

ÉLECTROCHIMIE

SOUPLE À HAUTE FRÉQUENCE

L'lectronique souple et élastique présente un grand intérêt pour la biologie et la santé. Mais, jusqu'à présent, les spécialistes ne savaient pas fabriquer des composants opérant à une fréquence supérieure à 100 hertz. Faute de pouvoir atteindre des fréquences de plusieurs mégahertz, ces dispositifs ne peuvent fonctionner sans fils pour l'alimentation ou le transfert de données. Zhenan Bao, de l'université Stanford, et ses collègues viennent de développer des diodes souples haute fréquence dont les caractéristiques sont assez stables. Pour une fréquence d'entrée de 6,78 mégahertz, par exemple, avec une tension efficace initiale de 1,4 volt, la diode livre une tension continue de 0,74 volt au repos, et 0,48 volt étirée à 150% de sa longueur. ■

Martin Tiano

N. Matsuhisa et al., *Nature*, 2021

BIOLOGIE ANIMALE

LE PANDA AU RÉGIME GRAS

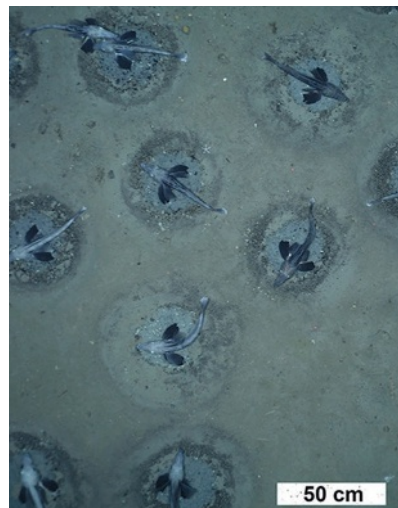
Le panda géant se nourrit exclusivement de feuilles de bambous, mais à l'approche de l'été s'y ajoutent des pousses plus nutritives. Il prend alors du poids et son microbiote intestinal est modifié avec une forte augmentation de la part des bactéries *Clostridium butyricum*. Pour déterminer le rôle de ces dernières dans la prise de poids du panda, Guangping Huang et ses collègues, de l'Académie chinoise des sciences, ont réalisé des greffes de fèces de panda chez des souris. Les rongeurs prenaient du poids quand les fèces étaient riches en *C. butyricum*. Les chercheurs ont montré que ces bactéries produisent du butyrate. Cette molécule stimule l'expression d'un gène du système circadien, *Per2*, qui augmente la synthèse de lipides. Cette étude chez la souris suggère qu'une modification du microbiote du panda favorise le stockage de graisse et que ce mécanisme pourrait agir en synchronisant son rythme circadien. ■

E. D.

G. Huang et al., *Cell Reports*, 2022

ZOOLOGIE

60 MILLIONS DE NIDS EN MER DE WEDDELL



Le poisson des glaces de Jonah *Neopagetopsis ionah* édifie des nids à l'aide de graviers et d'autres composants. Dans les eaux glacées de l'Antarctique, 60 millions de tels nids ont été découverts sur une zone de 240 kilomètres carrés (2,4 fois la superficie de Paris, une ville qui compte 2 millions d'habitants). La densité en nids est dix fois supérieure à celle de la capitale en habitants!

Le poisson des glaces de Jonah nidifie, mais on ignorait que des dizaines de millions d'individus le faisaient au même endroit. Une expédition marine en Antarctique vient de le révéler.

La mer de Weddell s'étend au-delà de la barrière de Filchner-Ronne, le prolongement sur l'eau d'un glacier s'étendant sur la terre ferme de l'Antarctique. Là, tout semble désolé. Pourtant, au fond de l'eau glaciale, la vie est en ébullition! Et de façon spectaculaire. Autun Purser, de l'institut Alfred-Wegener, à Bremerhaven, en Allemagne, et son équipe ont en effet eu la surprise de découvrir un grand nombre de nids de poisson des glaces de Jonah *Neopagetopsis ionah*. Combien? À peine 60 millions...

Cette espèce, avec d'autres, a la particularité d'avoir un sang dépourvu d'hémoglobine mais riche en protéines antigels, grâce auxquelles elle résiste aux grands froids. Autre caractéristique, au moment de la reproduction, ces poissons construisent une sorte de nid que le mâle surveillera lorsque les œufs y auront été déposés.

Ce sont ces nids que la caméra de l'Ofobs (Ocean floor observation and bathymetry system), immergée et traînée par le bateau *Polarstern*, a repérés lors d'une mission à l'est de la barrière de Filchner-Ronne. Surpris par leur nombre, l'équipage a décidé d'explorer la région de façon plus systématique et de compléter les images par des analyses au sonar. Résultat, 16 160 nids observés entre 420 et 535 mètres de profondeur sur une surface de 45 600 mètres carrés. Extrapolés aux 240 kilomètres carrés de l'aire de nidification supposée (2,4 fois la superficie de Paris), ce sont bien 60 millions de nids qui ont été... dénichés, chacun abritant quelque 1 700 œufs!

Avec une biomasse en poissons estimée à 60 000 tonnes, c'est tout l'écosystème de la région qui en profite, à commencer par les phoques de Weddell qui se repaissent de ces proies. Et les auteurs de l'étude d'en appeler à la Convention sur la conservation de la faune et la flore marines de l'Antarctique pour mieux protéger cette pouponnière géante. ■

Loïc Mangin

A. Purser et al., *Current Biology*, 2022

MÉDECINE

DES LYMPHOCYTES MODIFIÉS AU SECOURS DU CŒUR

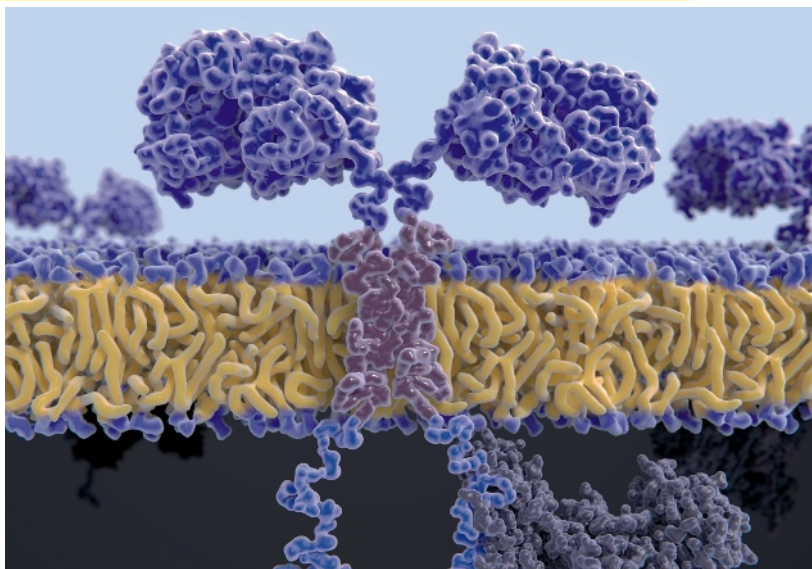
Ces cellules du système immunitaire modifiées *in vivo* réduiraient la fibrose cardiaque délétère qui s'installe parfois après un accident cardiaque.

L'immunothérapie, une stratégie consistant à stimuler le système immunitaire, a représenté une avancée importante dans le traitement des cancers. Elle pourrait maintenant investir d'autres champs comme celui des maladies cardiovasculaires, notamment l'insuffisance cardiaque. Dans cette maladie, l'activation incontrôlée ou le développement excessif de cellules de soutien, les fibroblastes, à l'origine du processus de fibrose, provoque une asphyxie des cellules contractiles, ce qui perturbe le fonctionnement du muscle cardiaque. Les approches thérapeutiques existantes ne montrent qu'un effet modeste et n'offrent pas la possibilité de réduire une fibrose déjà installée. L'immunothérapie serait une piste prometteuse. Jonathan Epstein, de l'université de Pennsylvanie, et ses collègues viennent de prouver qu'une telle approche peut être optimisée pour restaurer la fonction cardiaque chez des rongeurs présentant une insuffisance cardiaque, tout en limitant les possibles effets secondaires d'un tel traitement.

L'approche employée est celle des CAR-T, des lymphocytes T modifiés, qui sont plus efficaces que leurs homologues naturels pour éliminer des cellules délétères du soi. Une manipulation génétique vise à leur faire exprimer un récepteur chimérique (CAR, pour *chimeric antigen receptor*), qui leur permet à la fois de détecter un antigène donné et d'activer le lymphocyte T afin qu'il déclenche l'élimination de la cellule ciblée. Ici, l'antigène visé est une protéine exprimée spécifiquement à la surface des fibroblastes à l'origine de la fibrose cardiaque, la protéine FAP (*fibroblast activated protein*).

En 2019, l'équipe de Jonathan Epstein avait mis au point une technique consistant à modifier *ex vivo* des lymphocytes T et les réinjecter pour détruire la fibrose chez des souris. Mais cette modification permanente n'était pas sans risque, notamment parce que les fibroblastes jouent un rôle physiologique pour réparer le myocarde après un accident cardiaque comme un infarctus. Il est donc problématique de les détruire de façon permanente.

Rebondissant sur les énormes progrès réalisés dans le domaine des thérapies à base



Le récepteur chimérique (CAR, pour *chimeric antigen receptor*) est exprimé à la surface de lymphocytes T afin de reconnaître un antigène spécifique et activer le lymphocyte pour détruire la cellule ciblée. Cette stratégie est utilisée pour traiter certains cancers. Elle a été adaptée pour éliminer certaines cellules à l'origine du processus de fibrose cardiaque.

d'ARN, avec le développement de vaccins à ARN contre le SARS-CoV-2, les chercheurs ont adopté une nouvelle approche qui repose sur un ARN messager, porteur de l'information génétique permettant l'expression de la protéine chimérique CAR dirigée contre la protéine FAP. Celui-ci est délivré par voie intraveineuse, dans une nanoparticule lipidique, elle-même modifiée pour cibler précisément les lymphocytes T et non d'autres cellules de l'organisme. Comme l'ARN messager ne pénètre pas dans le noyau des cellules, qu'il est incapable d'intégration génomique, mais aussi qu'il est intrinsèquement instable et dilué lors des divisions cellulaires, la modification des lymphocytes T est par définition transitoire. Réalisée chez des souris, la stratégie montre qu'une proportion suffisante de lymphocytes T sont modifiés, expriment le CAR contre FAP et sont fonctionnels. Ils ne sont présents que pendant sept jours après l'injection. Les souris traitées retrouvent une fonction cardiaque normale. ■

N. G.

J. G. Rurik et al., *Science*, 2022

BIOLOGIE

CHAMPIGNON CONTRE BACTÉRIE

Sur le dos du hérisson, une féroce bataille oppose une bactérie, le staphylocoque doré, au champignon *Trichophyton erinacei*. Jesper Larsen, de l'Institut d'État danois du sérum, et ses collègues ont montré que certains staphylocoques dorés ont développé une résistance aux antibiotiques sécrétés par le champignon. L'analyse génomique d'une bactérie résistante a indiqué que le gène qui lui confère cette protection est apparu il y a environ deux cents ans, bien avant l'usage des antibiotiques par l'homme. Un résultat qui éclaire sur les mécanismes de l'antibiorésistance et l'urgence d'agir contre ce phénomène: une étude récente estime à 1,27 million le nombre de décès directement attribuables à la résistance aux antibiotiques dans le monde en 2019. ■

W. R.-P.

J. Larsen et al., *Nature*, 2022

MÉDECINE

D'EPSTEIN-BARR À LA SCLÉROSE EN PLAQUES

Le virus d'Epstein-Barr appartient à la famille des Herpèsvirus et est présent, sous forme latente, chez une grande majorité des adultes dans le monde. Il provoque de nombreuses maladies, dont la mononucléose infectieuse, et était suspecté d'être le déclencheur de la sclérose en plaques, une maladie neurodégénérative, qui touche 80 000 personnes en France. L'équipe d'Alberto Ascherio, de l'université Harvard, a suivi 10 millions de personnes dans l'armée américaine entre 1993 et 2013. Les chercheurs ont montré que le risque de sclérose en plaques était multiplié d'un facteur 32 après une infection par le virus d'Epstein-Barr. Le rôle déclencheur de ce virus semble se confirmer, même si de nombreux aspects du mécanisme restent à élucider. Ce résultat ouvre des pistes intéressantes: s'attaquer au virus avec un vaccin permettrait peut-être de lutter contre l'apparition de la maladie neurodégénérative. ■

S. B.

M. Bjornevik et al., *Science*, 2022

PHYSIQUE

UNE RECETTE POUR DES BULLES « ÉTERNELLES »



Cette bulle a duré 465 jours. Elle contient de l'eau, du glycérol et des particules de plastique. Ces deux derniers ingrédients empêchent l'évaporation et le drainage de l'eau, deux phénomènes à l'origine de l'éclatement des bulles de savon classiques.

Honoré de Balzac comparait le bonheur à une bulle de savon qui change de couleur comme l'iris et qui éclate quand on la touche. Malheureusement, même sans la toucher, une bulle de savon a une durée de vie assez courte, quelques minutes tout au plus. Plusieurs phénomènes complotent à l'éclatement de cet objet qui fait la joie des enfants... et des plus grands. Alors que l'eau du film liquide est drainée vers le bas par la pesanteur, le film s'amincit en haut et finit par éclater. Autres sources de destruction de la bulle: la présence de poussières et l'évaporation de l'eau du film. Malgré ces obstacles, Aymeric Roux, de l'université de Lille, et ses collègues ont mis au point une «recette» pour fabriquer des bulles qui perdurent plus d'un an!

Les chercheurs ont repris une idée proposée en 2017: les bulles marbrées. Le film d'eau de ces bulles est enrichi avec des particules de plastique. Grâce à l'effet de mouillage, des «ponts» liquides s'établissent entre les particules de plastique. Cette structure rend la bulle plus robuste aux perturbations et surtout supprime le drainage dû à la pesanteur. Mais cette bulle reste sensible à l'évaporation.

Pour contrer ce processus, les chercheurs ont eu l'idée d'ajouter du glycérol dans l'eau. Cet ingrédient a une grande affinité avec l'eau, à tel point qu'il absorbe les molécules d'eau présentes dans l'air ambiant. En ajustant la concentration de glycérol, les chercheurs ont obtenu des bulles de quelques millimètres de diamètre dont la masse restait stable, c'est-à-dire qu'elle ne perdait pas d'eau. L'évaporation de l'eau était compensée par l'action absorbante du glycérol. Surpassant les quelques minutes d'une bulle classique, les chercheurs ont réussi à produire des bulles qui ont perduré 465 jours! ■

S. B.

A. Roux et al., *Physical Review Fluids*, 2022