

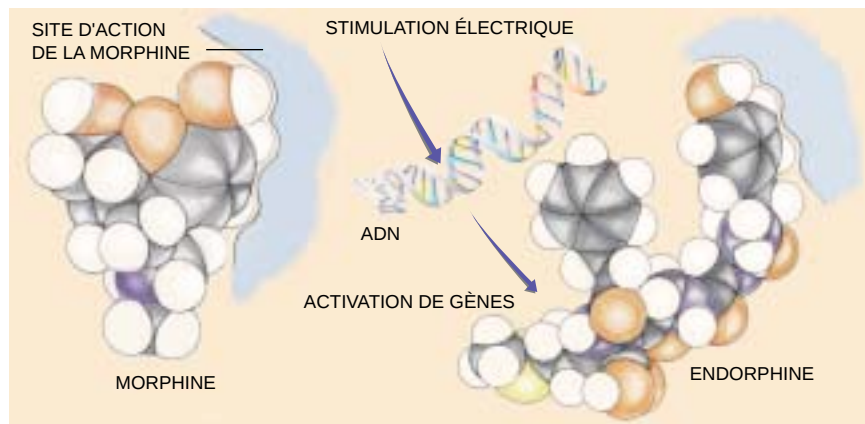
## Électricité contre douleurs

*Certaines douleurs rebelles cèdent à la stimulation électrique.*

**L**es 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.*

**Q**ue 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

### Un nouvel antiviral.

Pour empêcher le VIH, le virus du SIDA, de se multiplier, on dispose de substances qui inhibent des enzymes indispensables à la réplication : la transcriptase inverse et la protéase. Une nouvelle cible possible serait la protéine Tat qui participe à la régulation de l'expression de certains gènes du virus. Une cellule saine en fabrique peu, mais une cellule infectée par le VIH en synthétise une quantité telle, qu'une partie sort de la cellule. La fraction extracellulaire perturbe alors les réactions immunitaires des cellules non infectées. Des chercheurs marseillais et nantais ont étudié la structure de la protéine Tat, puis ils ont modélisé et synthétisé une famille de petites molécules nommées TDS : ces dernières se fixent, *in vitro*, sur la protéine Tat et bloquent son activité en modifiant sa conformation.

### La générosité paye

Si l'on s'interroge toujours sur l'influence de l'attention parentale sur le devenir des enfants, il semblerait que l'on ne puisse douter de l'effet bénéfique sur les parents des soins apportés aux enfants. John Allman, de l'Institut de Technologie de Californie, a montré que chez 10 espèces différentes de primates, les parents qui élèvent leurs enfants vivent plus vieux, quelque soit leur sexe, que ceux qui s'en désintéressent. Ainsi les singes mâles titi, qui s'occupent de leur petits, vivent-ils 20 pour cent plus longtemps que les femelles.

### Pôle chaud

À la fin du Crétacé, il y a entre 92 à 86 millions d'années, le climat de l'Arctique était plus clément qu'aujourd'hui : la température moyenne annuelle était d'environ 14 °C. C'est la conclusion à laquelle sont parvenus J. Tarduno, de l'Université de Rochester, et ses collègues. Ils ont en effet constaté la présence, dans l'île Axel Heiberg, alors à une latitude voisine de 72 degrés Nord (plus au Nord que le Nord de la Norvège actuelle), de fossiles de champsoaures, reptiles semi-aquatiques ressemblant aux crocodiles et qui n'auraient pas prospéré à des températures plus froides.



Les muscles du corps et de l'œil de ce conodont de 440 à 510 millions d'années ont été préservés avec beaucoup de détails dans les schistes de Soom, en Afrique du Sud (en haut, taille réelle). On observe même les fibres musculaires (à gauche, grossissement 2 200 ; la flèche indique une fibrille qui se détache de la fibre principale). Dans les heures qui ont suivi la mort de l'animal, des minéraux argileux se sont liés aux tissus organiques mous et, en cristallisant, en ont préservé les formes.

tissus mous (la peau, les muscles, les branchies et les organes internes) se décomposent sous l'action des bactéries, libérant du phosphate de calcium, qui cristallise en place. Cette cristallisation semble favorisée par la présence des mêmes bactéries. L'environnement fournit aussi du phosphate, qui permet la minéralisation complète des tissus. Ce mécanisme ressemble aux processus de biominéralisation qui interviennent, chez les vertébrés, dans la formation des os, constitués d'apatite, un phosphate de calcium.

Dans les schistes de Soom, comme dans ceux de Burgess, l'empreinte des structures organiques est conservée dans des minéraux argileux (des silicates hydratés). Des paléontologues ont pensé que l'argile avait remplacé des cristaux de phosphate de calcium déposés, comme dans la Formation Santana, lors d'une première étape de fossilisation. Toutefois, selon Sarah Gabbott, de l'Université de Leicester, lors du dépôt, l'environnement géochimique du bas-

sin sédimentaire, notamment la forte acidité, était défavorable à la concentration et à la précipitation des phosphates. Par ailleurs, un remplacement du phosphate par de l'argile aurait conduit à une perte des détails, avec des particules plus grosses. Or, la taille des particules argileuses, de un nanomètre à un micromètre, est du même ordre que celle des cristaux de phosphate de calcium dans la Formation Santana. Comme, en milieu acide et en présence d'ions chargés positivement, les silicates se fixent sur les substrats organiques, les tissus mous des organismes des schistes de Soom ont certainement été remplacés directement par des minéraux argileux.

Une légende juive rapporte que l'on peut insuffler la vie à un golem, créature modelée dans l'argile, à l'aide d'un verset de la Bible. Aujourd'hui, ce sont au contraire les «golems» inanimés de Soom et de Burgess qui apportent de précieuses connaissances sur l'origine de la vie animale.

Valérie MARTIN-ROLLAND

## Cent millions de débris sous la mer

**On compte les déchets solides le long des côtes.**

L'activité humaine produit des déchets, dont une partie est déversée dans la mer, directement, par des navires, ou indirectement, par des rejets côtiers. La répartition et l'abondance des déchets flottants, et leur accumulation sur les plages, sont assez bien connues. Cependant, depuis quelques

années, l'utilisation massive de matières plastiques a augmenté le nombre des déchets solides, qui tombent au fond de la mer. Que deviennent ces déchets «invisibles»? L'IFREMER a entrepris leur comptage au large des côtes européennes : ils sont importants et inégalement répartis.

Entre 1992 et 1998, nous avons mené plus de 25 campagnes de mesure des déchets. Nous avons surtout utilisé le chalutage : les déchets ramassés au fond sont remontés et comptés. Dans les zones où le fond marin est trop irrégulier et profond, nous avons aussi compté directement les objets visibles sur le fond, avec les submersibles CYANA et NAUTILE.