

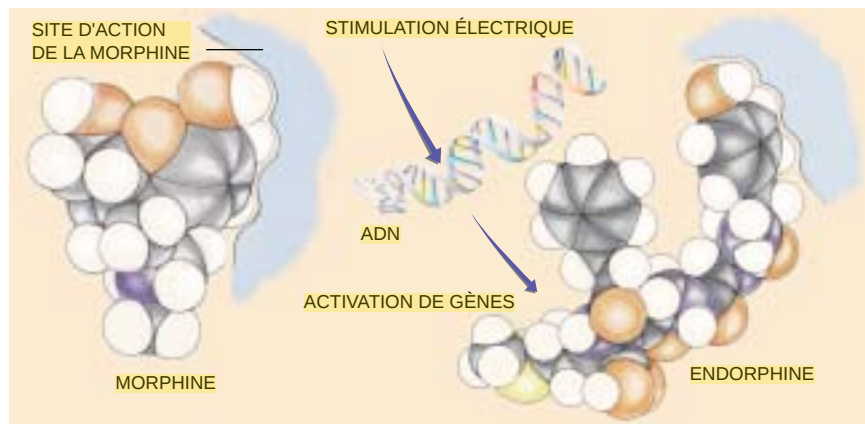
Électricité contre douleurs

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 possé-

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