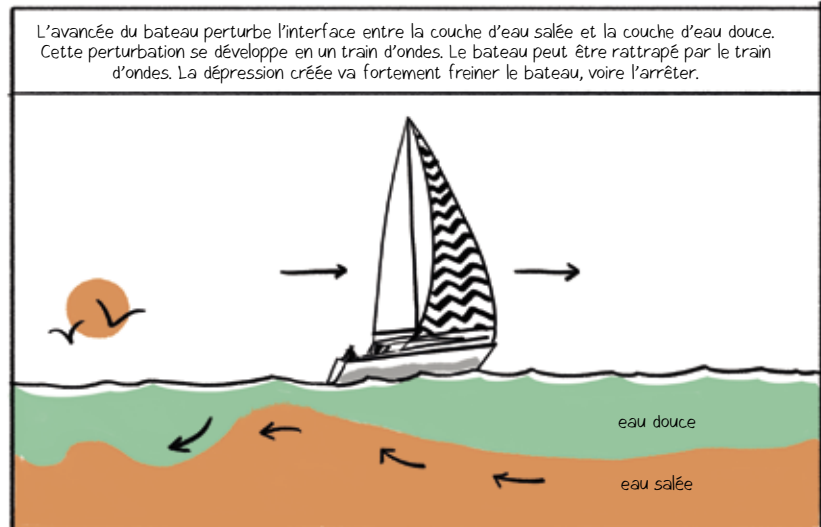
ET POUR MA DESCENTE EN KAYAK, UN CONSEIL ?





Il y a quelques années, c'est lors d'une formation de professeurs des écoles à la Fondation des Treilles en Provence que Marc Rabaud, enseignant-chercheur au laboratoire FAST (Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques) de l'Université Paris-Sud a eu l'idée d'un nouveau sujet de recherche...





SI LE CENTRE
DE GRAVITÉ ● SE DÉCALE
TROP PAR RAPPORT

**ET SI ON VOUS EN DISAIT
PLUS SUR LA BD**

**« LA SCIENCE
DES BATEAUX » ?**

.....

Toute l'équipe du magazine Pssst ! espère que cette mini-bande dessinée vous a séduit. Laissez-nous vous montrer l'envers du décor et suivez-nous pour découvrir les coulisses et pénétrer au cœur de son making of.

La MISS kézaco?

Peut-être y aura-t-il un jour un concours pour élire la MISS Paris-Sud ou Paris-Saclay, mais en attendant, notre MISS à nous c'est la Maison d'Initiation et de Sensibilisation aux Sciences¹. La MISS est un espace implanté au cœur du campus de l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay qui accueille des classes du CE2 à la 3^e. Les élèves accompagnés de leurs enseignants suivent pendant une journée un atelier scientifique thématique lors duquel ils vont pouvoir s'interroger, se tromper, expérimenter, bref découvrir ensemble les démarches scientifique et exploratoire, ainsi que la science « en train de se faire ».

Un doctorant ou une doctorante est un jeune chercheur ou une jeune chercheuse qui prépare un doctorat, soit le diplôme universitaire le plus élevé. Pour l'obtenir, il faut avoir le niveau master (Bac + 5) et rédiger une thèse pendant au moins trois ans.

En direct de nos labos

Les ateliers sont animés par des jeunes **doctorants et doctorantes**. Ils ont tous été conçus par des chercheurs qui font le lien avec les recherches qui sont menées dans leurs laboratoires. En l'occurrence, l'atelier Science des bateaux a été conçu par Philippe Gondret, qui est Professeur à l'Université et chercheur au Laboratoire Fluides, Automatique et Systèmes Thermiques FAST (Université Paris-Sud, CNRS). Le Pitch ? **« Faites de la physique en (haute) mer : pourquoi un bateau flotte-t-il ? Comment le charger pour qu'il ne coule pas ou ne chavire pas ? La forme du bateau est-elle importante pour sa stabilité et pour son déplacement ? »** Cet atelier fait le lien avec les thématiques explorées au sein du Laboratoire FAST comme l'hydrodynamique, les transferts, la mécanique et la physique des milieux dispersés. Les travaux sont basés sur le développement d'expériences (visualisation d'écoulement, traitements d'images quantitatifs, acoustique, gravimétrie haute résolution, rhéologie...) ainsi que de modélisations et de simulations numériques.

¹ Une structure portée par le Conseil Régional d'Île-de-France, la Diagonale Paris-Saclay et la ComUE Université Paris-Saclay, l'Université Paris-Sud et le CNRS.

Une partie de la magie s'explique facilement si on remarque que les cases symétriques par rapport au centre ont toujours pour somme 17 — regardez comment sont placées les cases 1 et 16, 2 et 15, 3 et 14... N'importe quel motif de 4 cases symétriques par rapport au centre a donc pour somme $2 \times 17 = 34$, comme on le voit figure 3.

Cependant cela n'explique pas tout puisqu'on retrouve le même 34 dans des ensembles qui n'ont pas cette symétrie, par exemple les petits carrés formés par un coin et les trois cases qui l'entourent. Et la cerise sur le gâteau : les deux cases du milieu de la dernière ligne indiquent la date du tableau, 1514 ! Magique, on vous dit...

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Les carrés magiques n'ont pas tous 16 cases, il en existe même de toutes les tailles. On peut remplir un carré d'ordre 3 (c'est-à-dire comportant 3×3 cases) avec les entiers de 1 à 9, aussi bien qu'un carré d'ordre 10 avec les entiers de 1 à 100, de façon que toutes les rangées,

6	1	8
7	5	3
2	9	4

les colonnes et les diagonales aient la même somme. Toutes les tailles... ou presque ! On vérifie facilement qu'il n'existe pas de carré magique d'ordre 2, mais c'est la seule exception.

Tous les carrés ayant la même taille ont la même « constante magique » (la somme que l'on retrouve sur toutes les lignes). Pour un carré d'ordre 4 la constante vaut 34 comme on l'a vu chez Dürer, pour l'ordre 3 la constante vaut 15, pour l'ordre 10 elle vaut 505... La formule générale est expliquée sur le site de Pssst !

Combien y a-t-il de carrés magiques d'un ordre donné ? La réponse est en général... beaucoup ! Quand on a un carré magique, on peut immédiatement en trouver 7 autres par des symétries et des rotations, mais ils ne sont pas considérés comme réellement différents. Selon ce critère, il n'existe qu'un seul carré magique d'ordre 3, même s'il peut se présenter de 8 façons (figure 4). Une légende chinoise raconte que ce carré fut découvert sur la carapace d'une tortue sortie de la rivière Luo durant une inondation.

8	3	4
1	5	9
6	7	2

2	7	6
9	5	1
4	3	8

4	3	8
9	5	1
2	7	6

8	1	6
3	5	7
4	9	2

Figure 4 : un carré magique peut être tourné de 8 façons différentes tout en restant essentiellement le même.

Pour l'ordre 4, au XVII^e siècle le mathématicien français Bernard Frénicle de Bessy a énuméré les 880 carrés réellement différents. Il faut ensuite attendre 1973 pour que l'Américain Richard Schroepel dénombre les 275305224 carrés magiques d'ordre 5. Au-delà, le calcul reste à faire ; on sait tout de même grâce à une estimation de K. Pinn et C. Wierczkowski en 1998 que pour l'ordre 6 c'est environ 17 milliards de milliards.

Nous avons dit qu'un carré magique contient des entiers successifs à partir de 1, mais rien n'empêche d'élargir la définition : on peut décider de considérer comme magique un carré de nombres quelconques, pas forcément consécutifs, dont la somme est la même sur toutes les rangées, les colonnes et les diagonales. À condition tout de même que les nombres soient tous différents, sinon c'est trop facile. La liberté supplémentaire que donne cette nouvelle définition permet de se poser de nouvelles questions. Par exemple, saurez-vous construire un carré magique d'ordre 3 contenant uniquement des nombres premiers (des nombres qui n'ont pas de diviseurs propres, comme 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17...) ? Pour vous aider,

16	3	2	13
5	10	11	8
9	6	7	12
4	15	14	1

Figure 3 : l'ensemble des quatre cases bleues est symétrique par rapport au centre du carré, et leur somme vaut 34. De même pour les quatre cases violettes.

2	9	4
7	5	3
6	1	8

6	7	2
1	5	9
8	3	4

sachez que la constante magique d'un tel carré vaut au minimum 177. Une solution se trouve sur le site de Pssst. Autre voie de recherche, les carrés magiques multiplicatifs, où ce n'est plus la somme mais le produit des nombres qui doit être le même sur toutes les lignes. Encore plus fort, le carré de la figure 5, découvert en 2005 par Christian Boyer, est doublement magique, à la fois par addition et par multiplication.

Les questions soulevées par les carrés magiques débordent parfois le cadre strict des mathématiques. On peut par exemple chercher un carré qui reste magique quand on le regarde la tête en bas. Cela suppose qu'on l'écrive avec une police de caractères dans laquelle certains chiffres restent lisibles quand on les retourne. Avec uniquement les chiffres 2, 5 et 8, saurez-vous construire un carré d'ordre 3 composé de nombres à deux chiffres, de constante 165, qui reste magique avec la même constante quand on le retourne (solution sur le site de Pssst !). Si on veut un carré qui reste magique mais avec une constante différente une fois retourné, la seule solution pour un carré d'ordre 3 avec des nombres inférieurs à 100 est celle de la figure 6.

21	82	50	18	02	25
80	51	22	22	15	08
52	20	81	05	28	12

Figure 6 : le carré magique de gauche a pour constante 153. Retourné la tête en bas, il devient celui de droite, avec une constante de 45.

75	38	207	102	11	20	91	56
5	44	49	104	57	50	153	138
133	200	17	92	45	66	21	26
99	30	39	14	175	152	23	68
78	63	22	15	184	119	100	19
136	161	76	25	42	117	10	33
28	13	40	77	34	69	114	225
46	51	150	171	52	7	88	35

Figure 5 : dans ce carré, la somme des 8 nombres de chaque rangée, colonne et diagonale vaut toujours 600 et leur produit toujours 67 463 283 888 000.

Puisque nous nous intéressons à la façon dont les nombres sont écrits, pourquoi ne pas aller un cran plus loin et les écrire en toutes lettres ? En 1986, l'ingénieur britannique Lee Sallows a proposé d'appeler « carré alphamagique » un carré magique tel que, si on écrit les nombres dans chaque case en anglais et qu'on compte les lettres utilisées, on obtient à nouveau un carré magique. Il existe de nombreux carrés alphamagiques en anglais et dans d'autres langues. La figure 7 montre le carré alphamagique français ayant la plus petite constante, 318.

Figure 7 : le carré de gauche est alphamagique. Il est magique au sens habituel, et il reste magique si on remplace chaque nombre par le nombre de lettres de son nom en français.

206	1	111	deux cent six	un	cent onze	11	2	8
11	106	201	onze	cent six	deux cent un	4	7	10
101	211	6	cent un	deux cent onze	six	6	12	3

En 2017 un autre britannique, l’informaticien Chris Patuzzo, a publié un carré doublement alphamagique : en remplaçant chaque nombre par le nombre de lettres de son nom en anglais, on obtient à nouveau un carré alphamagique. La figure 8 donne en exclusivité pour les lecteurs de Pssst ! le premier carré doublement alphamagique en français.

94399094399094399094399097117	1000001000001000001097102	47200047200047200047200047200097132
1000001000001000001097132	47200047200047200047200047200097117	94399094399094399094399097102
47200047200047200047200097102	94399094399094399094399097132	1000001000001000001097117

La vérification est un peu longue, vous la trouverez sur le site de la revue. À titre d’exemple, le nombre dans le coin supérieur gauche a un nom de 275 lettres : quatre-vingt-quatorze mille trois cent quatre-vingt-dix-neuf quadrillions quatre-vingt-quatorze mille trois cent quatre-vingt-dix-neuf trillions quatre-vingt-quatorze mille trois cent quatre-vingt-dix-neuf billions quatre-vingt-quatorze mille trois cent quatre-vingt-dix-neuf millions quatre-vingt-dix-sept mille cent dix-sept.

Pour conclure, ayons une pensée pour les gens vraiment réfractaires aux mathématiques... En effet, certaines personnes baptisent « carré magique » un objet totalement différent, qu’on appelle plus couramment « mots carrés » : une grille de mots croisés, sans cases noires, dans laquelle les mots sont les mêmes horizontalement et verticalement, comme sur la figure 9. Avec les mots d’un dictionnaire usuel, y compris les verbes conjugués, on peut en trouver jusqu’à l’ordre 9.

La figure 10 vous propose de remplir vous-même une grille d’ordre 6. Au lieu de définitions comme dans les mots croisés, les lettres de chaque mot de la grille vous sont données, réordonnées pour former d’autres mots. La solution se trouve sur le site de Pssst !.

Ce petit tour d’horizon n’a fait qu’effleurer le sujet des carrés magiques. Des livres entiers leur ont été consacrés, ainsi que d’innombrables sites web. Depuis les interprétations mystiques ou religieuses jusqu’à leur utilisation dans les tests d’engrais agricoles, en passant par les cubes magiques, voire les carrés géomagiques où les nombres sont remplacés par des formes géométriques, n’hésitez pas à partir à la découverte de ce monde merveilleux !

C	H	A	M	P
H	E	L	A	S
A	L	O	R	S
M	A	R	E	S
P	S	S	S	T

Figure 9 : Un « carré magique de lettres », ou mots carrés

Figure 8 : dans ce carré magique, en remplaçant chaque nombre par le nombre de lettres de son nom en français, on obtient un nouveau carré magique. En répétant la même opération sur ce deuxième carré, on obtient un troisième carré magique.

LARVEE →

ESTIVE →

SIALIS →

BELAIT →

VIELLE →

SADISE →

Figure 10 : remettez les lettres de chaque rangée dans le bon ordre pour qu'on puisse lire dans la grille les mêmes mots horizontalement et verticalement.



CABINET DE CURIOSITÉS?

Saurez-vous deviner à quoi correspondent ces objets mystérieux qui sont conservés dans le Cabinet de Curiosité de la Faculté des Sciences d'Orsay?

- a) Le manche d'un sabre laser
- b) Une clarinette électrique
- c) Un instrument de mesure optique
- d) Un bazooka

1

?



Réponse : C : Il s'agit d'un télémètre. Cet instrument permet, par des procédés optiques, de mesurer la distance entre un observateur et un point éloigné. Il était utilisé par des chercheurs en géologie pour faire des mesures permettant d'établir des cartes topographiques. Il avait également un usage militaire durant la seconde guerre mondiale pour la défense anti-aérienne.

- a) Un télescope rudimentaire
- b) Un microphone des années 80
- c) Un instrument ophtalmologique
- d) Un appareil de mesure de la concentration de sucre

2

?

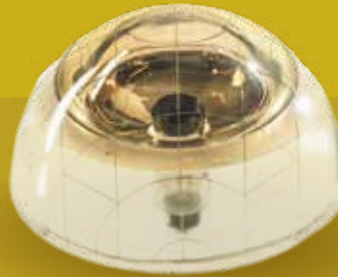


- a) Un appareil de mesure des flux de photons
- b) Un œil artificiel
- c) Une ampoule utilisée dans les sous-marins
- d) La coque d'un gyrophare

3



?



Réponse: D : Le polarimètre-saccharimètre de Laurent est utilisé pour déterminer la concentration en sucre de solutions. La plupart des saccharimètres sont à présent numériques. Ils sont utilisés dans des laboratoires de l'industrie alimentaire pour identifier la pureté du sucre et bien doser les éléments. Ils sont également utilisés par des étudiants lors de travaux pratiques à la Licence.

Réponse: A: Plutôt appelé « photomultiplicateur Antares », cet objet est utilisé pour déterminer l'intensité des flux de photons. Celui-ci est intégré à un réseau de près de 1 000 détecteurs implantés au fond de la Méditerranée (près de Toulon) à une profondeur de 2 500 mètres. La sphère de verre est conçue pour résister à la pression qui règne sous l'eau (250 fois la pression atmosphérique) et abrite le photomultiplicateur. Le but était de construire un appareil de grande taille au fond de la mer pour collecter des particules qui sont capables de traverser la Terre.

?

4

- a) La poitrine d'un poulet préhistorique
- b) Une tumeur extraite de l'intestin d'un cachalot
- c) L'estomac d'un ruminant
- d) Le placenta d'un éléphant



- a) Un couteau cérémoniel Inca
- b) Un fanon de baleine
- c) Une plume de colibri
- d) Une résine recouvrant la coque d'un bateau

5

?



Réponse : B : Fanon de baleine. Ce sont des structures cornées (comme nos ongles ou les cornes des bovins) couvertes de poils, qui poussent continuellement. Elles sont fixées sur la mâchoire supérieure des baleines à fanons (groupe des Mysticètes). L'eau contenant les petites proies est chassée vers l'extérieur de la bouche par la langue à travers les fanons. Les fanons jouent alors un rôle de filtre retenant les proies.

Réponse : C : Estomac de ruminant. La rumination (aller-retour entre la bouche et l'estomac) est principalement pratiquée par des mammifères herbivores. Cet estomac est caractérisé par la présence de plusieurs poches. La plus grande (le rumen ou panse) abrite un écosystème microbien diversifié permettant de digérer des aliments difficiles à digérer (riches en cellulose notamment). La rumination permet de fragmenter ces aliments et de favoriser l'action microbienne de digestion par l'ajout d'urée et de phosphate d'origine salivaire.



Cabinet de Curiosités : sur les pas de nos collections naturalistes

Les premiers Cabinets de Curiosités apparaissent à la Renaissance au XVI^e siècle. Ce sont des lieux où l'on collectionne des objets divers et variés : des animaux morts, des plantes, des pierres, des objets fabriqués par l'Homme provenant de contrées lointaines. Selon leur origine géographique, ils sont appelés Studiolo (« grotte » en italien) ou Wunderkammer (« chambre des Merveilles » en allemand). À partir du XIX^e siècle, les cabinets de curiosités disparaissent au profit de grandes institutions comme les Muséums, l'École Normale de l'an III (ancêtre des Écoles Normales Supérieures) et les universités.

La collection scientifique de la préparation à l'Agrégation des Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Univers de l'Université Paris-Sud a été constituée à partir des anciennes collections des Écoles Normales Supérieures de Paris, de Sèvres et de Saint-Cloud. Elle a été acquise par des dons provenant du MNHN, d'étudiants, enseignants-chercheurs ou anonymes passionnés par les sciences naturelles, mais aussi par des achats dans divers magasins parisiens spécialisés de renom.

Ce cabinet de curiosités s'articule autour de cinq grands thèmes dans la salle contenant la collection d'ornithologie : la zoologie, la botanique, la géologie, les collections pédagogiques et d'instruments et la Bibliothèque.

Réponse : A : Squelette de paresseux. Les paresseux sont des mammifères arboricoles d'Amérique tropicale. Ils vivent la plupart du temps suspendus tête en bas sous les branches auxquelles ils s'accrochent par de longues griffes. Ils possèdent 8 à 9 vertèbres cervicales (contre 7 pour la plupart des mammifères, humains ou girafes par exemple) permettant des rotations de 270° de la tête.



ILS ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

COUVERTURE

L'illustration a été réalisée par **Victorya Denys** inspirée de l'article *Le blues du cordon bleu* (p12-13)



MERCI DE NOUS L'AVOIR POSÉE

6-7

Pourquoi la nuit est-elle noire?

Hervé Dole est l'auteur de cet article.

Il est Professeur des universités à l'Institut d'Astrophysique Spatiale (Université Paris-Sud/ Paris-Saclay/ CNRS). Il est astrophysicien et étudie la formation et l'évolution des grandes structures (amas et galaxies). Il est également Vice-Président de l'Université Paris-Sud en charge de la médiation scientifique, art, culture, société.

L'illustration a été réalisée par **Lison Bernet**.
Son site : lisonbernet.ultra-book.com

8-9

Qu'est-ce que le Bitcoin?

Jacques Baudron est chargé de cours en technologies virtuelles à l'IUT de Cachan de l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay. Il a fondé la société IXTEL, spécialisée dans l'Ingénierie, les Conseils et Services en Télécommunications. Il est spécialiste des nouvelles technologies (blockchain, Intelligence Artificielle et calculateurs quantiques).

L'illustration a été réalisée par **Marine Joumard**.
Son site : marinejoumard.com

FILONS DROIT

10-11

Quel droit pour les IA ?

Alexandra Bensamoun est Professeur de droit à l'Université de Rennes 1 et chercheur associé au CERDI, un laboratoire de sciences juridiques de la Faculté de Droit, Economie, Gestion de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay. Elle a été membre du groupe de travail relatif aux enjeux juridiques et réglementaires de l'intelligence artificielle, dans le cadre de la Stratégie nationale en intelligence artificielle (2017). « Personnalité qualifiée » au CSPLA, elle est amenée à conseiller le ministre de la Culture sur l'évolution de la législation. Dans ce cadre, elle remettra un rapport sur IA et culture en novembre 2019. Elle a aussi codirigé un traité sur le Droit de l'intelligence artificielle (Lextenso, 2019).

L'illustration a été réalisée par **Marine Joumard**. Son site : marinejoumard.com

À TABLE !

12-13

Le blues du cordon bleu

Raphaël Haumont est l'auteur de cet article. Enseignant-chercheur à l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay, Raphaël Haumont étudie et enseigne la physique-chimie des matériaux. Il investigate les « matériaux alimentaires », et effectue sa recherche autour de la physico-chimie de la cuisine (cuisine moléculaire). Co-fondateur du Centre Français d'Innovation Culinaire (CFIC) avec le chef Thierry Marx en 2013, il dirige aujourd'hui la chaire universitaire « cuisine du futur ».

14-15

Tous en quête de l'étiquette

Professeur des Universités en Sciences de gestion, spécialisée en Marketing Social,

Lydiane Nabec est Directrice de l'Institut Villebon – Georges Charpak depuis le 22 mars 2019. Auparavant, elle a occupé les fonctions de Vice-Présidente Politique Numérique de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay entre 2016 et 2019 et Vice-Présidente Organisation, Politique Numérique et Systèmes d'information entre 2012 et 2016. Elle a par ailleurs coordonné avec Dominique Roux l'ouvrage *Protection des consommateurs : les nouveaux enjeux du consumérisme*. Elle est auteur d'articles de recherche publiés dans Recherche et Applications en Marketing, Décisions Marketing, Journal of Marketing Management, Journal of Consumer Affairs ou Journal of Consumer Policy.

COMMENT ÇA VA LA SANTÉ ?

16-17

Les bactéries sont-elles nos amies pour la vie ?

Praticien hospitalier, **Gabriel Perlemuter** est chef du service d'hépatogastro-entérologie et nutrition à l'hôpital Antoine-Béclère, à Clamart (AP-HP). Professeur des universités à la Faculté de Médecine de l'Université Paris-Sud, il dirige une équipe de recherche dédiée à l'interaction entre le foie et le microbiote intestinal. Membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, il est l'auteur de nombreuses publications scientifiques et didactiques.

Les illustrations ont été réalisées par **Mélina Cyrenne**, Doctorante à Paris-Sud / Paris-Saclay au sein de l'Institut de Biologie Intégrative de la Cellule (I2BC-CNRS/UPSud/CEA). Originaire du Canada, Mélina Cyrenne a fait ses études supérieures à l'Université de Sherbrooke au Québec (Canada). Elle est arrivée en France pour démarrer sa thèse en 2018 et effectue une mission doctorale en médiation scientifique au sein de la rédaction du magazine *Pssst !*.



DANS LE RÉTRO

18-19

Niels Steensen, vous connaissez ?

Frédéric Bouchard est un chercheur canadien qui a fait partie de la première vague des lauréats du programme Make Our Planet Great Again, destiné aux chercheurs prêts à rejoindre la France pour mener la lutte contre le réchauffement climatique dans les laboratoires de pointe du domaine. Frédéric Bouchard est accueilli pour 4 ans au Laboratoire Géosciences Paris Sud (GEOPS) de la Faculté des Sciences de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay pour développer son projet qui vise à étudier l'impact du réchauffement actuel sur le relargage des gaz à effet de serre causé par le dégel du pergélisol. À ses heures perdues, il se passionne pour l'histoire des sciences.

Les illustrations ont été réalisées par Mélina Cyrenne.

AU TABLEAU !

20-21

un sacré coup de vieux

Alexandra Perrot, est enseignant-chercheur à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay. Ses travaux de recherche s'inscrivent dans le domaine de la psychologie et s'intéressent principalement aux déficits cognitifs engendrés par l'avancée en âge ainsi qu'aux modérateurs de ces déficits, à travers notamment l'hypothèse de l'enrichissement cognitif.

L'illustration a été réalisée par **Diane Rottner**.
Son site : www.dianerottner.com

ELEMENTARY MY DEAR WATSON

22-23

The economy of a victory

Michel Desbordes est Professeur des universités à la Faculté des Sciences du Sport de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay. Il est spécialiste du marketing du sport et du management d'événements sportifs, notamment dans le football. Il est l'auteur de 30 ouvrages de référence sur le sujet, en français et en anglais (également traduits en espagnol et en chinois).

L'illustration a été réalisée par **Diane Rottner**.
Son site : www.dianerottner.com

FOCALE

24 à p31

Lab for Sims

Le reportage photo a été réalisé par **Chris Peus**. Son site : www.chrispeus.com

Olivier Kahn est l'auteur des légendes. Il est responsable de la mission arts, culture, sciences et société de l'Université Paris-Sud.

MA MISSION LA PLUS FOLLE

32 à p 37

Rendez-vous en terre inconnue

Antoine Séjourné est enseignant-chercheur au Laboratoire Géosciences Paris Sud (GEOPS) de la Faculté des Sciences de l'Université Paris-Sud / Paris-Saclay. Ses recherches portent sur l'étude des processus périglaciaires. Il étudie

notamment la fonte du pergélisol à haute résolution temporelle et spatiale en réponse au changement climatique et aux activités humaines en Yakoutie Centrale (Sibérie Orientale).

Antoine Séjourné est l'auteur des photographies dont certaines ont été prises à l'aide d'un drone.

L'illustration a été réalisée par **Mélina Cyrenne**.

C'EST QUOI VOTRE MÉTIER ?

38-39

Rencontre avec Valérie Godard, une sacrée fine lame

Valérie Godard a été photographiée par **Alexis Cheziere**.

Son site : www.alexis-cheziere.com

C'EST PHYSIQUE !

40 à 45

La quantique au service de la médecine

Julien Bobroff est Professeur des universités à l'Université Paris-Sud /Paris-Saclay, spécialiste de la supraconductivité, du magnétisme, de la physique quantique et de la physique de la matière condensée. Il anime depuis 2013 l'équipe de recherche *La Physique Autrement* au Laboratoire de Physique des Solides – LPS (UPSud/CNRS). Grand vulgarisateur de sciences, il est l'auteur du livre *Mon Grand Mecano Quantique*.

L'ouvrage *Mon Grand Mecano Quantique* a été illustré par **Marine Joumard**.

Son site : marinejoumard.com

LA SCIENCE EN BULLES

46-51

La science des bateaux

Aurélié Bordenave est l'auteur de la bande dessinée. Son site : aureliebordenave.fr

FAITES VOS JEUX

52-55

De la magie dans les carrés

Nicolas Graner est l'auteur de l'article et le concepteur des énigmes. Au sein du service Communication, médiation et patrimoine scientifiques (COMPAS) de la Faculté des Sciences d'Orsay à l'Université Paris-Sud, il est responsable de l'équipe Vulgarisation scientifique qui a pour mission de mettre le savoir à la portée d'un large public dans tous les domaines de la science.

56-57

Cabinet de curiosité

Les objets exposés dans le cabinet de curiosité ont été sélectionnés par **Chrystelle DUHEM**, responsable de la collection naturaliste à la Préparation à l'Agrégation de SVT de la Faculté des Sciences de l'Université Paris-Sud /Paris-Saclay.



Directeur de la publication
Alain Sarfati

Directeur de la rédaction
Hervé Dole

Rédactrice en chef
Gaëlle Degrez

Rédaction
Mélina Cyrenne
Gaëlle Degrez

Comité de rédaction
Brigitte Bourdon
Mélina Cyrenne
Gaëlle Degrez
Hervé Dole
Olivier Kahn
Anaïs Vergnolle

Comité éditorial
Auberi André
Etienne Augé
Julien Bobroff
Pascal Corbel
Jean-Philippe Denis
Catherine Descours
Valérie Fortuna
Raphaël Haumont
Lydiane Nabec
Léa Remaud
Gaëtane Nocturne
Alain Sarfati
Kevin Wurtz

Conception et graphisme
Pierre Alvaisse
Marie Marty
BUR0-GDS

Impression
Merico

Tirage
2000 exemplaires - novembre 2019

Magazine bi-annuel
N°ISSN : en cours
Université Paris-Sud
Bâtiment 300
rue du Château
91405 Orsay cedex



LES JOURNÉES PORTES 2020 OUVERTES

À L'UNIVERSITÉ PARIS-SACLAY

SCIENCES / TECHNOLOGIES
SPORT / SANTÉ / DROIT / ÉCONOMIE
GESTION / MANAGEMENT

SAMEDI 25 JANVIER
10H > 17H - SCEAUX

FACULTÉ JEAN MONNET
Droit, Économie, Gestion

IUT DE SCEAUX
Commerce, Gestion, Management

SAMEDI 1^{ER} FÉVRIER
10H > 17H - ORSAY/SACLAY

FACULTÉ DES SCIENCES
Bât. 337

**FACULTÉ DE MÉDECINE
& FACULTÉ DE PHARMACIE**
Portail Santé - Bât. 337

STAPS - SCIENCES DU SPORT
Bât. 335

POLYTECH PARIS-SACLAY
Bât. 620

IUT D'ORSAY
Chimie, Informatique, Mesures physiques

MERCREDI 26 FÉVRIER
14H > 18H - ORSAY/SACLAY

IUT D'ORSAY
Chimie, Informatique, Mesures physiques

SAMEDI 7 MARS
10H > 17H - CACHAN

IUT DE CACHAN
Génie mécanique, Génie électrique et informatique industrielle



JPO2020

www.universite-paris-saclay.fr/jpo

**université
PARIS-SACLAY**

f Université Paris-Saclay @UnivParisSaclay Université Paris-Saclay

