

#1

Numéro 1 - Juillet 2023

DISSECTION

Journal expérimental de vulgarisation scientifique réalisé par des étudiant.e.s de L2 de Nantes Université

QUI A TUÉ 100 TONNES DE POISSON DANS LE FLEUVE ODER ?

Une enquête à la frontière
germano-polonaise.

Page 6



DOSSIER PLANÉTOLOGIE

Juice, la plus grande
mission spatiale d'Europe

Page 11

Les mondes aquatiques : à la
découverte de deux exoplanètes
hors du commun

Page 13



Ce journal est issu de l'UED « Journalisme et Sciences » proposée aux étudiants et étudiantes en deuxième année de la Faculté des sciences et techniques de Nantes Université. Cette initiative est accompagnée par la Direction culture et initiatives de Nantes Université et soutenue par la Direction Régionale des Affaires Culturelles des Pays de la Loire.

Rédactrices en chef : Cécile Michaut, Charlotte Truchet.

Rédacteurs et rédactrices : Amine Allali, Anaïs Amourgom, Justine Barthélémy, Lylia Chebourou, Thomas Chevallier, Adebayo Datondji, Manon Daudin, Lenaïg Corderoc'h, Bleuenn Donnard, Soline Dreillard, Leana Dulondel, Rania Echaddadi, Cassandra Fostier, Zoé François, Anaïs Gabillard, Joanna Garelle, Mélody Gautier, Aubérie Jonquet-Laurent, Joann Jonas Kaya, Marine Madec, Lilith Prouille, Ulysse Richard, Nora Rondouin, Jeanne Serrault, Théo Vendé.

Mise en page : Maud Hérisset.

Imprimée en 160 exemplaires par l'imprimerie centrale de Nantes Université.

ÉDITO

Le journal que vous tenez entre les mains est le fruit d'une expérience : faire réaliser un magazine de vulgarisation scientifique par des étudiant.e.s de L2 de Licence de la Faculté des sciences et techniques de Nantes Université. Ce travail était encadré par Cécile Michaut, journaliste scientifique (Le Monde, La Recherche, Sciences et Avenir...) et formatrice en vulgarisation, et Charlotte Truchet, maître de conférences en informatique et ancienne journaliste au magazine La Recherche.

Ils et elles sont de futurs mathématiciens, informaticiens, biologistes, géologues, chimistes ou physiciens, dans leur deuxième année d'études. Nous leur avons demandé un travail de journaliste complet : recherche d'informations et de sources, rédaction, iconographie, choix de une, choix du nom du journal. Un travail de vulgarisation scientifique réputé difficile, qui fait s'arracher les cheveux à nombre de chercheurs confirmés !

Alors ils ont travaillé, beaucoup. Ils sont allés à la pêche aux infos, ils ont cherché des sources scientifiques parfois complexes, certains ont interviewé des chercheurs de la Faculté, ils ont collecté des informations avec un regard critique qui nous a épatées. Nous avons imposé à chaque groupe d'étudiants un thème scientifique, mais ce sont elles et eux qui ont trouvé les sujets. Ensuite, ils ont rédigé, et ce ne fut pas simple : il fallait accrocher le lecteur sans perdre en rigueur scientifique, respecter la forme d'un article de journal, éviter les pièges comme les sigles ou le jargon, trouver un titre, soigner l'orthographe...



Cécile MICHAUT
Journaliste scientifique et
formatrice en vulgarisation



Charlotte TRUCHET
Enseignante-chercheuse au
département d'Informatique
et au LS2N

Enfin, les étudiants ont dû partir à la recherche d'illustrations, en prenant garde à respecter les droits d'auteurs. Et puis, plusieurs binômes ont pris des initiatives pour agrémenter leurs articles, ajoutant par exemple des schémas faits maison ou une mise en page. Finalement, leurs articles reflètent un vrai travail sur la capacité à s'exprimer et l'analyse critique des informations collectées.

Bref, c'était un pari. Nous n'étions pas certaines d'arriver au bout. Mais nous avons été dépassées par l'implication des étudiants : à chaque atelier, la plupart des groupes arrivaient avec bien plus de matière que nécessaire. Alors voilà, ce travail méritait un journal, un vrai journal. Son nom, sa une, ses textes, ses illustrations, tout le contenu de ce journal a été fait par les étudiants.

Nous espérons que vous aurez autant de plaisir à le lire que nous en avons eu à l'encadrer.

Cécile Michaut, Charlotte Truchet

SE PRÉMUNIR CONTRE LES ATTENTATS BIOLOGIQUES À LA RICINE, C'EST POSSIBLE ?

Les bio-attentats sont de plus en plus nombreux. La plupart de ces attaques utilisent la ricine, qui est une toxine particulièrement néfaste. Des traitements innovants ont été mis au point, mais sa détection reste difficile.

Rédacteurs : Leana Dulondel, Lenaïg Corderoc'h, Marine Madec.

La menace est réelle : en 2024 auront lieu les Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris, et un attentat biologique est particulièrement redouté par les forces de l'ordre. En effet, plusieurs attaques de ce genre ont déjà eu lieu. En janvier 2023, un attentat à la ricine a été déjoué en Allemagne et un autre en 2018 en France. A l'heure actuelle, le bioterrorisme (qui utilise comme arme des êtres vivants ou leurs dérivés, tels que des bactéries, des virus ou des toxines) est l'un des dangers les plus craints pour un événement d'une telle ampleur. La France doit-elle donc se prémunir contre de telles attaques lors des prochaines olympiades ?

Dans le cas des tentatives citées précédemment, l'arme choisie était la ricine. Cette toxine dérivée des graines de ricin est extrêmement toxique, elle peut être mortelle même à faible dose : il suffit d'avaler 8 graines de ricin pour causer la mort d'un adulte en moins de 3 jours. Les méthodes d'utilisation de la ricine sont diverses : les aérosols, l'alimentation, par injection ou encore sous forme de bombe explosive. Au-delà de cette facilité d'utilisation, il n'est pas difficile de se procurer le ricin et de le cultiver, accroissant d'autant plus sa dangerosité.

“Un antidote contre la ricine est en cours de développement, les études cliniques auraient déjà commencé.”



Plant de ricin.
Crédit photo : Drow-male sur Pixabay

Cet antidote serait bien plus efficace que ceux précédemment mis en place, grâce à la technologie utilisée. En effet, contrairement aux premiers traitements qui utilisaient des anticorps monoclonaux, ce nouveau procédé s'appuie sur les anticorps polyclonaux. En clair, les anticorps monoclonaux sont de petites molécules capables de reconnaître la toxine en ne ciblant qu'un seul épitope (une petite portion de la molécule), à l'instar d'une clé qui ne reconnaît qu'une serrure. Les anticorps polyclonaux s'apparentent quant à eux à un trousseau de clés, avec plusieurs clés adaptées chacune à une serrure différente. Ainsi, ces anticorps sont capables de se fixer à la ricine via plusieurs points d'attache, que sont les épitopes. Cela permet au nouvel antidote de mieux se fixer sur la ricine pour détoxifier l'organisme. De plus, dans le cas où l'un des épitopes subirait une mutation, rendant la clé inadaptée à la serrure, d'autres anticorps seraient toujours efficaces, ce qui représente un avantage considérable par rapport aux anciennes méthodes.

Toutefois, même s'il est efficace, ce traitement contre la ricine reste inutile si nous ne savons pas détecter la toxine. Aujourd'hui, il existe de nombreuses techniques de dépistage de molécules permises par des machines de laboratoire très coûteuses telles que le spectromètre de masse, qui permet d'identifier les molécules d'un mélange en analysant leur masse. Malheureusement, ces équipements ne permettent pas de détecter la quantité de molécules présentes dans un prélèvement. Pourtant, cette valeur est très importante pour déterminer le stade infectieux de l'individu, c'est-à-dire depuis combien de temps le patient est infecté et à quel stade en est-il. Des études complémentaires sont donc nécessaires pour connaître l'état du patient, ce qui représente une perte de temps considérable, et potentiellement mortelle, lors de la prise en charge.

Il est donc indispensable de développer des méthodes de détection plus efficaces, envisageables à grande échelle et rapides aussi bien dans l'utilisation que dans l'obtention des résultats toxicologiques. A l'heure actuelle, le laboratoire CEISAM (laboratoire Chimie Interdisciplinarité, Synthèse, Analyse, Modélisation) à Nantes mène des recherches sur une méthode de détection par électrochimie, impliquant des micro électrodes.

L'électrochimie analyse les liens entre l'énergie chimique et l'énergie électrique grâce à des molécules qui réagissent au contact d'électrodes. C'est notamment par électrochimie que fonctionnent les piles ou les batteries qu'on utilise au quotidien.

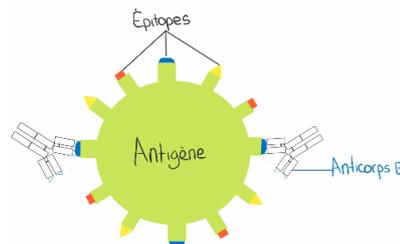
Ce dispositif vise à produire un matériel moins coûteux, plus fiable et permettant de détecter directement la quantité de toxines présente dans le corps et donc le stade de l'infection. Estelle Lebègue, chercheuse au laboratoire CEISAM, nous à ouvert les portes de son laboratoire. Elle estime que les recherches en cours ne pourront voir le jour que d'ici une dizaine d'années, si tout va bien. Toutefois selon elle, les micro électrodes initialement conçues pour détecter les toxines de bactéries telles que *Staphylococcus aureus* pourraient éventuellement être adaptées à l'avenir pour la ricine.

Alors, pour les J-O, il est peu probable qu'une technique de détection plus performante voit le jour, mais le nouveau traitement reste une avancée technologique très prometteuse.



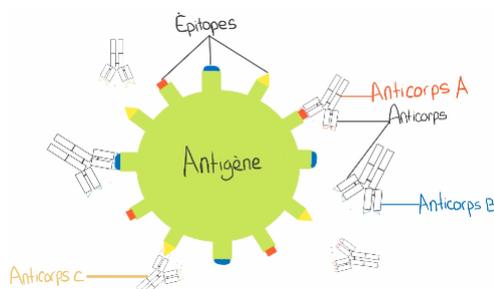
Graine de ricin.
Crédit photo : Gokalpiscan sur Pixabay

Figure A : schéma d'anticorps monoclonal



Un anticorps est capable de se fixer à l'antigène via un unique épitope compatible. Ici, l'anticorps B, en bleu, peut se fixer sur les épitopes bleus, mais pas sur les rouges ou les jaunes. L'anticorps peut ainsi déclencher une réaction immunitaire pour protéger l'organisme contre le pathogène.

Figure B : schéma d'anticorps polyclonaux



Dans ce cas, on trouve plusieurs anticorps A, B et C, qui peuvent se fixer sur les 3 types d'épitopes, rouges, bleus et jaunes, ce qui augmente l'efficacité de la réaction immunitaire.

Génie civil - Durabilité des bétons

CHAMPIGNON ET BETON, UNE ALLIANCE INATTENDUE POUR LES BATIMENTS DE DEMAIN !

Nous assistons à une révolution dans le monde de la construction. Aujourd'hui, pour répondre aux enjeux écologiques, le défi est de proposer des matériaux durables pour la construction et polluant moins. A travers le monde, des découvertes plus intéressantes les unes que les autres voient le jour, dans la recherche de meilleures alternatives pour un béton respectueux de notre planète et durable.

Rédacteurs : Adebayo Datondji, Anaïs Gabillard et Aubérie Jonquet-Laurent.

Matériau incontournable depuis des décennies, le béton est continuellement utilisé dans la construction. Il s'est avéré être résistant non seulement aux intempéries mais également au temps. Bien qu'il soit un élément central de nos constructions, il n'en demeure pas moins assez polluant, ce qui en fait un challenge majeur dans le respect de l'environnement. En effet, avec 33 milliards

de tonnes produites par an, le béton représente 50% des émissions de gaz à effet de serre du secteur du bâtiment. Depuis plusieurs années, le béton ne cesse d'être l'objet de plusieurs recherches et d'améliorations. Ceci a permis à une multitude de nouveaux bétons de voir le jour afin de non seulement l'améliorer, mais surtout de réduire son impact environnemental en proposant des solutions plus adaptées aux objectifs de développement durable.

Les recherches portent actuellement sur le béton biosourcé. L'idée est d'augmenter la durabilité des constructions en béton en utilisant des matériaux biologiques tels que le chanvre, le lin ou le riz, et de trouver des alternatives au béton classique en fournissant un matériau résistant et moins polluant. Ceci nous assure un avenir prometteur pour nos bâtisses. Du béton auto-cicatrisant, au bloc à base de champignon aussi dur et résistant que le béton, nous assistons à une vraie révolution du domaine de la construction.

Plusieurs bétons biosourcés ont été développés ces dernières années. Ces matériaux sont de bons isolants acoustiques et thermiques mais ne sont pas aussi résistants que le béton de ciment. Ils sont donc pour l'instant utilisés en tant que panneaux isolants et non en tant que blocs de construction.

“Le champignon semble être miraculeux.”

Quant à elle, l'équipe du professeur Congrui Jin (Université de Binghamton, USA), développe un mélange de béton de ciment et de champignon *Trichoderma reesei* capable de s'auto-réparer dès qu'une fissure apparaît. Cette découverte limiterait donc la démolition et la reconstruction des bâtiments.



Ce réseau de mycélium associé à de la paille va constituer un matériau aussi solide que le béton.
Crédit photo : Rob Hille, Wikimedia Commons

Pour se passer totalement du béton classique, il faut obtenir un matériau tout aussi résistant. Le champignon semble être l'ingrédient miracle. Il apparaît en effet dans deux recherches sur les matériaux de construction durables.

La première est faite de nouveau par le professeur Congrui Jin. Tout commence avec une cyanobactérie qui transforme le CO₂ en ions carbonate et en dioxygène, lorsqu'on la mélange avec un champignon filamenteux qui capte le calcium (Ca²⁺) en consommant de l'oxygène et rejetant du CO₂. On observe la formation d'un liant composé de carbonates de calcium et d'autres biopolymères. Associé à de la roche, cela donne un béton résistant, qui en se formant absorbe du CO₂. Un effet non négligeable, s'opposant aux émissions engendrées par l'industrie du béton classique.

La deuxième découverte est celle d'Achiya Livne, un doctorant de l'Université Ben-Gourion en Israël. Il a mis au point un bloc constitué de mycélium et de paille de colza, qui est tout aussi résistant et isolant que le béton. Le mycélium est le réseau fibreux du champignon qui se développe sous la terre. Pour obtenir un bloc, plusieurs étapes sont nécessaires. Le mycélium est d'abord nourri avec de la matière organique pendant plusieurs semaines pour atteindre une taille suffisante. Il est ensuite tué par l'élévation en température de son milieu. Après un mélange avec de la paille de colza, on obtient alors un matériau solide, résistant au feu et biodégradable. Achiya Livne travaille encore sur l'amélioration de ce procédé. En effet, la nécessité de chauffer le mycélium rend la fabrication non neutre en carbone.

La recherche sur l'utilisation de matières insolites comme le champignon dans le bâtiment est très prometteuse. En attendant la construction d'une maison 100% écologique, l'utilisation systématique d'isolants biosourcés serait déjà un grand pas dans la limitation des émissions de gaz à effets de serre.

Biologie-médecine - Pathologie musculaires

LE TAMOXIFEN : VERS UN NOUVEAU TRAITEMENT DES MYOPATHIES ?

Une molécule déjà utilisée dans les traitements du cancer du sein est expérimentée sur la myopathie de Duchenne, qui touche 2500 personnes en France. Elle a donné sur des modèles animaux ou in vitro des résultats prometteurs.

Rédactrices : Lylia Chebourou, Manon Daudin et Zoé François.

La myopathie de Duchenne est une maladie neuromusculaire génétique qui concerne aujourd'hui, 2500 personnes en France, et 200 nouveaux nés par an. C'est une pathologie extrêmement invalidante qui entraîne une mort prématurée chez les personnes atteintes. Il existe actuellement des traitements symptomatiques qui ralentissent la progression de la maladie, mais elle reste incurable. En 2022, les espoirs se portent sur une molécule

qui avait comme premier intérêt de soigner le cancer du sein : le Tamoxifen. Le terme myopathies désigne les maladies qui ont comme point commun d'être liées à un dysfonctionnement des muscles. Elles peuvent être de différentes origines. La myopathie de Duchenne en est une forme sévère puisque le cœur et les poumons sont atteints. C'est une maladie qui altère progressivement les muscles, ainsi les membres finissent par être totalement paralysés. Elle se déclare dans les premières années de la vie entre, 2 et 4 ans. On peut observer un affaiblissement progressif des membres chez ces enfants.



Si un parent est porteur du gène malade, il y a un risque de 50% d'avoir un garçon malade et 50% d'avoir une fille porteuse saine du gène (qui pourra à son tour le transmettre à ses enfants). Toutefois, dans 1/3 des cas, la mutation survient spontanément chez l'enfant, sans que ses parents lui transmettent le gène malade. Si vous avez des antécédents familiaux, il est conseillé de recourir au diagnostic prénatal.

Le problème de ces maladies est que le développement de nouveaux médicaments est un processus très lent, car elles concernent un petit nombre d'individus dans la population. Or, les chercheurs ont besoin de comprendre la maladie dans un premier temps, et ils doivent pouvoir faire des tests cliniques sur les malades.

Il existe actuellement des traitements symptomatiques qui ralentissent la progression de la maladie. Elle reste, malgré tout, incurable. Cependant, grâce aux progrès, les individus atteints ont gagné 10 ans de vie. Aujourd'hui, des molécules innovantes en essai clinique nourrissent l'espoir d'aller encore plus loin.

Pour le moment, être atteint par la myopathie de Duchenne est très handicapant. En effet, les personnes atteintes ont besoin très tôt de participer à des séances de kinésithérapie pour entretenir les muscles et articulations. On peut en plus avoir recours à la kinésithérapie respiratoire. A l'adolescence, une arthrodèse vertébrale est nécessaire pour le maintien de la colonne lors de la croissance.

De plus, certaines substances sont prescrites pour ralentir la progression de la maladie, par exemple, les corticoïdes. Cependant, ils présentent des effets secondaires tels qu'une tendance à la dépression, ou au contraire à l'agitation, avec notamment des insomnies. Ou encore, un risque de diabète ou d'hypertension. Et il faut faire attention car à fortes doses, il diminue l'efficacité du système immunitaire. Aussi, ce traitement nécessite des perfusions hebdomadaires, ce qui n'améliore pas le quotidien des patients. On peut aussi prescrire un IEC (traitement de l'insuffisance cardiaque) lorsque le cœur présente des signes de fatigue.

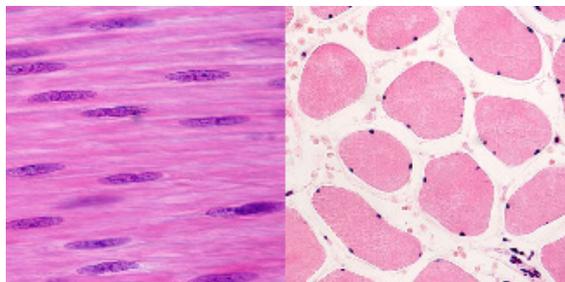
“Le Tamoxifen améliore la fonction des cellules musculaires dans deux types de myopathies, dont celle de Duchenne.”

Les corticoïdes sont utilisés dans le traitement de la myopathie de Duchenne, mais aussi des cancers. C'est pourquoi, le Tamoxifène a attiré l'attention des scientifiques. C'est un médicament utilisé dans le traitement des cancers du sein hormono-dépendants. Il est administré par voie orale en comprimé. Il agit sur une hormone au niveau de la glande mammaire. Lors d'essais précliniques sur des souris atteintes de la myopathie, il a été observé une amélioration des muscles squelettiques, du diaphragme et du cœur. Il a ainsi permis de ralentir la progression de cette maladie. Toutefois, ce traitement présente des effets secondaires liés aux hormones sexuelles.

Deux hôpitaux français participent en ce moment à un essai clinique afin d'évaluer le ratio risque/efficacité de cette molécule et son action sur la myopathie de Duchenne. Cet essai clinique se déroule aussi en Suisse, Belgique, Allemagne, Espagne, Pays-Bas et Royaume-Uni. Les premiers résultats sur modèle animal ont été positifs. Puis, les chercheurs ont observé les mêmes résultats sur des cellules musculaires humaines étudiées in vitro (c'est-à-dire, des cellules isolées). La suite de l'essai est la comparaison du tamoxifène par rapport à un placebo (molécule neutre qui n'aura aucun effets sur l'animal ou le patient).

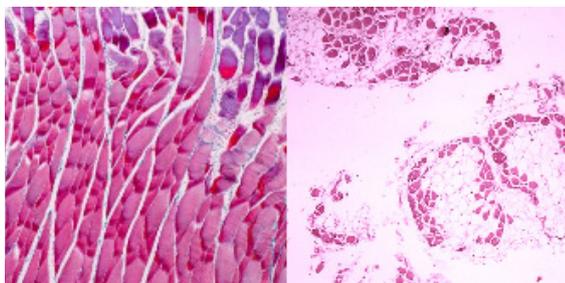
De nombreux traitements curatifs sont en cours de développement. En particulier la thérapie génique. Celle-ci à apporter le gène sain aux cellules musculaires du patient. Ou encore de modifier le gène malade pour le rendre fonctionnel.

Cellules musculaires d'un sujet sain



Crédit photo : Futura Sciences

Cellules musculaires d'un sujet atteint de myopathie de Duchenne



Crédit photo : Santé Log et Center for Disease Control en Prevention

Si vous souhaitez participer à l'essai TAMDM, contactez l'hôpital de Garches et celui de Strasbourg.

QUI A TUÉ 100 TONNES DE POISSON DANS LE FLEUVE ODER ?

Qui est responsable de la mort de milliers de poissons au bord du fleuve de l'Oder ? Les recherches sont toujours en cours pour déterminer l'origine et le coupable de ce désastre écologique qui a eu lieu fin juillet 2022.

Rédactrices : Soline Dreillard et Rania Echaddadi.

Été 2022, un crime a été commis. Entre la Pologne et l'Allemagne, des milliers de poissons flottent sans vie sur le fleuve Oder, qui prend sa source en République Tchèque et marque la frontière polono-allemande sur 160 kilomètres.

La cause de cette catastrophe écologique n'est autre que la prolifération d'une algue toxique, *Prymnesium parvum*, plus communément appelée algue dorée. Elle est directement responsable du décès de toutes ces espèces aquatiques. L'évènement a conduit à la mobilisation de 2000 policiers, 300 pompiers et 200 militaires afin de repêcher la totalité des 100 tonnes de cadavres de poissons retrouvés.

L'algue dorée fabrique une toxine fatale pour les poissons. Ce poison vient attaquer les tissus mous vascularisés des cibles, c'est-à-dire leurs branchies. Néanmoins cette algue n'est pas la seule responsable de ce drame. En effet, cette espèce ne vit pas naturellement dans cet environnement, nous la retrouvons plus communément au niveau des eaux côtières. Alors comment a-t-elle pu se développer dans ce fleuve ? Le principal auteur de ce désastre n'est autre que l'Humain et la pollution qu'il engendre.

**2000 policiers
300 pompiers et
200 militaires
pour repêcher la totalité des
100 tonnes
de cadavres de poissons**

Cette pollution a eu plusieurs répercussions dramatiques sur la qualité de l'eau. Des experts polonais et allemands ont réalisés des analyses qui ont permis d'apporter plusieurs preuves. Parmi elles, nous retrouvons l'augmentation du pH de l'eau qui est alors devenue plus alcaline, de la turbidité (caractère trouble d'un liquide dû à la présence de particules en suspension), de la conductivité, de la teneur en oxygène, et encore beaucoup de paramètres qui ont atteint des valeurs anormales.

Prymnésine, la toxine des algues dorées

Les efflorescences de *Prymnesium parvum* peuvent entraîner des perturbations écologiques dévastatrices pour l'aquaculture et les poissons. En situation de stress, cette algue produit une toxine : la prymnésine.

Ce métabolite secondaire (molécule produite lors de la croissance) attaque particulièrement les organismes à respiration branchiale. La toxine agit sur les membranes cellulaires en les dégradant et permettant une fuite d'ions. Différents facteurs peuvent être impliqués dans l'activation de synthèse de ces toxines : la salinité, l'intensité lumineuse, la température, le pH, la disponibilité ionique ... "De ce que l'on sait, elles ne sont pas toxiques pour l'homme, mais les blooms peuvent avoir des impacts majeurs sur l'écosystème. Pour autant, on en sait encore peu sur leur mode d'action et nous devons encore approfondir nos connaissances", nous a indiqué Clémence Boucher, doctorante à l'IFREMER à Nantes.

L'une des conséquences principales reste l'augmentation du degré de salinité de l'eau. Cette valeur inhabituelle, combinée aux hautes températures et au faible débit d'eau, ont favorisé la prolifération de la fameuse algue dorée.

Bien que ce désastre soit principalement écologique, il n'empêche qu'il a conduit à des tensions diplomatiques entre les deux pays concernés : l'Allemagne et la Pologne. Les bancs de poissons, retrouvés inanimés du côté allemand en août, ont été portés par les courants venant de la Pologne.

L'Allemagne pointe du doigt le manque de rapidité dans la transmission de l'information. « Le système d'échange d'informations entre la Pologne et l'Allemagne en situation de crise n'a pas fonctionné. Une telle situation ne saurait se répéter », a prévenu la ministre allemande de l'environnement, Steffi Lemke. « J'ai été informé de la situation le 9 ou le 10 août au soir », a affirmé le Premier ministre polonais Mateusz Morawiecki, alors que les premiers signalements dataient du 28 juillet dans le Sud-Ouest du pays.

En conséquence, le dirigeant de l'entreprise de traitement des eaux et le dirigeant de l'inspection de la protection de l'environnement polonais ont été licenciés.

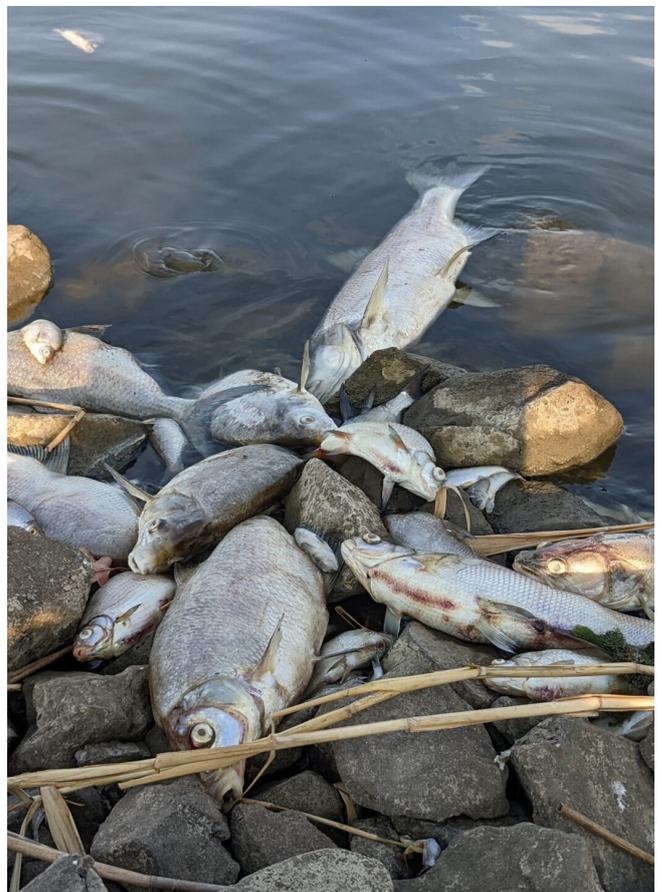
Pour Marek Jozefiak, porte-parole de l'ONG Greenpeace en Pologne, ce licenciement est vu comme une tentative du gouvernement de se dédouaner de la catastrophe, estime-t-elle.

**“Le gouvernement polonais
a réagi de manière
inacceptable et recherche
désormais des boucs
émissaires ”**

Retour en mars 2023, où l'enquête est toujours en cours. Les autorités polonaises offrent une récompense d'un million de zlotys (210 000 euros) à quiconque trouvera le responsable. Un nouveau suspect est en ligne de mire : les mines de charbon situées sur les affluents du fleuve côtier polonais.

L'organisation Greenpeace accuse ces derniers d'être les responsables de cette pollution. Des prélèvements réguliers ont été effectués tout le long du fleuve et de ses affluents par l'ONG. Ces analyses ont permis l'identification de concentrations anormalement élevées en sel, là-où se déversent les eaux usées de trois mines du groupe polonais JSW. « En aval de la Haute-Silésie, l'eau se transforme en égout ... Sans ces chlorures et ces sulfates, la catastrophe ne serait jamais survenue », a souligné le chimiste Leszek Pazderski, professeur à l'Université de Torun, expert de Greenpeace.

Suite à la publication du rapport de l'organisation environnementale, les deux pays ont voulu calmer les tensions en évitant d'accuser les mines polonaises d'être responsables de cette pollution, alors que les conséquences sur l'éco-système de l'Oder pèsent également sur l'économie de la Pologne : « Des activités touristiques, comme la location de kayak, s'étaient développées autour de l'Oder, qui était devenu propre, avec la disparition d'industries. Je connais des dizaines de personnes qui risquent de perdre leur emploi des suites de cette pollution », déplore la députée polonaise Anita Kucharska-Dziedzic.



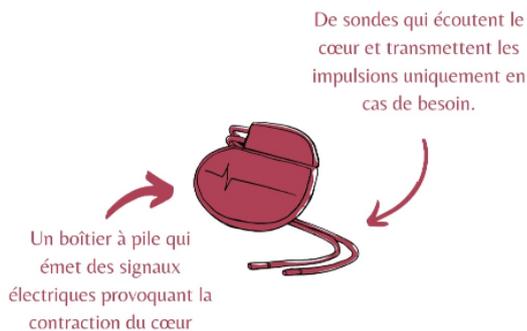
Le 13 août 2022, à Gatow au Nord-Est de l'Allemagne, un banc de poissons inanimés sur les bords du fleuve de l'Oder.
Crédit photo : Hanno Böck

UN PACEMAKER QUI A DU CŒUR !

Nous fêtons cette année les 65 ans du pacemaker, une des plus grandes révolutions médicales et technologiques du XXème siècle. Depuis sa création, le pacemaker a changé la vie d'un grand nombre de personnes souffrant de troubles du rythme cardiaque. Saviez-vous qu'en France, chaque heure, huit pacemakers sont nouvellement implantés ? Retour sur un appareil qui n'a pas fini de nous surprendre.

Rédactrices : Anaïs Amourgom, Bleuenn Donnard et Justine Barthélémy.

Le pacemaker est un dispositif médical visant à réguler le rythme cardiaque de personnes au cœur battant trop lentement. Il est composé de deux principaux éléments :

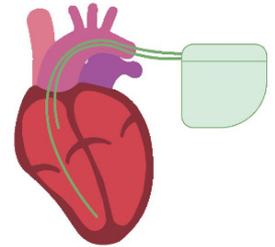


C'est donc un dispositif avancé ! On doit l'invention du pacemaker à un ingénieur canadien du nom de John Hopps. En 1951, il met au jour un phénomène jusqu'alors insoupçonné : une stimulation électrique est capable de faire refonctionner un cœur ! Le fonctionnement du cœur est ainsi de nature électrique. C'est sur ce principe qu'il met au point le premier pacemaker externe, visible ci-contre. Une prouesse certes, mais pas très pratique à transporter au quotidien. Le travail de Hopps n'en a pas moins le mérite d'avoir ouvert la voie à une succession de transformations du pacemaker.



Le pacemaker externe de J. Hopps.
Crédit photo : Enfermeria Buenos Aires

Bien que le pacemaker soit une invention pertinente, celui-ci reste faillible. Tout d'abord, des problèmes dus à l'assemblage peuvent survenir. En effet, il arrive que des pacemakers défectueux soient implantés. Un « rappel de produits » est alors organisé, et les patients sont pris en charge rapidement. A titre d'exemple, il y a quelques mois, un défaut d'étanchéité est survenu sur un modèle. Cette erreur a entraîné une perte de la stimulation cardiaque et de la communication avec les appareils externes servant au suivi médical. En outre, un des inconvénients du port de pacemaker actuel (c'est-à-dire avec batterie et/ou sondes) est qu'il demande des opérations régulières pour changer ou repositionner ses éléments. Cette opération peut engendrer des complications.



Implantation du pacemaker dans le cœur. Les sondes (en vert) passent par les vaisseaux pour atteindre le ventricule.
Crédit photo : L. Donnard

Une fois le pacemaker implanté, une nouvelle contrainte fait son apparition : les interférences magnétiques. Celles-ci peuvent être causées tant par un détecteur à métaux, que par le téléphone du porteur en cours d'appel. Par ailleurs, elle surviennent aussi lors d'un examen en IRM. Vérifier que le modèle de pacemaker est compatible avec ce type d'examen est donc nécessaire.

60 à 70 000
porteurs
en France, c'est
178
pacemakers
posés par jour

Un mini pacemaker ?

En 2013, un tournant historique s'opère au CHU de Grenoble : le premier pacemaker sans sondes est posé sur un patient de 77 ans. Les sondes pouvaient auparavant provoquer des infections ou se déplacer, menant à la formation de caillots de sang. Grâce à cette innovation, plus besoin de s'en inquiéter. En plus, la liste des contre-indications a été largement réduite. Par exemple, la pratique des sports sollicitant le bras implanté était précédemment interdite. Ainsi, les gauchers adeptes de tennis étaient contraints de rendre leur raquette.

Désormais, il suffit d'une petite incision dans la cuisse pour implanter le pacemaker. Ne mesurant pas plus d'une pièce de 2€ et pesant environ 2 grammes, ce dernier est inséré sans difficulté dans la veine fémorale. Il remontera ensuite au cœur via un cathéter.

Les premières implantations ayant été très positives, les recherches continuent actuellement de s'intensifier afin de pouvoir proposer ce dispositif aux patients dans le besoin.

Un pacemaker sans batterie ?

Des chercheurs de L'institut des nanoénergies et des nanosystèmes de Pékin cherchent à mettre au point un nouveau pacemaker fonctionnant uniquement grâce à l'énergie biomécanique de notre corps. Pour se débarrasser des batteries, ils ont misé sur un nanogénérateur triboélectrique. La triboélectricité correspond tout simplement à l'électricité statique qui se produit quand deux matériaux sont mis en contact l'un sur l'autre. Comme lorsque l'on frotte un ballon de baudruche à nos cheveux et que ceux-ci s'envolent !

Ici c'est un film mince constitué d'une association d'atomes de fluor et de carbone qui a été utilisé comme couche triboélectrique, allié à une couche d'aluminium. Ainsi, ce petit appareil réalise à lui tout seul la récolte, le stockage d'énergie et la stimulation cardiaque. L'énergie récoltée à partir de chaque cycle de mouvement cardiaque est supérieure à celle nécessaire pour produire une stimulation du cœur humain. Son rendement élevé de même que son poids léger, sa bonne durabilité et son faible coût le rendent donc très prometteur.

Cependant, avant de pouvoir voir des patients équipés de pacemakers symbiotiques, il est nécessaire de réduire sa taille et d'assurer sa bonne fixation et sa sécurité sur le long terme.

Les innovations d'aujourd'hui se tournent vers des pacemakers toujours plus petits et moins contraignants. Depuis sa création, le pacemaker n'a eu de cesse de se renouveler au point de passer d'un outil purement mécanique à quelque chose de plus en plus biologique. Son aspect invasif tend à s'éclipser au profit de l'image d'un « greffon » électronique en symbiose avec notre cœur.



Suivi médical d'un patient porteur d'un pacemaker.
Crédit photo : Pexels

Physique - Physique des particules

LES PROMESSES D'UNE RADIOTHÉRAPIE FLASH À LA VITESSE DE L'ÉCLAIR !

La mise en lumière de l'effet Flash en radiothérapie promet une irradiation unique et en un temps record. Meilleure préservation des tissus sains et destruction des cellules tumorales, voici les espoirs portés par les différents partenariats récents dans le monde scientifique. Derrière les promesses, que cache la réalité des études ?

Rédacteurs : Nora Rondouin et Thomas Chevallier.

“L'effet Flash c'est génial !...mais il y a beaucoup de choses à comprendre” lance Marie-Catherine Vozenin, professeure et chercheuse en radio-oncologie à l'université de Lausanne et au CHU vaudois (Suisse). C'est en 2014 pour que la chercheuse, pionnière dans le domaine, analyse l'effet Flash à l'occasion d'une étude portée par le Dr Vincent Favaudon à l'Institut Curie. Ils remettent sur le devant de la scène scientifique ce phénomène. Alors l'effet Flash, qu'est-ce que c'est ? D'un point de vue physique, cela consiste en l'irradiation des tumeurs en quelques millisecondes grâce à une délivrance d'un haut débit de dose de rayonnements. Biologiquement, c'est une action anti-tumorale similaire aux radiothérapies conventionnelles avec une préservation remarquable des tissus sains.

À ce jour, on sait que cet effet existe sur des modèles animaux spécifiques comme le chat*1 ou encore les souris*2. L'objectif désormais est d'utiliser cet effet pour créer une nouvelle forme ultra rapide de thérapie contre le cancer chez l'humain : la radiothérapie flash. Habituellement, une radiothérapie conventionnelle externe (RT) vise à administrer la dose de rayonnement totale nécessaire pour tuer les cellules tumorales sur un temps plus long. En effet, elle s'étale généralement sur une quarantaine de séances réparties sur plusieurs semaines.

“Dépêchons-nous lentement.”

Depuis la découverte de l'effet flash, différentes recherches précliniques ont eu lieu sans pour autant aboutir à des recherches cliniques. Les récents accords entre des sociétés privées et des instituts de recherche fournissent néanmoins un nouvel espoir. En 2022, l'Institut Curie (France) a lancé son partenariat avec la société Thales. De son côté, le CHU vaudois (Suisse) s'est associé au CERN (centre européen de la recherche nucléaire) et à la société THERYQ. Ces deux partenaires cherchent à étudier l'effet Flash, notamment associé aux électrons de haute énergie (VHEE), et à concevoir des dispositifs commercialisables.

Pour saisir l'enjeu de ces partenariats, il faut d'abord comprendre ce qui se cache derrière cet effet Flash. Au départ, cet effet est observé avec des électrons. Grâce à un accélérateur de particule, la Pr Vozenin "a permis la délivrance à haut débit de dose d'un paquet d'électron avec une irradiation pulsée". Suite à cela, l'effet Flash décrit au début de l'article est apparu. Cette découverte a été faite avec du matériel ancien et mal optimisé, mais toujours utilisé, précise la chercheuse. Les partenariats récents tendent notamment à satisfaire ces manques d'équipements.

Malgré les promesses avec ces partenariats, des incertitudes persistent. Avant de parler de radiothérapie Flash, il faut comprendre l'effet Flash d'un point de vue physique. Et on n'y est pas encore ! Les scientifiques ont certes pu observer ce phénomène, mais il manque des explications sur l'origine de cet événement et les paramètres physiques pour le produire.

Certes, d'un point de vue biologique, différents tests d'administration de haut débit de doses de rayonnements ont été réalisés même sur un patient de 75 ans en 2019*3. Mais la chercheuse insiste bien sur le fait qu'il n'y a pas d'études comparant ces résultats avec des méthodes utilisant la RT conventionnelle. Impossible alors de parler d'effet Flash et donc de Flash-RT comme une actualité de traitement. On ne peut pas affirmer que cet effet sera exploitable en clinique humaine. Elle met en garde sur les raccourcis pris par les médias et déclare à propos des espoirs des études en cours : "dépêchons-nous lentement". Comme toute étude scientifique, il y a des étapes indispensables à franchir pour aboutir à une thérapie.

Cependant, même si les aspects thérapeutiques ne voient pas le jour, l'effet Flash pourra servir à la recherche scientifique sous de nombreux aspects comme l'étude des cellules tumorales, des cellules souches, etc. La Pr Vozenin rassure : "L'effet Flash est un champ d'exploration complet regroupant la physique, la chimie et la biologie."



Les radiothérapies conventionnelles impliquent un traitement généralement sur plusieurs semaines. La radiothérapie Flash, elle, promet le même traitement en quelques millisecondes.
Crédit photo : Jakem Bradford

Protons, électrons, VHEE... kézako ?

Même si les recherches initiales portaient sur les électrons, Marie-Catherine Vozenin l'assure : "les faisceaux susceptibles d'être utilisés sont les faisceaux de protons." Produits notamment à partir de cyclotrons (accélérateurs de particules), ces particules ont une importante pénétration tissulaire. Cette dernière est même plus grande que celle des photons (utilisés dans la thérapie aux rayons X). Les protons peuvent donc être utilisés pour traiter des tumeurs profondes. En plus, le proton traverse la matière puis s'arrête net et se disperse peu le long du faisceau principal. Ils ont une précision de l'ordre du millimètre ! Cette thérapie par les protons reste coûteuse, obligeant les médecins à se tourner préférentiellement vers la photonothérapie.

Seulement, l'effet Flash n'est pas dépendant d'une particule. Il peut aussi être étudié à partir d'électrons par exemple. Pour son utilisation en radiothérapie et pour les études, l'électron est produit par les accélérateurs linéaires d'électrons (LINAC). La plupart de ces appareils produisent des électrons d'énergie intermédiaire autour de 5-6 MeV. Seulement, ces électrons sont rapidement arrêtés dans les tissus et ne pénètrent qu'à 1 centimètre environ. Ainsi, les électrons de basses énergies sont principalement utilisés pour les tumeurs superficielles.

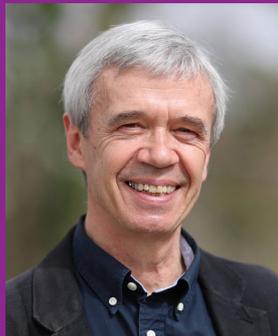
Plus récemment, c'est un type bien précis d'électrons qui attire l'œil des scientifiques : les électrons de très haute énergie (VHEE)*4 atteignant des énergies supérieures à 50 MeV. Pour les obtenir, les électrons doivent être propulsés dans des longs LINAC de plus de 20 mètres ! Pour l'instant, il n'existe qu'un appareil de ce type situé au CERN : le CLEAR (CERN Linear Electron Accelerator for Research). Accélérés par cet appareil, les électrons peuvent pénétrer plus en profondeur dans les tissus. Ils représentent donc un espoir pour les traitements des cancers et la Flash-RT.

DOSSIER PLANÉTOLOGIE

Géophysique

LA MISSION SPATIALE JUICE, CELLE QUI PERMETTRA DE PERCER LES MYSTÈRES DU SYSTÈME DE JUPITER

Christophe Sotin, géophysicien, est chercheur au laboratoire de planétologie et géosciences (LPG) et professeur à l'Université de Nantes, au sein du département de Sciences de la Terre et de l'Univers. Dans les années 2000, il est, avec d'autres chercheurs, à la genèse de l'exploration de Ganymède, une des lunes de Jupiter. Une vingtaine d'années plus tard, le 14 avril 2023, la sonde spatiale Jupiter Icy Moons Explorer, première à autant s'éloigner, lancée par l'ESA, a décollé depuis Kourou (Guyane) à bord d'une Ariane 5.



Rédacteurs : Théo Vendé, Ulysse Richard et Lilith Prouille.

Comment est né ce projet de mission spatiale, quelles en sont les motivations ?

“Originellement, une mission dans le système de Jupiter devait être conjointe entre la NASA (USA) et l'ESA (Europe) mais la NASA a refusé. Entre 2006 et 2007, un groupe de chercheurs dont je faisais partie a décidé que l'étude Ganymède, une des lunes de Jupiter, serait particulièrement intéressante et de surcroît possible technologiquement pour l'ESA. Depuis, la NASA a lancé une mission d'étude d'Europe, autre satellite de Jupiter, qui n'ira pas en orbite mais réalisera des fly-by. C'est donc assez anecdotique d'imaginer les deux satellites, américain et européen au même moment proche de Jupiter. Avant de se mettre en orbite autour de Ganymède pour l'étudier en détails, la mission JUICE effectuera des survols des autres lunes de Jupiter telles Callisto et Europe et mesurera le champ magnétique de la planète géante.



Photo satellite de Ganymède
Crédit photo : @taffixture

Ganymède est une lune assez unique, en effet, la mission Galiléo (lancée par la NASA pour étudier Jupiter et ses lunes) a permis de lui découvrir une dynamo. Tout comme la Terre, cette lune de Jupiter est protégée des vents solaires grâce à ce champ magnétique. Cette découverte fortuite et surprenante implique la présence d'un noyau de Fer liquide au centre de Ganymède, dans lequel les températures sont extrêmement élevées. La mission américaine n'avait effectué que quelques survols de Ganymède, insuffisants pour une bonne connaissance de cette dynamo. L'idée d'une mission en orbite autour de l'astre est alors apparue. Avoir une meilleure connaissance du champ magnétique de Ganymède pourrait nous apporter des informations sur le fonctionnement des dynamos magnétiques comme celle de la Terre en utilisant la planétologie comparée. Là n'est pas la seule similitude entre notre planète et cette lune de Jupiter puisqu'il y a été découvert un océan d'eau enfoui sous une épaisse croûte de glace qu'il est intéressant d'étudier. Les images de la surface de Ganymède obtenues grâce à la mission JUICE serviront aussi à caractériser la géologie et la tectonique qui s'y jouent.”

“Ganymède est un objet à étudier dans sa globalité, comme on étudie la Terre.”

Quant aux technologies embarquées, quelles sont-elles ?

“Les instruments peuvent être classés en deux catégories, celle des innovations et celle des instruments ayant déjà volé. Parmi ces derniers, on trouve des caméras et des spectromètres. Un spectromètre de masse permettra d'analyser les particules de glace émises lors d'un impact pour en déduire la composition de la surface.

En ce qui concerne les nouvelles technologies, JUICE embarque 2, un radar-sondeur et un laser altimètre. Le premier permet de faire de la géophysique sub-surface en apportant des informations sur les premiers kilomètres d'épaisseur, appelés croûte de glace. Quant au laser altimètre, il permet d'obtenir la topographie de Ganymède.

Le laser, placé sur l'orbiteur, émet un faisceau lumineux (se déplaçant à la vitesse de la lumière). La position du satellite est par ailleurs très bien connue par rapport au centre de masse de Ganymède.

En mesurant le temps entre l'émission et le retour du faisceau, on déduit la topographie de la lune. Le laser-altimètre a été utilisé sur une mission martienne américaine mais l'est pour la première fois par les européens pendant la mission JUICE."

Quelles sont les contraintes impactant JUICE ?

"Jupiter émet des radiations dont les instruments doivent être protégés. L'intensité de ces derniers augmente corrélativement à l'approche de l'astre, or la mise en orbite implique une proximité. D'autre part, une mission spatiale est ponctuée de moments critiques comme le lancement, la mise en orbite autour de Jupiter puis celle autour de Ganymède. Finalement, ce sont les panneaux solaires utilisés pour cette mission qui peuvent gêner la navigation de par leur importante surface."



Photo satellite de Ganymède
Crédit : @taffpixture

Avez vous une idée des résultats que cette mission pourrait apporter ?

"Oui, ce sera l'amélioration des connaissances sur le satellite d'une planète géante et de la formation de Jupiter qui est toujours peu comprise. La formation de Jupiter est l'exception à la règle de constitution des planètes géantes. Celle-ci se serait rapprochée de son étoile lors de sa formation, empêchant d'autres planètes comme la Terre de se composer. Cependant, Saturne et Jupiter sont entrés en résonance, bloquant le système et permettant le développement du reste de notre système solaire."

Cette mission européenne est la première a autant s'éloigner, êtes-vous optimiste ?

"Oui oui, je suis assez confiant, l'ESA a les compétences pour faire ça. La mission Rosetta est allée à 3,4 unités astronomiques et Jupiter est à 4 u.a. soit 600 millions de km. Ils ont aussi développé la sonde posée sur Titan, plus loin encore que Ganymède, même s'ils étaient portés par la NASA lors de la mission Cassini."

Qu'en est-il de l'implication des chercheurs une fois la mission lancée ?

"Les chercheurs ne peuvent pas travailler entièrement sur un projet pour lequel il n'y a pas de données. Pour autant, ils préparent les observations futures et travaillent sur des thématiques scientifiques utiles et complémentaires à l'analyse des éléments apportés par la mission. La longévité des missions spatiales, pour JUICE, 25 ans séparent la création de la mission et l'obtention des données, oblige aussi les chercheurs à transmettre leur savoir-faire aux nouvelles générations."

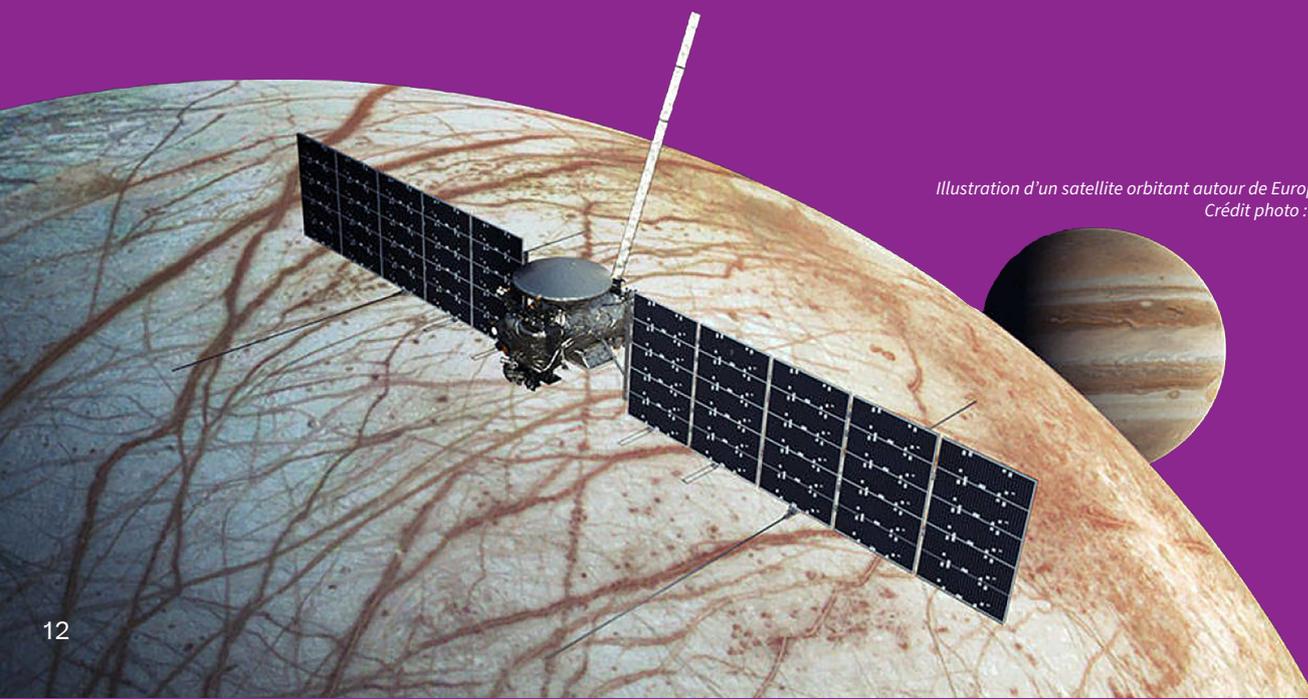


Illustration d'un satellite orbitant autour de Europe (satellite de Jupiter)
Crédit photo : <https://www.nasa.gov>

VOYAGE À 218 ANNÉES-LUMIÈRE : À LA DÉCOUVERTE DE DEUX EXOPLANÈTES HORS DU COMMUN

Des observations récentes ont permis de découvrir des exoplanètes étonnantes : elles seraient composées à 50% d'eau. La présence d'eau sur une planète fait toujours naître des fantasmes de vie extra-terrestre. Alors, qu'en est-il pour Kepler-138c et Kepler-138d, dans la constellation de Lyra ?

Rédacteurs : Jeanne Serrault, Amine Allali et Cassandra Fostier

Parfois, avoir des étoiles dans les yeux peut se révéler très utile, comme le démontre la récente découverte de deux planètes par des chercheurs de l'Université de Montréal. Deux exoplanètes hors du commun, portant le nom d'un télescope très connu de tout esprit curieux: Kepler-138c et Kepler-138d. Situées dans la constellation de Lyra, à environ 218 années-lumière de la Terre, ces planètes seraient des "mondes aquatiques les plus prometteurs à ce jour", composées au minimum à 50% d'eau. Rien que cela ! Une telle composition est extrêmement rare, même dans notre propre système solaire. En effet, malgré les 509 millions de km² d'eau sur Terre, soit pas moins de 72% de la surface du globe, cette proportion ne représente en réalité qu'une faible masse de 0,02% de la planète bleue.



Ces deux exoplanètes orbitent autour d'une naine rouge dans la constellation de Lyra. Crédit photo : Jurik Peter sur Shutterstock

Déterminer la composition d'une planète à partir d'images satellites, c'est possible !

Observées il y a plus d'un an par les télescopes Hubble et Spitzer, elles ont tout d'abord été considérées comme des super-terres, ou comme de grosses boules de métal et de roches. Ce n'est que récemment qu'une étude plus approfondie a permis d'identifier la composition de ces planètes, qui contiendraient donc plus d'eau que notre planète bleue. Mais comment la composition d'une planète à des années lumières a-t-elle pu être déterminée à partir d'images ? Deux données sont identifiables par les astronomes, le rayon et la masse. Cependant, ces données restent théoriques, car en effet, "nous n'avons pas toutes les informations requises pour déterminer avec exactitude la composition d'une planète située à des années lumières de notre système solaire" nous informe Gabriel Tobie, géophysicien à l'Université de Nantes, participant d'ailleurs au projet Juice et au lancement du satellite ICy moons explorer en direction des lunes de Jupiter. Toujours selon lui, la masse peut être déterminée de deux façons différentes.

La première, appelée méthode de vélocimétrie Doppler, a été utilisée pour étudier la première planète, découverte par Michel Meyer et Didier Queloz, et fait intervenir un principe fondamental de la physique, d'où son appellation. Les astronomes ont observé le mouvement de l'astre du système 51 Pegasi par rapport à un axe et ont remarqué qu'elle oscillait de droite à gauche par rapport à celui-ci. En admettant que l'amplitude du mouvement est proportionnelle à la masse du corps, cela a permis de définir hypothétiquement la masse de la planète et en déduire sa composition. Cependant, M. Tobie a souligné que cette méthode n'a probablement pas été utilisée pour la découverte de nos planètes dites « aquatiques ».

“Elles ont d'abord été considérées comme de grosses boules de métal et de roches.”

La TTV, une méthode alternative plus efficace ?

Les astronomes ont développé une méthode incroyablement astucieuse appelée Time Transit Variation (TTV). En utilisant cette méthode, ils peuvent non seulement détecter de nouvelles planètes, mais aussi révéler des informations sur les masses et les orbites des autres planètes dans le même système. Lorsqu'une planète en orbite autour d'une étoile passe devant cette étoile, elle crée une baisse temporaire de la luminosité. En observant cette baisse de luminosité, les astronomes peuvent déterminer la taille de la planète. Cette baisse de la luminosité s'appelle le transit. Cependant, si plusieurs planètes sont en orbite autour de la même étoile, leurs interactions gravitationnelles peuvent affecter les temps de transit les uns des autres. Cela signifie que les temps de transit ne seront pas réguliers, mais plutôt variables en fonction de la gravité des autres planètes.

C'est là que le TTV entre en jeu. En mesurant les variations de temps de transit des planètes déjà détectées, les astronomes peuvent déduire les masses et les orbites des autres planètes dans le même système. Cette méthode est particulièrement utile pour détecter des planètes qui ne peuvent pas être détectées par d'autres moyens, tels que la méthode utilisant l'effet Doppler expliquée précédemment.

En connaissant la masse et le rayon, il est finalement possible de connaître la densité d'une planète qui, comparée à la densité de la Terre pour la plupart des cas, permet d'établir la composition de cette planète étudiée. C'est donc ainsi qu'on a pu, un an après la découverte de ces exoplanètes, définir qu'il s'agissait probablement de planètes aquatiques.

De l'eau, de l'eau et encore de l'eau : la composition surprenante de Kepler-138c et Kepler-138d

La découverte de Kepler-138c et Kepler-138d n'est pas un phénomène rare, mais c'est la découverte de leurs compositions qui a permis de faire ressortir ces planètes de la masse stellaire. En effet, « nous sommes en mesure d'affirmer que la vie ne serait jamais apparue sur Terre sans eau, une source d'énergie ainsi que des conditions environnementales optimales », d'après le planétologue.

Un simple assemblage de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène est utilisé par toutes les formes de vie pour réaliser les processus qui leur permettent de survivre et de se développer. Par exemple, les plantes utilisent l'eau pour effectuer la photosynthèse, qui leur permet de produire leur propre alimentation en utilisant l'énergie du soleil. De même, les animaux ont besoin d'eau pour survivre et maintenir leur corps en bonne santé. Elle est importante dans la création de molécules comme les acides aminés, qui sont les blocs de construction des protéines. Les protéines, molécules essentielles pour de nombreuses fonctions biologiques, telles que la croissance, le transport de l'oxygène dans le sang, la digestion et bien d'autres encore. Enfin, l'eau joue également un rôle crucial dans la régulation de la température corporelle des êtres vivants. Par exemple, lorsque nous transpirons, l'eau s'évapore de notre peau, ce qui aide à réguler notre température corporelle.

En outre, l'eau est une substance essentielle à la vie telle que nous la connaissons et la Terre est la seule planète de notre système solaire à en posséder en abondance à sa surface. Deux exoplanètes composées d'autant d'eau pourraient-elles nourrir davantage notre imagination, inspirée par la culture du divertissement concernant la possibilité d'une vie aux confins de l'espace ? Mais au-delà de nos rêves de science-fiction, cette découverte pourrait-elle nous en apprendre plus sur l'origine de la vie sur Terre ? En effet, on sait que les premiers micro-organismes apparus il y a 4 milliards d'années ont vu le jour dans l'eau, avant de partir à la conquête de la terre ferme il y a 350 millions d'années.

En réalité, l'eau est la source la plus abondante de l'univers, mais un paramètre crucial est déterminant pour permettre le développement de la vie : la température. En effet, si l'eau est sous forme solide ou gazeuse, les molécules ne peuvent pas interagir: elles seraient soit figées, soit éparpillées, empêchant toute stabilité dans la formation de composés complexes.

5 365

exoplanètes découvertes
depuis 1995

53

depuis 2023

Cela nous amène à une question importante : pourquoi est-il si difficile de trouver de l'eau liquide dans l'univers ? La réponse est simple : la plupart de l'univers est extrêmement inhospitalier pour la vie. Les températures extrêmes et les radiations élevées empêchent la plupart des molécules d'eau de rester liquides.

A l'heure actuelle, selon les données des plus grandes agences spatiales, seule notre planète bleue possède les conditions nécessaires pour maintenir une forme liquide stable de l'eau. En effet, Kepler-138c et Kepler-138d possèdent une température à leur atmosphère bien supérieure à celle de l'ébullition de l'eau, bien supérieure à 100°C. Ces exoplanètes sont donc riches en eau, mais probablement uniquement sous forme gazeuse, rendant la possibilité de la vie dans ces planètes pratiquement nulle.

Kepler-e, la nouvelle planète habitable ?

C'est sans compter sur la découverte d'une troisième exoplanète, baptisée Kepler-e, située à proximité de Kepler-138. Bien que sa composition ne soit pas encore déterminée, celle-ci se trouverait dans une zone habitable par rapport à son étoile.

La zone habitable est une région autour d'une étoile où les conditions sont idéales pour permettre à une planète d'avoir de l'eau liquide à sa surface et potentiellement abriter la vie.

Mr Tobie a souligné que le premier critère pour déterminer la zone habitable est de déterminer la distance à laquelle la condition de température en surface d'une planète permettrait la présence d'eau à l'état liquide. Dans notre système solaire, Vénus est à la limite de la zone habitable et Mars est dans la zone habitable. Cependant sur Vénus la température est de 460°C, et sur Mars au contraire la température est à -30°C. Finalement, elles ne sont pas habitables car elles n'ont pas les bonnes conditions atmosphériques : sur Vénus le taux de CO2 est tel que cela crée un effet de serre divergent. S'il n'y avait pas d'atmosphère sur Vénus, la température d'équilibre à la surface serait de 10°C. Pour Mars l'atmosphère n'est composée que de CO2 mais la pression est tellement faible qu'il y a moins de CO2 que sur terre, donc l'effet de serre est minime. Sur Terre, sans CO2 la température serait de -10 à -15°C. A Paris, au laboratoire de météorologie dynamique, des chercheurs étudient la concentration de CO2 dans l'atmosphère.

Pour chaque planète, on connaît les quantités théoriques minimales et maximales qu'il faut de CO2 pour que la température de la surface soit au-dessus de 0°C, permettant de trouver de l'eau dans un état liquide. Ces quantités varient en fonction de la taille de la planète, de la composition atmosphérique, de la taille de l'étoile du système et enfin de la distance par rapport à la planète. Sachant que l'étoile du système solaire de nos 3 exoplanètes est une naine rouge, alors cette zone habitable est bien plus petite que la zone habitable de notre système solaire.

Que nous laissent la découverte de ces 3 exoplanètes ?

La présence d'une vie extraterrestre devra donc encore faire partie des grandes questions auxquelles la science n'aura à ce jour pas trouvé de réponse. Pourtant, la découverte de Kepler-138c et de Kepler-138d, puis de Kepler-e nous aura permis de comprendre comment identifier la composition d'une planète située à des années lumières de la Voie Lactée. Elle nous aura permis de comprendre qu'une même molécule peut à la fois faire partie des ressources les plus abondantes de l'univers et peut à la fois être la source la plus rare et précieuse jamais découverte. Bien plus précieuse que l'astate, le francium et le prométhium, considérés par beaucoup de scientifiques comme les éléments instables les plus rares que les étoiles nous auront jamais révélé.

Physique - Récupération d'énergie

ET SI L'AIR AMBIANT DEVENAIT UNE SOURCE D'ÉNERGIE ?

Récemment, des chercheurs australiens ont découvert une enzyme aux propriétés spectaculaires. L'enzyme, provient d'une bactérie capable de convertir le dihydrogène présent dans l'air ambiant en électricité. Cette enzyme, baptisée Huc, pourrait-elle porter en elle l'espoir d'une source énergétique quasiment inépuisable?

Rédacteurs : Mélody Gautier, Joanna Garelle et Joann Jonas Kaya.

À l'origine, Huc est une enzyme provenant d'une bactérie que l'on retrouve dans le sol près de grandes étendues d'eau. Cette bactérie est présente dans 16 États et notamment en Australie, en Russie, au Canada et en Suisse. Elle répond au nom de *Mycobacterium smegmatis*. Les chercheurs australiens ont remarqué que cette bactérie arrive à survivre dans des environnements extrêmes comme dans le sol Antarctique ou dans les sols volcaniques, grâce à un étonnant processus de récupération d'énergie via l'air ambiant. Ils ont donc décidé d'étudier le phénomène de plus près en récupérant le code génétique de cette bactérie. Suite à leurs observations, ils ont réussi à trouver la molécule responsable de cette récupération d'énergie. Cette enzyme appelée "hydrogenase", a été rebaptisée Huc par les chercheurs de Monash University.



L'atmosphère, une nouvelle source d'énergie pour alimenter les objets de notre quotidien.

Crédit photo : Lilartsy sur Unsplash

Pour mieux comprendre le fonctionnement de Huc, il a fallu que les chercheurs l'isolent pour pouvoir l'analyser. Il s'agit là d'un processus compliqué, plusieurs années ont été nécessaires avant d'obtenir un échantillon de Huc à un état stable de grande qualité.

“Il a fallu plusieurs années et quelques impasses expérimentales pour que les chercheurs puissent enfin isoler un échantillon de haute qualité de cette enzyme ingénieuse.”

Lorsque de l'hydrogène entre en contact de l'enzyme Huc, celle-ci produit un courant continu. Afin d'enclencher le processus de conversion, Huc a seulement besoin de quelques traces de dihydrogène. C'est pourquoi l'air ambiant lui suffit. Le dihydrogène ne représente qu'une partie infime de l'atmosphère, de l'ordre de 0,00005%. Il constitue un véritable défi d'exploitation, qui jusqu'à maintenant n'avait encore jamais été atteint.

C'est la première fois qu'un catalyseur peut convertir un taux aussi faible d'hydrogène en électricité. Mais le plus surprenant étant que ses capacités de conversion énergétique ne sont pas inhibées par l'oxygène.

Les travaux publiés dans la célèbre revue Nature mars 2023 démontrent un véritable processus électrochimique à l'œuvre derrière le phénomène de transformation énergétique. Pour faire simple, Huc casse la molécule de dihydrogène, libérant ainsi les électrons qui génèrent alors un flux d'électricité.

L'autre fait incroyable concernant Huc c'est qu'elle est tout a fait apte à générer de l'énergie qu'il fasse -80°C ou 80°C. Elle possède ainsi une plage de 160° où elle est parfaitement opérationnelle. Autrement dit, aucune zone géographique ne lui résiste.

C'est bien beau tout ça, mais concrètement, de quoi est capable Huc à l'heure actuelle? Aujourd'hui, les chercheurs australiens en sont seulement à la première phase expérimentale, c'est-à-dire qu'ils ont réussi à alimenter un petit circuit électrique. Pour le moment, l'échelle d'expérimentation est petite. Les chercheurs espèrent toutefois qu'à l'avenir, ils pourront l'amener de l'ordre du milligramme à celui du gramme. Ainsi, Huc pourrait alimenter des moniteurs biométriques, des ampoules LED ou tout autre circuit électrique ne demandant pas une forte puissance pour fonctionner malgré la faible quantité de dihydrogène présent dans l'air. Par conséquent, Huc deviendrait une batterie naturelle et durable possédant une source d'énergie inépuisable.

Les différents moyens de récupérer de l'énergie

L'électrochimie repose sur des réactions chimiques qui engendrent un courant électrique. Fabriquée en 1800, la pile électrique de Volta marque la naissance de l'électrochimie. C'est ce mécanisme qu'utilise Huc pour générer un courant continu.

La piézoélectricité, découverte en 1880 par les frères Curie, repose sur des matériaux qui, via une pression, vont produire de l'électricité. Ainsi, l'énergie mécanique produite par des objets comme les rails d'un train peut être convertie en électricité afin d'alimenter des capteurs difficiles d'accès.

La thermoélectricité, découverte par Seebeck au 18ème siècle, repose sur la propriété de matériaux, comme le tellure de bismuth, qui convertissent la chaleur en électricité. Aujourd'hui, elle est utilisée pour récupérer la chaleur émise par des data centers afin d'être transformée en électricité et ensuite réinjectée, dans le but d'alimenter des infrastructures comme des hôpitaux ou des habitations.

3 questions à M. Raynald Seveno, chercheur à Nantes Université spécialisé dans les matériaux piézo-électriques et la récupération d'énergie.



Q : C'est quoi pour vous la récupération d'énergie ?

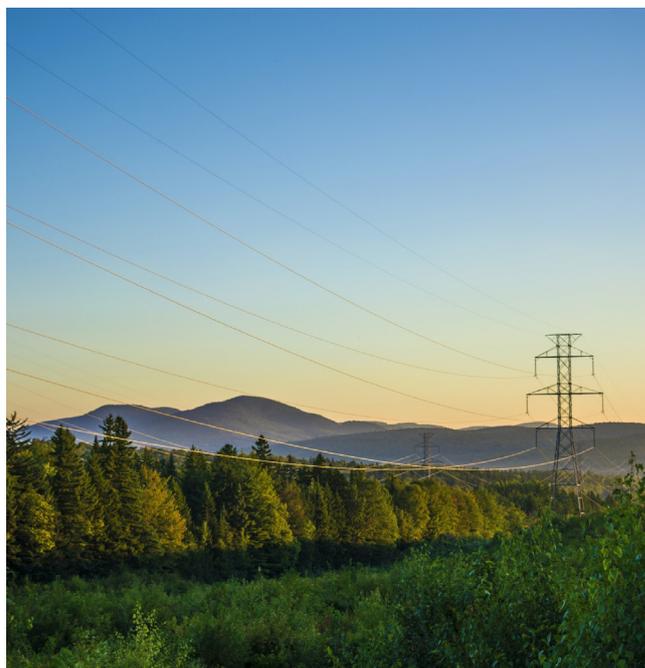
« La récupération d'énergie c'est de l'énergie ambiante que l'on récupère pour des applications humaines. »

Q : Sur quels projets avez-vous déjà travaillé ?

« On a eu un projet où on fabriquait de l'herbe synthétique. Cela avait les dimensions d'un brin d'herbe et notre matériau était flexible. On le mettait dans le vent, il bougeait et donc produisait de l'électricité. »

Q : Quelles sont les choses à prendre en compte avant de commencer un projet de récupération d'énergie ?

« Il faut toujours savoir qu'est ce que l'on veut alimenter, qu'est ce que le générateur que l'on utilise est capable de produire et quelle est l'énergie que l'on va transformer. »



Crédit photo : Jael Vallee sur Unsplash

LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE NANTES UNIVERSITÉ C'EST...

5000
étudiants

de la licence au doctorat



+ 500
personnels

dédiés à l'administratif ou à l'enseignement

6

départements



+ 3 services pédagogiques

9 Licences générales

7 Licences pro.

17 mentions de Masters



2 sites

Campus
Lombarderie
Nantes

Campus
Gavy
St-Nazaire



11

laboratoires
de recherches
administrativement rattachés

« La Faculté participe activement à diffuser la culture scientifique avec de nombreuses actions ouvertes au public : conférences, RDV des calés décalés, podcast Conversa'Sciences...

Nos étudiants ont eu l'occasion d'aller plus loin en adoptant une position de journaliste scientifique lors de cet atelier. Nous sommes fiers de vous proposer un vrai journal de vulgarisation, entièrement réalisé par eux ! »

Chantal GAUTHIER - Doyenne de la Faculté des sciences et des techniques

Le cafard déchainé

- C'est comme un canard mais avec un f -

LE JOURNAL DE LA FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES!!

- PARAÎT LA PREMIÈRE ET TROISIÈME SEMAINE DU MOIS

- PERMET DE TRANSMETTRE DU SAVOIR SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET TECHNOLOGIQUE AU SEIN DE LA FACULTÉ

- TOUT LE MONDE PEUT ÉCRIRE POUR LE JOURNAL, RÉGULIÈREMENT OU NON, MÊME POUR PARLER D'UN SUJET QUI VOUS TIENT À COEUR

RÉDACTION - LAB SCIREN - BAT 13
cafard@lab-sciren.org

IN

U