

L'écho des forêts

Une fleur d'Amérique Centrale attire les chauves-souris en réfléchissant les ondes sonores en direction de l'animal.

Les mammifères et les plantes à fleurs se reproduisent lorsqu'une cellule sexuelle mâle (spermatozoïde ou grain de pollen) fusionne avec un ovule de femelle. Alors que, chez les mammifères, les deux cellules se rencontrent quand deux individus, mobiles, de sexe opposés s'accouplent, les fleurs utilisent des vecteurs de pollinisation qui transportent le pollen des étamines de l'une à l'organe femelle, le pistil, de l'autre. Certaines de ces fleurs ont adopté des stratégies pour attirer l'agent de pollinisation. Par exemple, l'orchidée *Ophrys apifera* imite les signaux olfactifs, visuels et tactiles produits par de petites abeilles solitaires femelles, et provoque chez les abeilles mâles des tentatives d'accouplement pendant lesquels ils recueillent du pollen qu'ils véhiculent vers une autre orchidée leurre. Dagmar et Otto von Helversen, de l'Université d'Erlangen en Allemagne, ont montré que les fleurs *Mucuna holtonii* attirent leurs pollinisateurs, des chauves-souris de l'espèce *Glossophaga commissarisi*, avec un pétale adapté qui renvoie les ondes sonores vers l'animal qui les a émises.

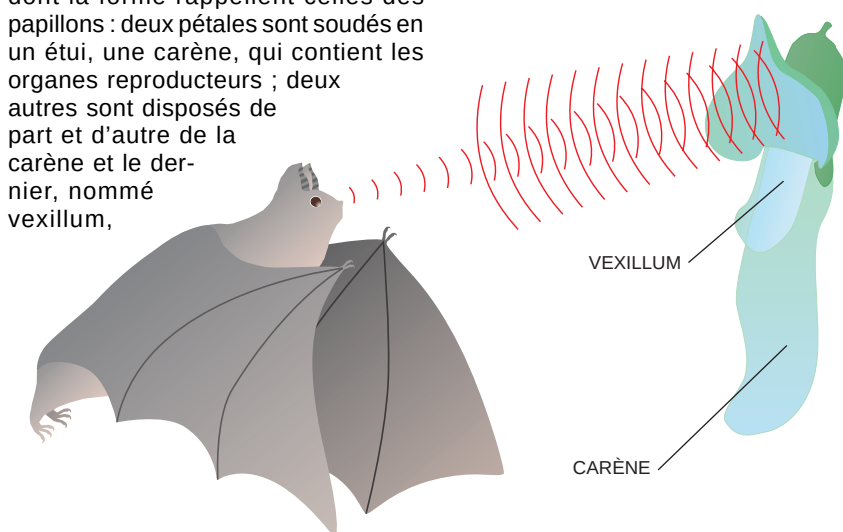
Mucuna holtonii, que l'on rencontre en lisière de forêt ou au bord des ruisseaux, appartient, avec les pois, à la famille des papilionacées, des fleurs dont la forme rappellent celles des papillons : deux pétales sont soudés en un étui, une carène, qui contient les organes reproducteurs ; deux autres sont disposés de part et d'autre de la carène et le dernier, nommé vexillum,

dresse à maturité sa surface concave au-dessus de la fleur. Les chauves-souris s'approchent de la fleur qu'elles pressent pour atteindre le nectar. La carène sous tension éclate alors et les étamines propulsent le pollen sur les poils de l'animal pendant son festin. Le pollen sera ensuite véhiculé vers une autre fleur. Comment les chauves-souris repèrent-elles les fleurs ?

À la manière des sous-marins avec leurs sonars, ces animaux utilisent principalement pour se déplacer les échos des ondes sonores qu'ils émettent. Les zoologistes ont d'abord constaté que les fleurs sans vexillum étaient beaucoup moins visitées que les fleurs intactes témoin. Puis, pour confirmer leur hypothèse de localisation par l'écho, ils ont empli les vexillum de certaines fleurs avec du coton : là encore, les fleurs témoins étaient plus souvent visitées.

D. et O. von Helversen ont ensuite étudié les propriétés de réflexion sonore du vexillum en enregistrant l'écho d'un son artificiel proche de celui émis par *Glossophaga commissarisi*. Malgré sa petite taille, le vexillum concave réfléchit seul la majeure partie des ondes dans la direction d'incidence selon un large cône d'incidence, c'est-à-dire que la fleur mature signale sa présence à chaque cri de la chauve-souris qui, ainsi, la repère facilement et la distingue des feuilles ou des autres parties du végétal.

À l'instar de *Ophrys apifera*, *Mucuna holtonii* est adaptée à son agent pollinisateur. D'autres fleurs de la même espèce dont le pollen est transporté par des animaux qui n'utilisent pas le système d'écholocation n'ont pas de vexillum concave.



La chauve-souris *Glossophaga commissarisi* pousse des cris et capte l'écho que lui renvoie la plante leurre *Mucuna holtonii*. En échange d'un peu de nectar, l'animal transporte du pollen de fleur en fleur et participe à la reproduction de l'espèce végétale.

BRÈVES

La piste du faux suaire

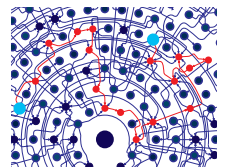
D'où vient le «Saint Suaire», pièce de lin exposée à Turin, et réputée avoir enveloppé la dépouille du Christ, mais fabriquée entre 1260 et 1390 selon les analyses au carbone 14 pratiquées il y a quelques années ? Selon deux botanistes israéliens, il aurait été tissé au Proche-Orient : des pollens trouvés dans le tissu appartiennent à des plantes qui ne poussent que dans cette région. Un croisement a-t-il été abusé par d'habiles palestiniens ?

Horloge géologique

Seules les roches cristallines et volcaniques étaient datées par des mesures de radioactivité : les roches sédimentaires ne l'étaient que par l'analyse des fossiles qu'elles contiennent. Or, les fossiles sont souvent absents. Des géologues australiens ont daté deux grès (roche sédimentaire) en projetant un faisceau d'ions oxygène suffisamment fin pour vaporiser les atomes d'uranium et de plomb contenus dans des microcristaux piégés dans les sédiments lorsqu'ils se sont consolidés. Les atomes ainsi extraits sont analysés et la proportion d'atomes d'uranium 238 par rapport à ceux de plomb 206 indique l'âge du sédiment.

La topologie de l'Internet

Sur Terre, les gens sont reliés par six degrés de séparation : pour relier deux individus pris au hasard, six liens (ami, parenté, connaissance) suffisent. Et sur le Web ? Des informaticiens américains ont montré que de n'importe quelle page vous êtes en moyenne à 18 clics de souris de n'importe quelle autre. Si le nombre de pages, aujourd'hui estimé à 300 millions, est multiplié par 10, le nombre de liens moyen entre deux pages passera de 18 à 20.



Et rose, elle a vécu, plus longtemps

Depuis plusieurs décennies, les sociétés de biotechnologie savent retarder le mûrissement des fruits et des légumes. Elles prolongent aujourd'hui la durée de vie des fleurs. La Société Agritope a identifié et breveté un gène nommé SAMase, qui code une enzyme, laquelle dégrade un des principaux précurseurs de l'éthylène, la S-adenosylméthionine : ce gène règle la production par les végétaux de l'éthylène, une hormone végétale, qui favorise le mûrissement des fruits et le vieillissement des végétaux.

Premier parmi ses semblables

Nayan Hajratwala a découvert le premier nombre premier comportant plus d'un million de chiffres. Ce nombre de Mersenne, $2^{6972593}-1$, a 2 098 960 chiffres : son inventeur recevra le prix de 50 000 dollars offert par l'*Electronic Frontier Foundation*, créée par un donateur anonyme. Nayan Hajratwala a utilisé un 350 MHz Pentium II IBM Aptiva pendant 111 jours en temps partagé. Si l'ordinateur avait été utilisé à plein temps, l'ordinateur aurait été immobilisé trois semaines. Un prix de 100 000 dollars attend le premier nombre premier de 10 millions de chiffres.

Prothèse pédestre

Une prothèse d'orteil, achetée en 1881 par le *British Museum* de Londres est de nouveau exposée depuis quelques semaines dans une nouvelle galerie consacrée aux restes humains de l'Égypte ancienne. L'objet, daté de plus de 2 500 ans, proviendrait de Thèbes. Il a été fabriqué dans le même matériau que les sarcophages des momies, un mélange de toile, de colle et de plâtre, teinté couleur chair, et portait un ongle d'un autre matériau. Un lien, attaché au pied ou à la sandale, le maintenait en place, tout en conservant l'articulation.

Le gène n'est pas tout

Des biologistes de l'Université de Portland, de l'Université d'Edmonton et de l'Université Albany ont soumis des souris clonées, c'est-à-dire génétiquement identiques à des tests de comportement : elles réagissent différemment selon le laboratoire, même si les conditions expérimentales sont semblables : les différences semblent dues aux conditions de vie, telles que l'alimentation, la façon dont les animaux sont traités, le caractère du technicien qui s'occupe d'elles... Pour des comportements dépendant fortement de facteurs génétiques, comme l'attrait pour l'alcool, les résultats sont similaires ; en revanche, pour des comportements mis en évidence par des tests de locomotion, les différences sont considérables : une pierre dans le jardin des tenants absolus de l'inné.

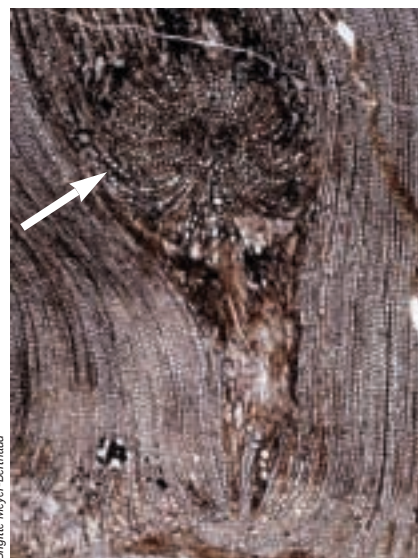


Vieux mais branché

Les innovations végétaives d'un arbre primitif.

A quoi la Terre ressemblerait-elle sans arbres ni forêts ? Les arbres sont apparus il y a 375 millions d'années et le registre fossile indique que les plus anciennes forêts, composées surtout du genre *Archaeopteris*, objet de notre étude, ont atteint leur expansion maximale 15 millions d'années plus tard. Ces forêts ont profondément modifié les milieux terrestres. Elles ont conduit à l'élaboration de nouvelles niches écologiques propices à l'évolution des espèces, elles ont produit une biomasse végétale suffisante pour alimenter les premiers grands incendies et elles ont contribué au développement des sols. Réservoir important de matière organique, elles ont aussi piégé de grandes quantités de dioxyde de carbone atmosphérique, contribuant ainsi au refroidissement global du climat.

Archaeopteris, principal acteur de ces transformations, présente une autre particularité : c'est, parmi les plantes à spores, le plus proche parent connu des plantes à graines, apparues il y a 365 millions d'années et qui dominent aujourd'hui la végétation. Les recherches menées depuis dix ans sur la structure, les propriétés mécaniques et le développement de cet arbre montrent qu'il ne lui man-



Le tronc d'*Archaeopteris* (en coupe) portait, comme les autres arbres contemporains, des branches caduques issues de la division du sommet du tronc (la flèche indique le départ de la vascularisation d'une telle branche). Il avait aussi des branches persistantes, et pouvait se reproduire par bouturage, ce qui a contribué à sa domination sur les premières forêts.

quait que des graines pour être un arbre moderne.

Comme pour la majorité des arbres actuels, le bois d'*Archaeopteris* assurait une double fonction de conduction de la sève et de soutien mécanique du tronc et des branches. La photosynthèse, qui permettait à l'arbre de croître, était assurée par des branches horizontales et caduques pourvues, à leurs extrémités, de structures foliacées. On a longtemps pris pour des feuilles de fougères ces branches fossiles, détachées de leurs troncs et de longueur inférieures à 1,5 mètre. Comme les autres arbres de la même époque, *Archaeopteris* émettait ces branches grâce à la division, généralement inégale, du sommet du tronc. C'était un processus risqué : si le sommet de l'arbre était endommagé, la ramification s'arrêtait et l'arbre, privé de ses organes photosynthétiques, finissait par mourir.

En 1993, Mary-Louise Trivett, de l'Université de l'Ohio, découvre qu'*Archaeopteris* produisait des branches ailleurs qu'à son sommet, ce qui favorisait sa survie. Grâce aux gisements fossilifères reconnus récemment dans le Sud-Est marocain par Jobst Wendt, de l'Université de Tübingen, nous avons, avec Stephen Scheckler, de l'Université de Virginie, confirmé que, outre ses courtes branches à fonction photosynthétique, le tronc d'*Archaeopteris* produisait aussi de grosses branches persistantes. Grâce à ces branches, qui constituaient un élément fondamental de son squelette, l'arbre avait une forme plus complexe et occupait plus d'espace que ce que l'on avait imaginé.

Ces branches étaient soutenues par des bourrelets de bois au niveau de la zone d'attache, comme les branches des arbres modernes. L'analyse de leur vascularisation a montré que leur position sur le tronc était liée à celle des branches photosynthétiques et que leur production n'était pas directement issue d'une division du sommet, mais plutôt d'une ramification semblable à la ramification axillaire des plantes à graines, où les branches sont produites par des îlots de cellules situées à l'aisselle des feuilles (dans l'angle formé par le pétiole de la feuille et la branche à laquelle il est attaché).

Les branches et le tronc d'*Archaeopteris* produisaient aussi des structures susceptibles de se développer en racines. Ce potentiel permet à de nombreuses plantes actuelles de se propager végétativement, par bouturage par exemple. Cet ensemble d'innovations relatives à l'appareil végétatif expliquerait le succès d'*Archaeopteris* et son importance dans l'évolution de la végétation.

Brigitte MEYER-BERTHAUD
Université de Montpellier

Les faiseurs de pluie

Des cristaux dispersés dans les nuages augmenteraient la pluie et réduiraient la grêle.

Dans les Pyrénées-Orientales, trois syndicats agricoles ont assigné *Météo-France* en justice : ses prévisionnistes n'avaient pas annoncé l'orage de grêle qui a dévasté quelques milliers d'hectares de vignes et de vergers le 21 avril 1999. Si l'alerte avait été donnée, les agriculteurs auraient allumé les brûleurs anti-grêle installés dans la région. Leurs cultures auraient-elles été préservées ? Rien n'est moins sûr.

Parallèlement, au Burkina-Faso, des sorciers traditionnels se plaignent : pour faire tomber la pluie, le gouvernement de ce pays projette, avec l'aide du Maroc, la dispersion d'iodure d'argent dans les nuages. Une intervention d'urgence des services de la météorologie marocaine en avril et mai 1998, avec ce procédé, a en effet été suivie par l'arrivée de l'eau tant attendue en fin de saison sèche. Hasard ou efficacité ?

Pouvons-nous agir sur les précipitations ? Des expériences de pluie provoquée sont menées dans des pays semi-arides et, en France, quelques associations soutiennent la lutte contre la grêle. Les résultats de ces expériences sont toutefois mitigés : les progrès qualitatifs avancés par leurs promoteurs ne sont pas accompagnés de démonstrations statistiquement fiables.

Comment faire pleuvoir ? Une technique s'appuie sur l'existence, dans de nombreux nuages, de gouttelettes d'eau liquide à des températures inférieures à 0°C. Comme la pression d'équilibre de la vapeur d'eau en présence de ces gouttelettes surfondues est supérieure à celle de la vapeur d'eau en présence de glace, lorsque des cristaux de glace sont présents, la vapeur d'eau se condense de préférence à leur surface et ils grossissent plus vite que les gouttes d'eau. Lorsqu'un cristal de glace a atteint une taille suffisante, il tombe, en agrégeant des gouttelettes d'eau ou d'autres cristaux, puis il rencontre des couches d'air plus chaudes, il fond et se transforme en pluie. S'il est trop gros ou si l'air n'est pas assez chaud près du sol, il reste grêlon ou flocon de neige.

Lorsque les nuages ne contiennent pas d'eau surfondue, la pluie se forme par l'agrégation des gouttelettes d'eau du nuage. La quantité de pluie dépendrait de la concentration en gouttes « assez grosses » issues de cette agrégation.

Des météorologues ont proposé d'augmenter la concentration en cristaux de glace dans les nuages, en y introduisant des cristaux d'iodure d'argent, de quelques dixièmes de micromètres de diamètre : la ressemblance de leur réseau cristallin avec celui de la glace favorise la condensation de l'eau. Plus de vapeur d'eau devrait ainsi être transformée en pluie. Dans le cas d'un orage de grêle, l'augmentation du nombre de cristaux empêcherait que les grêlons deviennent trop gros : ils seraient ainsi moins dangereux et fondraient plus facilement avant d'atteindre le sol.

Un autre moyen pour augmenter la concentration en gouttes d'eau dans les nuages a été mis au point par l'équipe du Projet de recherche sur les précipitations de Bethlehem, en Afrique du Sud : on répand, à la base des nuages, des cristaux de sels hygroscopiques (du chlorure de sodium et de potassium) de quelques dixièmes de micromètre de diamètre. Ces cristaux, aspirés dans le nuage par des courants de convection, servent de support à la condensation de la vapeur d'eau. Ces gouttelettes artificielles ascendantes s'agrègent avec les gouttelettes

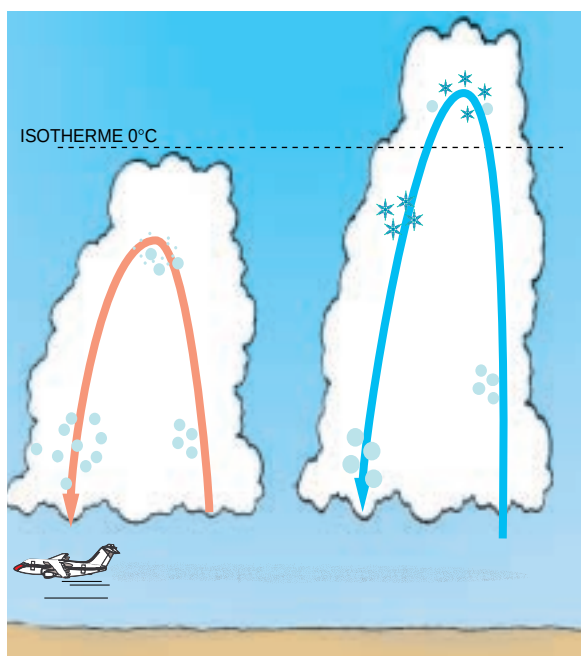
du nuage et forment des gouttes plus grosses qui, par fractionnements successifs, produiraient finalement bien plus de gouttes qu'on a initialement introduit de cristaux dans le nuage. Dans les nuages froids, l'augmentation du nombre de gouttes d'eau favorise aussi l'apparition de germes de glace.

Ces méthodes sont-elles efficaces ? La variabilité des conditions météorologiques impose de longues durées d'expérience, pour que les comparaisons entre les nuages traités et la situation naturelle soient significatives. Face à l'urgence des besoins en eau, l'équipe sud-africaine refuse d'attendre : elle compare chaque nuage traité à un nuage aux caractéristiques semblables. Elle annonce ainsi une augmentation de 60 pour cent de l'eau déversée par un nuage lorsque celui-ci est traité assez tôt. La preuve d'un accroissement total de la pluie tombée sur la région manque toutefois encore.

Pour la grêle, des compagnies d'assurance ont réduit de plus de 40 pour cent les indemnités qu'elles versent aux agriculteurs grâce à des traitements à l'iodure d'argent, mais cet indicateur est scientifiquement contestable. Jean Des-sens, du Laboratoire d'aérodynamique du CNRS, à Toulouse, a récemment proposé une méthode de traitement des données recueillies par un réseau de 800 stations de mesure de la grêle en Aquitaine : le nombre de grêlons de diamètre supérieur à sept millimètre varie dans

le sens inverse du poids d'iodure d'argent répandu dans l'atmosphère 80 minutes avant la chute de grêle. À Agen, l'Association climatique de la Moyenne-Garonne compare l'action de deux types de sels hygroscopiques. Après trois années d'expériences, les améliorations qualitatives annoncées ne sont pas distinguables de la variabilité naturelle des orages.

Selon Jean-Pierre Chalon, de *Météo-France*, ces expérimentations sont prématurées : les moyens importants nécessaires à la validation des différentes méthodes sont plus utilement consacrés à la compréhension des mécanismes physiques à l'origine des précipitations. Le groupe d'experts qu'il préside au sein de l'Organisation météorologique mondiale a toutefois décidé d'analyser les conséquences des traitements par sels hygroscopiques, tels qu'ils sont réalisés en Afrique du Sud, au Mexique et en Thaïlande. Les agriculteurs pourront-ils un jour « semer la pluie » comme ils sèment leurs champs ?



Des cristaux de chlorure de sodium ou de potassium, dispersés à la base d'un nuage, sont aspirés par des courants ascendants. Ils servent de support à la condensation de gouttes d'eau qui grossissent : dans un nuage « chaud » (à gauche), elles retombent directement en pluie ; dans un nuage « froid » (à droite), qui contient de l'eau surfondue, elles se transforment en grêlons qui fondent en retombant. Cette technique aurait augmenté le rendement des nuages en Afrique du Sud.

Test de la maladie de la vache folle

Comment savoir qu'une vache est atteinte d'encéphalopathie spongiforme bovine, alors même qu'elle ne présente aucun des symptômes caractéristiques? Un test élaboré par le CEA est remarquablement efficace : la forme pathogène de la protéine du prion est détectée par un anticorps spécifique. Lors des essais, tous les animaux malades ont été détectés et aucun animal sain n'a été faussement déclaré contaminé. Le CEA s'est associé à la Société Pasteur Sanofi Diagnostics pour développer ce test.

Azote pur

Des chimistes de l'Armée de l'air américaine ont réussi à fabriquer un ion comportant cinq atomes d'azote disposés en V. Chargé positivement, ce composé est stabilisé et neutralisé avec du fluorure d'arsenic, formant un sel stable à -78°C , mais qui se décompose à 22°C , et explose violemment en présence d'eau. Cet ion, fortement contraint, est un puissant oxydant : servira-t-il un jour de carburant ou d'explosif?

Le destin de l'Univers

Les cosmologistes assuraient que le destin de l'Univers était établi : il n'y aurait pas contraction après la phase d'expansion actuelle, mais une accélération de l'expansion. Cette assertion était fondée sur la luminosité des supernovae dans les lointaines galaxies, moins intense que prévu. Il fallait supposer cependant que la luminosité intrinsèque des supernovae lointaines est identique à celle des supernovae proches, ce que contredit un résultat récent.



Photon par photon

La détection d'un photon unique, que ce soit par l'œil ou par un photodétecteur, est en général destructive. Pourtant, en mécanique quantique, rien n'interdit de «voir et de revoir» un unique photon. Cette prouesse expérimentale est le fruit de l'équipe de Serge Haroche, à l'École normale supérieure de Paris. Cette expérience est fondée sur la mesure de la phase du mouvement de rotation d'un électron placé sur une orbite circulaire autour d'un ion de rubidium. Le champ d'un seul photon dans la cavité suffit à inverser cette phase, sans changer l'énergie de l'électron, donc sans absorber le photon. En mesurant la phase de l'électron, on détecte ainsi le photon sans le détruire.

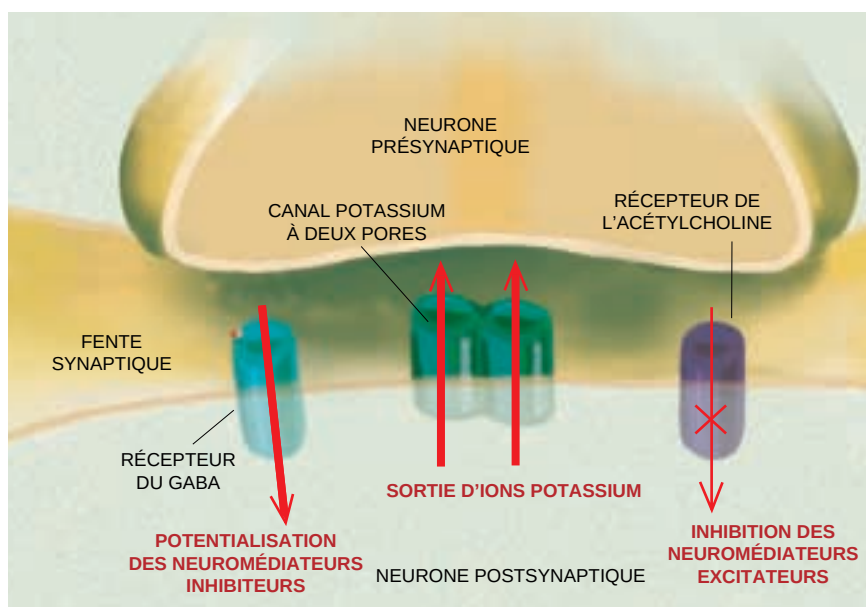
Un nouveau mécanisme pour l'anesthésie

Des molécules commandant le flux des ions potassium à travers la membrane des neurones sont la cible de certains anesthésiques.

Plusieurs potions, élixirs ou autres préparations ont été utilisées pour endormir les opérés ou apaiser leur douleur. En 1842, un médecin américain a l'idée de faire respirer de l'éther à un des malades qu'il doit opérer. C'est le début de l'utilisation des anesthésiques volatils. Une anesthésie générale est caractérisée par une perte de conscience, une suppression des sensations douloureuses, un relâchement du tonus musculaire et une amnésie. Tous ces symptômes disparaissent après élimination des drogues. Pour endormir les opérés, les anesthésistes utilisent plusieurs substances qui bloquent la transmission de l'influx nerveux. Amanda Patel, Éric Honoré, Georges Roney, et leurs collègues de l'équipe de Michel Lazdunski (CNRS-UPR 411) ont découvert un nouveau mode de mise au repos du système nerveux central : les anesthésiques volatils agissent spécifiquement sur une toute nouvelle classe de molécules, des canaux potassium à deux pores.

Pour expliquer l'action des anesthésiques, on a proposé deux mécanismes : ils agiraient en se dissolvant dans les membranes des neurones, les désorganisant et inhibant la transmission des messages excitateurs ; ou bien ils se fixeraient sur des cibles spécifiques localisées sur ces membranes, notamment sur les récepteurs du GABA, le principal neuromédiateur inhibiteur du système nerveux central. Plusieurs arguments sont en faveur de cette seconde hypothèse.

Les récepteurs du GABA sont situés sur des canaux chlore, qui restent fermés tant que le neuromédiateur n'y est pas fixé. Quand le GABA se lie à son récepteur, le canal chlore s'ouvre laissant entrer des ions chlore dans le neurone postsynaptique. Cette entrée massive de charges négatives crée un hyperpolarisation qui bloque la transmission des signaux dans les neurones. Les anesthésiques qui se fixent également sur les récepteurs du GABA, renforcent encore le flux d'ions chlore : les neurones postsynaptiques sont totalement mis au repos. Pour obtenir ce mécanisme de perte réversible de conscience, on peut soit renforcer l'action d'un neuromédiateur inhibiteur (le GABA, notamment), soit inhiber l'action d'un neuromédiateur excitateur, le glutamate ou l'acétylcholine. Ces neuromédiateurs déclenchent l'émission de signaux excitateurs en se fixant sur leurs récepteurs. Toute substance (et c'est le cas de certains anesthésiques) qui prend la place de ces neuromédiateurs sur leurs récepteurs, les empêche d'agir, donc d'activer le système nerveux central.



Les anesthésiques mettent le système nerveux central au repos soit en potentialisant les neuromédiateurs inhibiteurs (tel le GABA) qui bloquent la transmission de l'influx nerveux dans les neurones postsynaptiques, soit en inhibant les neuromédiateurs excitateurs (tel l'acétylcholine) qui, au contraire, transmettent l'influx nerveux. Les nouvelles cibles des anesthésiques sont les canaux potassium à deux pores qui laissent des ions potassium quitter en masse le neurone postsynaptique, ce qui bloque également la transmission de l'influx.

En fait, l'inhibition de l'activité neuronale peut-être obtenue par l'afflux d'ions chlore qui pénètrent dans les neurones postsynaptiques par les récepteurs du GABA, mais aussi par une sortie d'ions potassium par des canaux potassium spécifiques. Jusqu'à présent, on connaissait des canaux potassium à un pore, mais Florian Lesage a récemment découvert une nouvelle famille de canaux potassium : ils sont constitués de deux pores.

Ces canaux potassium seraient généralement au repos, sauf en cas de stress. Dans ces conditions, de l'acide arachidonique et d'autres acides gras (les constituants des membranes) seraient libérés. Or certains de ces canaux potassium à deux pores sont activés par l'acide arachidonique et par les perturbations mécaniques de la membrane. Dans ces conditions, les canaux potassium s'ouvrent, déclenchant une sortie d'ions potassium de la cellule : on pense qu'une telle hyperpolarisation aurait un effet protecteur en empêchant, par exemple, les ions cal-

cium (toxiques quand ils sont en excès) de pénétrer dans les neurones au cours d'un accident vasculaire cérébral.

A. Patel et ses collègues ont montré que certains de ces canaux sont activés par les anesthésiques volatils. Deux de ces canaux, nommés TASK et TREK-1 sont activés par ces anesthésiques, mais tandis que TREK-1 est activé par le chloroforme, l'éther, l'halothane et l'isoflurane, TASK n'est activé que par l'halothane et l'isoflurane. S'ils agissaient en se dissolvant dans la membrane et en la perturbant, on ne devrait pas constater une telle spécificité.

De surcroît, en éliminant, par diverses techniques, des régions particulières des molécules qui constituent les canaux potassium à deux pores, l'équipe de Sophia Antipolis a montré que les anesthésiques cessent d'agir quand certaines zones sont retirées. Les anesthésiques n'agissent sans doute pas sur les canaux TREK-1 et TASK en s'y liant par un mécanisme de type clé-serrure, mais en modi-

fiant la configuration de la protéine-canal : cette modification réversible entraînerait l'ouverture du canal. Les récepteurs TREK-1 et TASK sont exprimés dans de nombreux tissus et surtout dans le cerveau et dans le cœur, ce qui explique pourquoi certains anesthésiques ont des effets secondaires indésirables : ils perturbent la fonction cardiaque.

La découverte de ces canaux potassium sensibles aux anesthésiques volatils augmente le nombre des cibles des anesthésiques. On sait que les invertébrés ont de très nombreux types de canaux potassium à deux pores et l'on commence à en découvrir d'autres chez l'homme. Peut-être trouvera-t-on alors des canaux spécifiques d'un organe qui seraient activés par un anesthésique particulier. Parviendra-t-on, un jour, à «endormir» spécifiquement le système nerveux central sans toucher le cœur ni les poumons, c'est-à-dire sans risque de déclencher des effets secondaires délétères ?

Vision primaire

Le cerveau traite la position des yeux en même temps que les images.

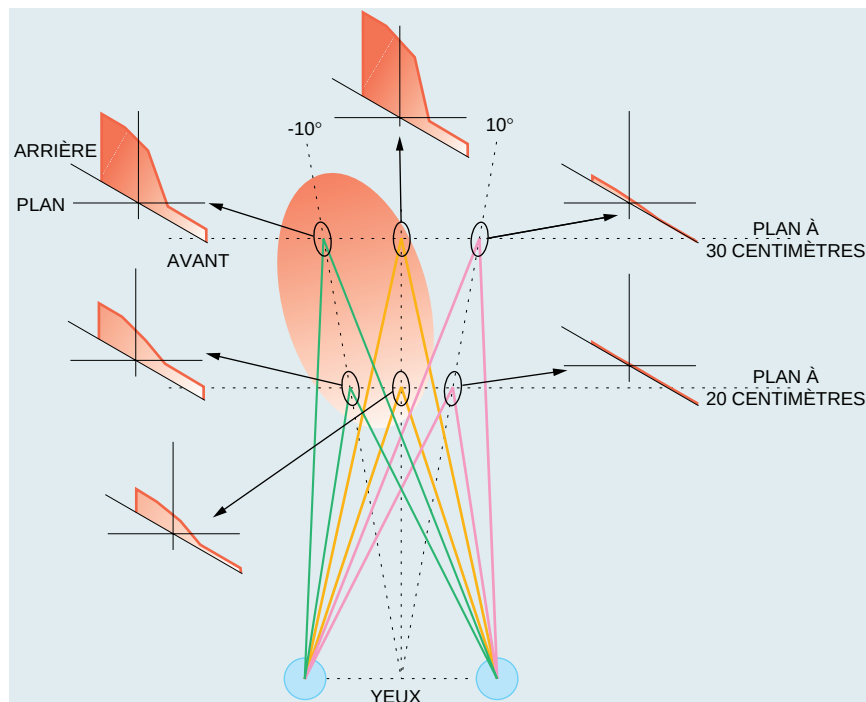
Avant de saisir un objet, nous devons le localiser, apprécier sa forme et son volume, ainsi que la distance qui nous en sépare. Nous disposons pour cela de deux yeux, écartés de quelques centimètres, qui reçoivent deux images d'un même objet, avec un léger décalage angulaire. Notre cerveau reconstruit le relief en combinant ces deux images et en tenant compte de la position de ceux-ci par rapport au reste de notre corps. On pensait que notre cortex visuel primaire, qui se situe dans la partie postérieure de notre cerveau, se contentait de coder les images reçues par les rétines et que leur positionnement dans l'espace était reconstitué seulement dans une seconde étape du traitement visuel, dans une autre zone cérébrale, le cortex pariétal. En réalité, le cortex primaire code déjà la position des objets dans l'espace tridimensionnel.

Nous explorons le fonctionnement du cerveau chez des macaques rhésus, qui ont les mêmes capacités perceptives que l'homme, en enregistrant l'activité électrique individuelle des neurones en réponse à des images présentées sur un écran vidéo. Ces enregistrements révèlent d'abord que le cortex primaire code l'orientation des bords qui défi-

nissent un objet, ainsi que le relief de cet objet.

Fermions un œil. Chaque neurone du cortex visuel primaire n'est sensible qu'à la lumière qui arrive sur une petite portion de la rétine de l'œil ouvert, son champ récep-

teur. Si l'on projette dans ce champ récepteur un trait, matérialisé par une différence de contraste, l'activité du neurone dépend de l'orientation de ce trait : elle est maximale pour une orientation préférentielle, et minimale pour l'orientation ortho-



Les neurones du cortex visuel primaire codent la position des objets dans l'espace. Leur activité (graphes en rouge) est modulée par la distance du plan de fixation (ici, à 20 ou à 30 centimètres), par la position du stimulus par rapport à ce plan (en avant, en arrière ou dans le plan) et par la position latérale des objets (au centre, en orange, à 10 degrés à gauche, en vert, et à 10 degrés à droite, en rose). On a représenté ici l'activité d'un neurone (récapitulée par le dégradé de couleur de l'ellipsoïde) sensible aux stimuli présentés en arrière d'un plan de fixation à 30 centimètres et sur la gauche de la tête.