

Altitude et population

Comment les hommes se répartissent-ils à la surface de la Terre? L'«individu moyen» vit à 194 mètres d'altitude ; 33,5 pour cent de la population mondiale vivent à moins de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, près du littoral ou dans des plaines fluviales, soit une superficie correspondant à seulement 17 pour cent des terres émergées.

Coquillages et céphalées

De petites protéines analogues aux toxines produites par des coquillages venimeux tels que les cônes des mers tropicales seront peut-être utilisées dans le traitement de la douleur. B. Olivera, de l'Université de l'Utah, a isolé une substance issue de *Conus magus*, qui a de puissantes propriétés antalgiques. Dans le liquide céphalo-rachidien baignant la moelle épinière, cette protéine bloque l'entrée du calcium dans les cellules nerveuses, empêchant ainsi la propagation du signal de la douleur.



Chimie et moteur

On connaissait le moteur électrique. Depuis peu, les revues scientifiques présentent les nanomoteurs, déposés à la surface de silicium. Jean-Pierre Sauvage et ses collègues de Strasbourg ont fait mieux : ils ont confectionné une molécule composée de deux anneaux entrelacés, qui peuvent se lier en deux points. Quand on éclaire la solution qui contient ces molécules, les deux anneaux tournent l'un par rapport à l'autre, et changent de point d'attache. Ainsi un signal (lumineux) déclenche le mouvement de ce moteur moléculaire.

Le mâle qui répand la terreur

Une femme enceinte sur 200, environ, souffre, au cours du troisième trimestre de grossesse, d'éruptions cutanées. Ces manifestations disparaissent après l'accouchement. Sélim Aractingi et ses collègues de l'Hôpital Tenon et de l'Hôpital Saint-Louis ont montré que le trouble est dû à des cellules fœtales qui envahissent la peau de la mère : ils ont trouvé de l'ADN masculin dans les lésions des femmes enceintes qui portaient un fœtus mâle (ils n'en ont pas trouvé dans la peau de femmes témoins indemnes de toute lésion cutanée et qui attendaient aussi un garçon).

Suite page 26

La puce et l'aveugle

Une puce électronique a permis à des aveugles de voir pendant quelques minutes.

La rétine est une couche de cellules qui tapisse l'intérieur du globe oculaire. L'extrémité (en forme de cônes ou de bâtonnets) de chacune de ces cellules contient des pigments qui convertissent l'énergie lumineuse des images en signaux électrochimiques que l'autre extrémité, nerveuse, véhicule vers le nerf optique. Les informations parviennent ainsi au cerveau, qui les analyse et construit l'image. Certains cas de cécité sont dus à une dégénérescence d'une partie de la rétine. Par exemple, la rétinopathie pigmentaire rend les parties cellulaires contenant les pigments inefficaces tout en laissant intacts les segments nerveux. La rétine conserve ses propriétés de transmission électrique, mais le codage du signal à l'entrée n'est plus effectué.

Le 31 mai 1996, un patient atteint de rétinopathie pigmentaire a vu, pour la première fois, pendant quelques minutes grâce à une puce électronique en silicium greffée sur sa rétine par Mark Humayun, de l'Hôpital Johns Hopkins de Baltimore.

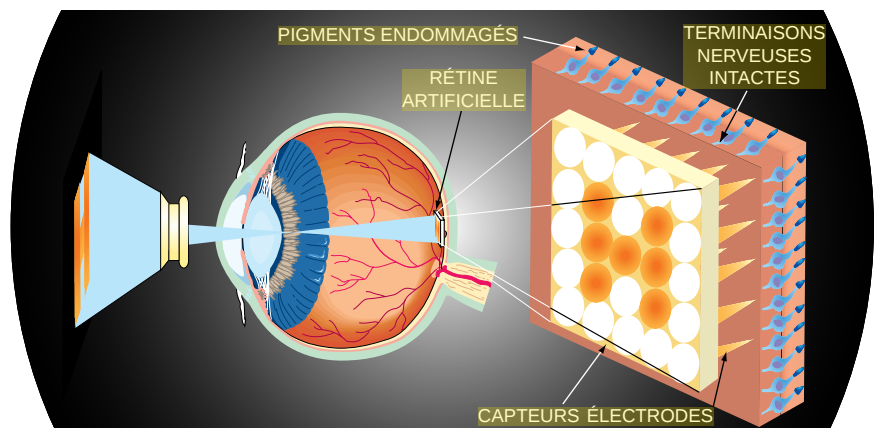
L'idée est née en 1988 lorsque le chirurgien a démontré que des aveugles «voient» des points lumineux quand les parties nerveuses des cellules rétiniennees endommagées sont stimulées par des impulsions électriques : les organes véhiculant les informations sensorielles sont fonctionnels. Les images peuvent-elles être artificiellement traduites?

En collaboration avec l'équipe de Wentai Liu, professeur à l'Université de Caroline du Nord, M. Humayun a construit et

mis au point une rétine artificielle. Ce système est composé d'une surface mince de quatre millimètres carrés, tapissée de capteurs sensibles à la lumière, qui convertissent une image en 25 points, ou pixels, chacun émettant une impulsion électrique. Ces impulsions sont transmises aux terminaisons nerveuses par l'intermédiaire de 25 électrodes. L'information est véhiculée par le nerf optique jusqu'au cerveau. Le dispositif reçoit son énergie d'une pile photovoltaïque, qui transforme l'énergie d'un faisceau laser en énergie électrique.

Ainsi, quinze patients opérés ont aujourd'hui, pendant deux heures, retrouvé une vue imparfaite, très floue, grâce à ces implants. Des images simples telles que des lettres ou des figures géométriques étaient enregistrées par une caméra placée sur une paire de lunettes. Cette caméra projetait ensuite vers l'implant les images réduites. Cependant, la puce n'a été laissée sur la rétine que deux heures, car le dispositif n'est pas encore assez fiable et trop de questions restent posées. Résiste-t-il à l'humidité et à la salinité de l'humeur vitrée, le liquide qui emplit la cavité du globe oculaire? L'œil supportera-t-il la chaleur dégagée par l'implant? Bien que l'œil soit un organe tolérant, acceptera-t-il une puce plus grande, sans la rejeter? L'opération est un succès, mais elle ne représente que le stade expérimental d'un traitement des cas de cécité où la rétine a conservé ses propriétés conductrices.

Selon Jean-Philippe Nordmann, à l'Hôpital Tenon à Paris, cette première d'un œil bionique représente un espoir pour les aveugles. Grâce aux progrès techniques, la résolution des images sera sans doute améliorée. Les greffés ne verront jamais parfaitement, mais ils pourraient détecter des mouvements, des formes simples ou des éclairages différents.



Une caméra projette une image réduite sur une puce de quatre millimètres carrés. Cette puce est implantée dans une rétine dont les pigments, détériorés, ne sont plus sensibles à la lumière. Les capteurs électroniques traduisent l'information lumineuse en impulsions électriques que 25 électrodes transmettent aux terminaisons intactes des cellules rétiniennees. Le cerveau reçoit ainsi des signaux électriques qu'il interprète comme une image.

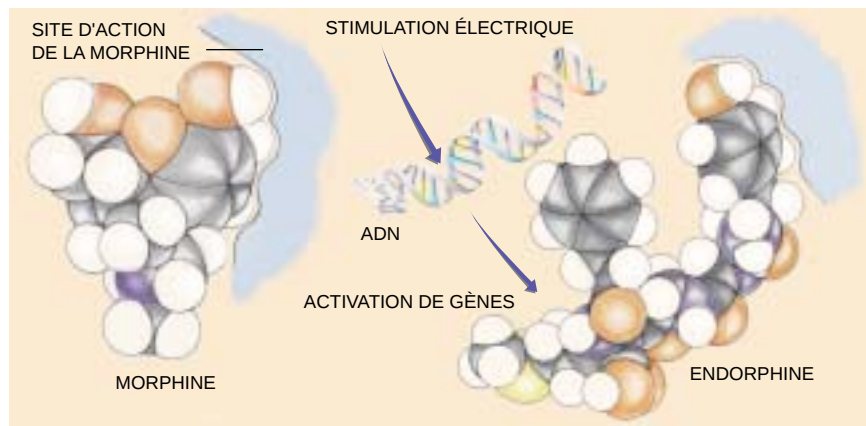
Électricité contre douleurs

Certaines douleurs rebelles cèdent à la stimulation électrique.

Les douleurs chroniques, associées notamment aux cancers, finissent par devenir insupportables et, à terme, seuls les opiacés les soulagent. Malheureusement, ces substances ont des effets secondaires désagréables, tels des vomissements, et on doit souvent augmenter les doses, car l'effet de tolérance diminue leur efficacité. Or, l'électrostimulation cérébrale, par des courants de haute fréquence, potentialise l'action analgésique de la morphine.

L'électrostimulation cérébrale transcutanée a été découverte en 1972 par Aymé Limoge, à l'Université Paris V. On place une électrode (le pôle négatif) au-dessus du nez et deux autres derrière les oreilles (pôles positifs). Le courant appliqué a une fréquence égale à 166 kilohertz (d'après des calculs théoriques, cette fréquence serait la plus efficace pour les tissus biologiques), et correspond à des courants de 100 milliampères délivrés 100 fois par seconde. Cette stimulation est parfaitement indolore ; elle peut être appliquée en continu pendant plusieurs jours (cinq en moyenne).

La méthode est utilisée depuis plusieurs années, notamment dans les services de psychiatrie de l'Hôpital Charles Perrens de Bordeaux, pour éviter le syndrome de sevrage, lors des cures de



L'ÉLECTROSTIMULATION activerait certains gènes, vraisemblablement ceux qui codent les endorphines, des substances analgésiques naturellement synthétisées par l'organisme et qui, pour agir, se fixent sur le site d'action de la morphine.

désintoxication des personnes dépendantes de l'héroïne ou de la morphine. Plus de 6 000 sevrages ont ainsi été réalisés sous électrostimulation. On a également constaté que la méthode renforce les effets des substances anesthésiques et les effets analgésiques de la morphine.

Quel sont les mécanismes de cette action ? Si l'effet est prouvé, les mécanismes restent à démontrer. Luis Stinus, de l'unité CNRS UMR 5541, à Bordeaux, a reçu le prix 1998 de l'Institut électricité santé, pour poursuivre l'étude des mécanismes neurobiologiques responsables de l'action de l'électricité contre les douleurs chroniques rebelles. Aujourd'hui, quelques hypothèses sont à l'étude. Il semble que la stimulation électrique déclenche la production des substances analgésiques que le système nerveux produit naturellement, les endorphines. Les premières expériences ont montré, sur l'animal, qu'une stimulation électrique active certains gènes : c'est le cas du

gène *c-fos*, un gène précoce, c'est-à-dire parmi les premiers à s'exprimer au cours d'une cascade d'activation génique. Un tel marqueur d'activation indique que des gènes sont activés par une stimulation électrique. Puisque cette stimulation calme la douleur, des médiateurs de l'analgésie, notamment des endorphines, sont vraisemblablement produits. Outre la libération d'endorphines, d'autres mécanismes interviennent peut-être, telle l'inhibition des systèmes anti-opiacés : certains neurones s'opposent à l'action des morphiniques, et la stimulation électrique les inactiverait.

Cette méthode ne suffit pas, à elle seule à inhiber une douleur rebelle, mais, associée à la morphine, elle en potentialise l'effet analgésique, ce qui permet de diminuer les doses et, par conséquent, les effets secondaires. La stimulation électrique n'engendre aucune accoutumance ni aucun syndrome de sevrage. Reste à préciser son mode d'action.

Du mou au dur

On comprend la fossilisation des tissus mous.

Que reste-t-il des animaux fossiles ? Bien trop souvent, les paléontologues se contentent de reconstituer la forme, la biologie et l'aspect de l'animal à partir de fragments d'os ou de coquille. Ils ont trop rarement la chance de découvrir des gisements fossilifères où les parties molles des organismes vivants sont conservées, minéralisées avec de nombreux détails, comme dans les schistes de Burgess, au Canada, et dans les schistes de Soom, récemment découverts en Afrique du Sud. Plusieurs équipes britanniques ont étudié le

mécanisme de fossilisation dans ces gisements.

Les schistes de Soom contiennent des fossiles de l'Ordovicien (il y a 510 à 440 millions d'années), parmi lesquels des animaux sans squelette, que l'on ne sait rattacher à aucun groupe connu, vivant ou éteint. Les détails d'autres fossiles précisent la structure d'animaux déjà connus, tels les conodontes, ancêtres possibles des vertébrés. Les restes du conodonte géant *Promissum*, dont la longueur totale est estimée à 40 centimètres, permettent ainsi de localiser son œil, au-dessus et en avant de l'appareil buccal, réseau de 19 éléments denticulés avec lesquels l'animal saisissait et écrasait ses proies, et d'identifier les muscles oculaires et les muscles du corps. La musculature de l'œil, indique que ces animaux primitifs possè-

dent déjà une ébauche de tête, qui contient une partie du système nerveux central.

L'étude au microscope électronique des fibres musculaires de ce conodonte révèle des ressemblances avec des muscles de poissons conservés dans la Formation Santana, au Brésil. La précision des détails anatomiques va jusqu'au niveau macromoléculaire : les fibres du muscle strié sont conservées, montrant les fibrilles et même les noyaux cellulaires le long des fibres musculaires.

Dans la Formation Santana, comme dans les gisements de Holzmaden, en Allemagne, et de Voltzia, dans les Vosges, les tissus mous ont été remplacés par du phosphate de calcium. Après la mort d'un organisme, celui-ci est recouvert d'un voile bactérien, qui, en particulier, maintient une acidité favorable à la minéralisation. Les