

# Nous avons un troisième cerveau, le cerveau abdominal

*Ce cerveau «du ventre» a été récemment redécouvert après septante ans d'oubli. L'Université de Lausanne, le CHUV et l'EPFL ont développé un instrument révolutionnaire qui permet d'en comprendre mieux la nature et le fonctionnement.*

© N. Chuard



**P**lus d'un siècle après sa découverte, le phénomène de l'hypnose n'a pas encore livré tous ses secrets. Tout se passe comme si le conscient, mis en veilleuse, donnait la parole à quelqu'un qui n'est pas tout à fait autre et pas tout à fait soi et dont on ignore tout. «Quelqu'un en nous assiste à ce qui se produit. Certains auteurs parlent d'observateur caché», confiait le docteur et psychiatre lausannois Gilbert Salem à «Allez savoir!» en février dernier.

### Un «observateur caché»?

Qui est donc cet «observateur caché»? L'inconscient, Dieu ou une entité inconnue? Et s'il s'agissait d'un autre cerveau, encore peu connu, d'un cerveau supplémentaire? On connaît déjà le cerveau droit et le cerveau gauche. Et s'il y en avait un troisième, méconnu, tapis au fond de notre ventre depuis la nuit des temps? Et si l'hypnose nous donnait accès à ce troisième cerveau, qui, pour certains, pourrait constituer la matrice biologique de l'inconscient?

Elucubration, hypothèse fumeuse. Certainement. Et pourtant, le bon sens nous fait parfois réagir «avec nos tripes». Comme si ces tripes contenaient une sorte de radar doté d'un sixième sens qui nous guide dans des situations complexes, dangereuses ou simplement très émotionnelles. Comme si le ventre était, plus que le cœur, le siège des émotions de l'homme.

### Un ventre à 100 millions de neurones

De plus, la science nous réserve aussi parfois des surprises en redécouvrant ce que le sens commun sait depuis longtemps. Ainsi, au mois d'août dernier, le magazine français «Ça m'intéresse?» annonce la découverte d'un autre cerveau: «Notre ventre est un cerveau, titre-t-il. Il contient cent millions de neurones; il influence notre comportement et notre santé.»\* Ce «scoop» n'en était pas un.

Six mois plus tôt, en mars 2001, le magazine italien «Focus» a déjà révélé cette même nouvelle. «Il y a un «cerveau» dans notre ventre, trompette-t-il en une. Il est capable de se souvenir, de s'émouvoir et il peut même «penser» et souffrir de névrose.» Mais «Focus» s'inspire lui-même d'un article du magazine allemand «Géo», qui le premier a mis un nombril en couverture en novembre 2000, avec cette même nouvelle\*\*.

### Un cerveau enroulé autour du tube digestif

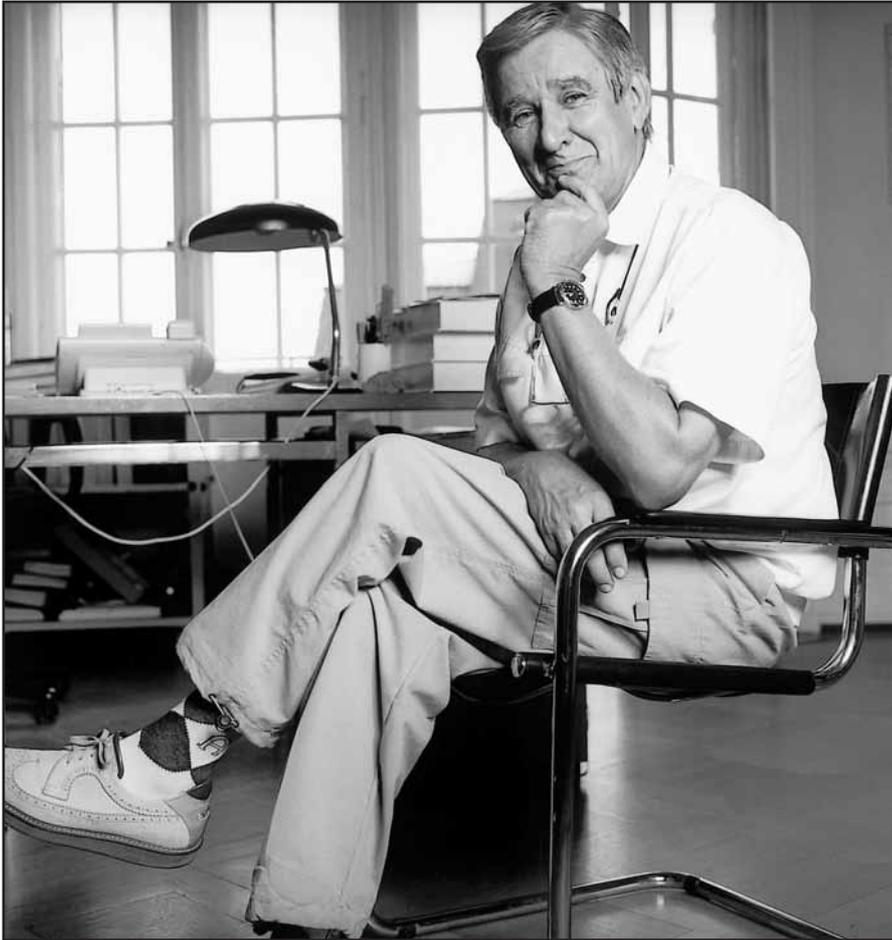
La prudence est de mise. Pourtant, dans ce cas-ci, il ne s'agit pas d'une extrapolation audacieuse mais d'une information confirmée. Nous avons bel et bien un autre cerveau dans nos entrailles. «Cet organe se trouve enroulé autour du tube digestif et de l'intestin et il peut travailler de manière

indépendante du cerveau principal, précise Pavel Kucera, professeur de physiologie à l'Université de Lausanne, qui approfondit ce sujet depuis plusieurs années. Du point de vue embryonnaire, les cellules nerveuses du cerveau abdominal ont la même origine que celles du cerveau principal. A un certain moment, elles s'en séparent, migrent vers le ventre pour former le système nerveux entérique (SNE), entérique pour intestinal.»

### Et voilà la neuro-gastro-entérologie

L'étude de son fonctionnement a donné naissance à une nouvelle discipline scientifique à cheval entre la neurophysiologie et la gastroentérologie: la neuro-gastro-entérologie. Cela vous surprend. Normal. «Ces faits sont peu connus même à l'intérieur du milieu scientifique et médical, reconnaît Pavel Kucera. Mais on s'y intéresse de plus en plus depuis une dizaine d'années et on commence à en parler dans le public depuis six mois à un an.»

On connaît depuis plus d'un siècle l'existence des cellules nerveuses du système digestif, sans leur accorder grande attention. Ce n'est que très récemment qu'un chercheur américain, Michael Gershon, professeur au Département d'anatomie et de biologie cellulaire de l'Université de Columbia, à New York, a eu l'idée de les



*Pavel Kucera, professeur de physiologie  
à l'Université de Lausanne*

compter. Il a estimé leur nombre à plus d'une centaine de millions. Ce chiffre est comparable à celui des cellules contenues dans la moelle épinière, affirme Michael Gershon, dans son livre «The second Brain», paru en décembre 1999. Ce qui est phénoménal.

### Une découverte oubliée

Mais ce qui est encore plus étrange, ainsi qu'il le rapporte dans un article publié sur le Net\*\*\*, c'est que Michael Gershon n'a pas fait une réelle découverte. Il a redécouvert en partie des faits connus depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle mais tombés ensuite dans l'oubli dans les années 20

en raison d'une mésentente personnelle entre chercheurs.

Cette intrigante histoire scientifique débute au XIX<sup>e</sup> siècle, en Angleterre. Deux chercheurs, William Bayliss et Ernest Starling, suspectent que le système nerveux entérique constitue un centre nerveux indépendant du cerveau central. Ils ont en effet constaté la poursuite quasi normale de l'activité digestive chez un chien dont ils avaient coupé tout lien entre le système nerveux central et les cellules nerveuses présentes à l'intérieur de la paroi intestinale et découvertes quelques années auparavant par le neurologue allemand Léopold Auerbach.

### Un système nerveux autonome

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, l'Allemand Paul Trendelenburg observe le réflexe péristaltique *in vitro* dans l'intestin d'un porc séparé du reste du corps et qui réagit donc sans la participation du système nerveux central. Il publie le résultat de ses recherches en 1917. Dans son ouvrage de référence «The Autonomic Nervous System», édité en 1921, l'Américain John Langley reprend cette idée.

John Langley soupçonne aussi que les cellules nerveuses du système digestif doivent avoir leur propre réseau autonome parce que le cerveau principal ne peut pas coordonner seul les fonctions complexes et multiples qui président à la digestion. Dans sa description du système nerveux autonome, il distingue donc trois parties : sympathique, parasympathique et entérique.

### Le rôle du nerf vague

Malheureusement, regrette Michael Gershon, Langley, qui était également l'éditeur et le responsable du «Journal of Physiology», s'était aliéné un certain nombre de ses collègues. A sa mort, la Physiological Society hérite de la revue et ses membres reconsidèrent les neurones entériques comme de simples relais du système parasympathique faisant partie du nerf vague qui commande à la digestion.





Ils n'ont pas entièrement tort. Le nerf vague joue certainement un rôle de dirigeant auprès du SNE, mais ce qu'il ne peut pas lui indiquer, c'est comment assurer la digestion. En plus de la propulsion du bol alimentaire, le SNE est responsable de l'entretien et de la régulation du système digestif. Il collabore avec le système immunitaire. Il peut modifier le taux de prolifération des cellules des muqueuses intestinales. Et les neurones entériques innervent également des organes associés et voisins comme le pancréas.

### **Les neurones de l'intestin**

Toutefois, un grand nombre d'organes contiennent des cellules nerveuses. Il y en a dans le cœur ou dans le système urinaire par exemple. On ne parle pourtant pas de «cerveau cardiaque». Qu'est-ce qui distingue donc les neurones de l'intestin? «Dans le SNE, les cellules sont réparties de manière moins compacte et plus dispersée que dans le cerveau principal; leur quantité leur permet néanmoins de constituer un petit cerveau, souligne le professeur Kucera. Ces neurones forment des petits amas, des ganglions, communiquant entre eux par un réseau de connexions diffuses, dispersées et... très difficiles à étudier, dont le nombre est très important, mais dont nous ignorons presque tout.»

### **Les maladies des cellules du cerveau du ventre**

Les cellules du SNE souffrent aussi probablement des mêmes affections que leurs consœurs de la tête. «Chez les patients atteints d'Alzheimer ou de Parkinson, par exemple, certains chercheurs décrivent les lésions similaires dans les neurones des deux cerveaux», admet le professeur Kucera. C'est ce qui incite d'ailleurs Michael Gershon à suggérer que l'on puisse diagnostiquer ces maladies par une biopsie rectale.

### **En contact avec des molécules mortelles**

Mais ce n'est pas la seule perspective médicale ouverte par l'étude du SNE. Il faut dire que la muqueuse digestive est une véritable barrière entre le monde externe et l'organisme. Elle entre en contact avec un grand nombre de molécules étrangères toxiques, voire mortelles. Le système ner-

veux entérique doit pouvoir réagir immédiatement en cas de danger, par exemple, en provoquant des vomissements.

De plus, le système digestif concentre entre 70 et 80 % des cellules du système immunitaire. Il semble diriger en grande partie le dispositif de défense de l'organisme. «Le système nerveux entérique entretient des relations étroites avec le système immunitaire, confie Pavel Kucera. Le système digestif représente donc un sujet d'exploration pour la neuro-immunologie, un domaine récent et fascinant de la recherche biomédicale.»

### **La «danse» des neurotransmetteurs du ventre**

Il y a une autre similitude, plus prometteuse encore pour la médecine, entre les cellules du système nerveux entérique et celles du système nerveux central, c'est que les neurones du SNE produisent les mêmes molécules – les neurotransmetteurs – que le cerveau principal.

L'exemple le plus spectaculaire est celui de la sérotonine, un neurotransmetteur qui influence les états d'âme, qui est produit à 95 % par les cellules nerveuses de l'intestin. On le sait: la pharmacopée psychiatrique agit également sur l'estomac. Certains antidépresseurs



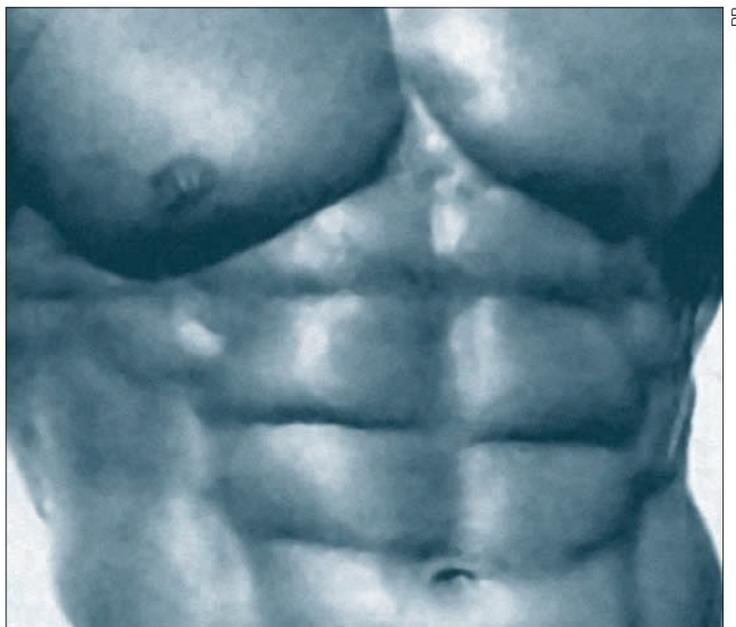
© www.arttoday.com

provoquent parfois des diarrhées et des dysfonctionnements gastriques. En cas de dyspepsie, autrement dit de digestion difficile et douloureuse, un médicament contre la migraine comme le sumatriptan peut avoir également un effet relaxant sur l'estomac.

### **Une thérapie contre l'autisme?**

Actuellement, les laboratoires pharmaceutiques cherchent à inverser le processus afin d'agir sur le cerveau principal avec des médicaments destinés à l'estomac. On expérimente déjà la sécrétine, une hormone gastrique, dans les thérapies de l'autisme. «En effet, on constate que certaines maladies du système digestif sont étroitement liées à l'état psychique du patient», observe le professeur Kucera.

C'est le cas par exemple du colon irritable, une affection qui atteint environ 20 % de la population et qui provoque des douleurs dans l'abdomen, des selles irrégulières et l'accumulation d'air dans l'intestin. 40 % de ces malades souffrent souvent aussi d'angoisses et de dépression. Serait-ce la faute au cerveau abdominal qui,



*Et voilà un cliché qui tombe :  
il y a bien un maximum de neurones  
là-dessous...*



soumis au stress, produit des substances irritantes?

### **L'essentielle entente des cerveaux**

En tous cas, ce qui se passe dans le tube digestif n'est pas sans conséquence pour l'atmosphère psychique. Le cerveau abdominal envoie, à travers le nerf vague, neuf fois plus d'informations vers la tête qu'il n'en reçoit. Ce qui fait dire à certains que notre santé dépendrait de l'entente entre nos deux centres nerveux.

A en croire Michael Gershon, le cerveau abdominal serait aussi capable de se souvenir et participerait à la phase de rêves pendant le sommeil en produisant de la sérotonine. Autrement dit, il aurait tout de son grand frère. Le cerveau abdominal penserait-il également?

Pavel Kucera a un mouvement de recul. «Non, s'exclame-t-il. Il ne peut pas manipuler des symboles et se servir d'un langage.» Pourtant, Michael Gershon émet l'hypothèse qu'il

pourrait constituer la matrice biologique de l'inconscient. Pavel Kucera refuse de s'aventurer sur ce terrain. Ce n'est pas son domaine.

### **Visualiser le parcours des aliments dans le ventre**

Ses recherches sur le système nerveux entérique l'ont porté vers des sujets plus concrets. Ce qu'il cherche à connaître, c'est l'organisation fonctionnelle de ce cerveau. Comment, par exemple, travaillent les cellules interstitielles de Cajal, de véritables pace-makers, qui sont à l'origine du rythme gastrointestinal? Comment s'organisent les propulsions péristaltiques qui font avancer le bol alimentaire? Comment pourrait-on les conditionner?

Ce domaine de recherche est beaucoup plus modeste mais il a produit une invention inattendue. L'équipe du professeur Kucera, en collaboration avec celle du professeur Popovic de l'EPFL, a mis au point un instrument qui permet de visualiser en temps réel et en trois dimensions le parcours des aliments dans le système digestif.



## Une invention pour réduire le nombre de radiographies

Ce procédé recourt à une technologie qui fait penser au système GPS utilisé dans l'aviation ou la marine afin de localiser un navire ou un avion. On serait tenté de l'appeler la «magnéto-localisation». Le patient avale une pilule magnétique dont le parcours à l'intérieur du corps, suivi par une matrice de détecteurs de champs magnétiques, apparaît à l'écran d'un ordinateur, avant d'être expulsée par la voie naturelle.

«Cette invention permettra de réduire le nombre de radiographies, ce qui est très utile par exemple en pédiatrie afin de limiter l'exposition des enfants aux radiations, ajoute Pavel Kucera. Un diététicien pourra comparer la manière dont le tube digestif réagit à un repas «expérimental» ou composé selon les principes d'une alimentation saine; un médecin pourra vérifier en temps réel l'effet d'un médicament sur la digestion ou faciliter, par bio-feedback, la rééducation de la motilité digestive.»

## Des fonctions mystérieuses

Si, dans les grandes lignes, on connaît les zones du cerveau principal qui régissent la parole, la vision, les mouvements, par exemple, il n'en va pas encore de même avec le système nerveux entérique. Ses fonctions sont mystérieuses. «On ne peut pas faire d'expérimentation sur l'homme et prélever un bout du SNE pour tenter de déterminer quelle fonction en souffrira, explique Pavel Kucera. La «magnéto-localisation» pourrait permettre de surmonter cet obstacle.»

Mieux encore: grâce à cet instrument, un chirurgien pourrait déterminer avec une extrême précision la section de l'intestin qui ne fonctionne pas bien, le lieu exact d'une tumeur cancéreuse où il doit intervenir, avec moins d'irradiation et un risque d'erreur moindre. A condition, bien sûr, de disposer d'une carte de la motilité intestinale standard, comme point de comparaison.

## Une collaboration avec le Canada

C'est précisément dans ce but que l'Institut de physiologie de l'Université de Lausanne (UNIL) vient de réaliser une première étude sur des volontaires sains en collaboration avec le Service de chirurgie pédiatrique du CHUV. L'équipe du professeur Kucera collabore aussi avec le Centre de recherche sur les maladies digestives de l'Université McMaster, à Ontario, au Canada, afin de comparer la motilité digestive de sujets en bonne santé avec celle de patients souffrant de diverses maladies.

Ces préoccupations médicales peuvent paraître très éloignées des considérations sur le cerveau entérique. «En réalité, cet outil d'exploration, dont la mise à disposition débutera en 2002, pourrait aussi nous aider à mieux comprendre le fonctionnement du système nerveux entérique, notamment ses relations avec le cerveau et donc le psychisme», espère Pavel Kucera.

## De la science-fiction?

Soignera-t-on à l'avenir certaines dépressions ou troubles psychiques par l'ablation d'un bout d'intestin défec-

tueux? Pour l'instant, c'est encore de la science-fiction. Cependant, comme l'expliquait en février dernier, dans «Allez savoir!», Illario Rossi, anthropologue de la santé rattaché au Département de médecine et de santé communautaire au CHUV, «la science biomédicale elle-même nous apprend qu'il existe des relations, dont on ignore encore tous les mécanismes, entre systèmes endocriniens, immunitaires et nerveux – entre le fonctionnement de notre corps et tout ce qui est activités cérébrales, reliées à la pensée, au langage, aux émotions».

Il est sans doute trop tôt pour dire si les recherches sur le cerveau entérique permettront de découvrir les bases matérielles de la personnalité et de dévoiler l'identité de l'«observateur caché» qui parle en nous lorsque nous sommes sous hypnose. Mais on ne peut pas l'exclure. Qui connaissait il y a peu l'existence d'un autre cerveau dans nos entrailles?

*Giuseppe Melillo*

## POUR EN SAVOIR PLUS :

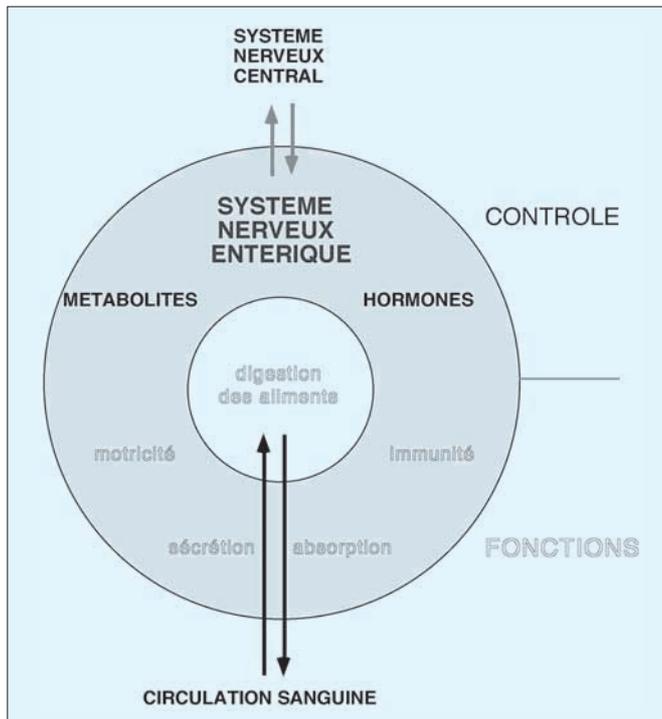
«**The Second Brain: a groundbreaking new understanding of nervous disorders of the stomach and intestine**», Michael D. Gershon, Ed. Harper-Perrenial, New York, 1999.

\* <http://www.caminteresse.fr/>

\*\* [http://www.geo.de/themen/medizin\\_psychologie/zweites\\_gehirn/bauch-forschung.html](http://www.geo.de/themen/medizin_psychologie/zweites_gehirn/bauch-forschung.html)

\*\*\* <http://www.hosprract.com/issues/1999/07/gershon.htm>

# Etudier le cerveau abdominal : mode d'emploi



simplicité. Le sujet avale la pilule magnétique, avant de se placer sous une plaque détectant le parcours de l'aimant dans le système digestif à la manière d'un sys-

explique le professeur Pavel Kucera, de l'UNIL. Elle permet, par exemple, d'effectuer des examens cliniques de longue durée ou à répétition (tout en réduisant le nombre de radiographies), d'étudier en temps réel des effets de la nourriture et de médicaments sur la digestion ou encore de faciliter, par bio-feedback, la rééducation de la motilité digestive.»



## Le tube digestif à l'œuvre

Le cerveau abdominal, redécouvert par le chercheur américain Michael Gershon, ou système nerveux entérique, est composé de neurones sensoriels (mécano-, thermo-, chémorécepteurs), d'interneurones, et de neurones sécréto-moteurs. L'étude de ces neurones qui forment les plexus villeux, sous-muqueux et myentérique a donné naissance à une nouvelle science, la neuro-gastro-entérologie. Les circuits neuronaux du SNE restent néanmoins très peu connus. On sait toutefois qu'ils assurent les réflexes locaux contrôlant la motilité, la sécrétion et l'absorption et que l'activité du SNE, en grande partie autonome, est modulée par le système nerveux central.

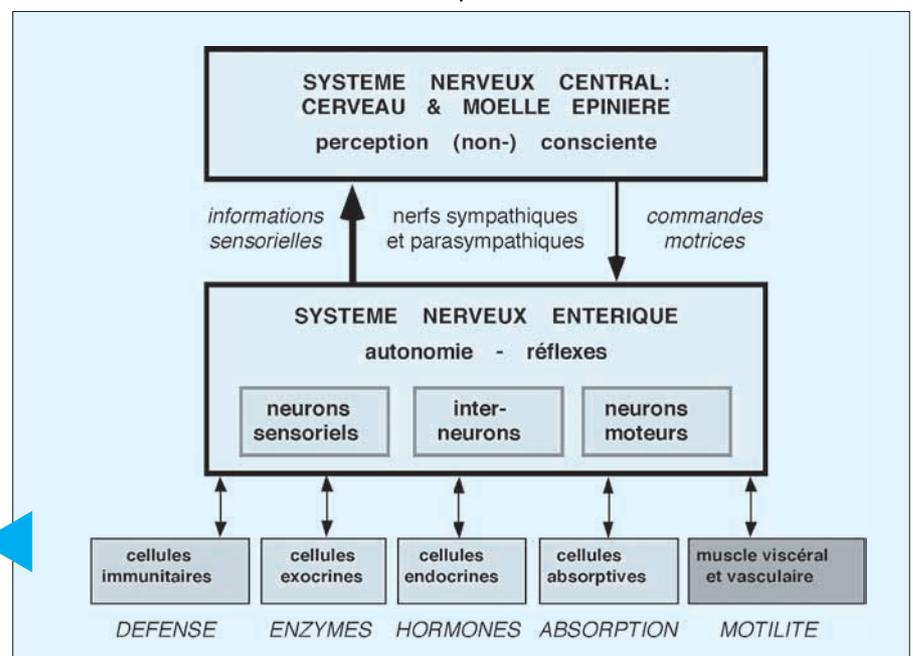
## Le contrôle des fonctions digestives

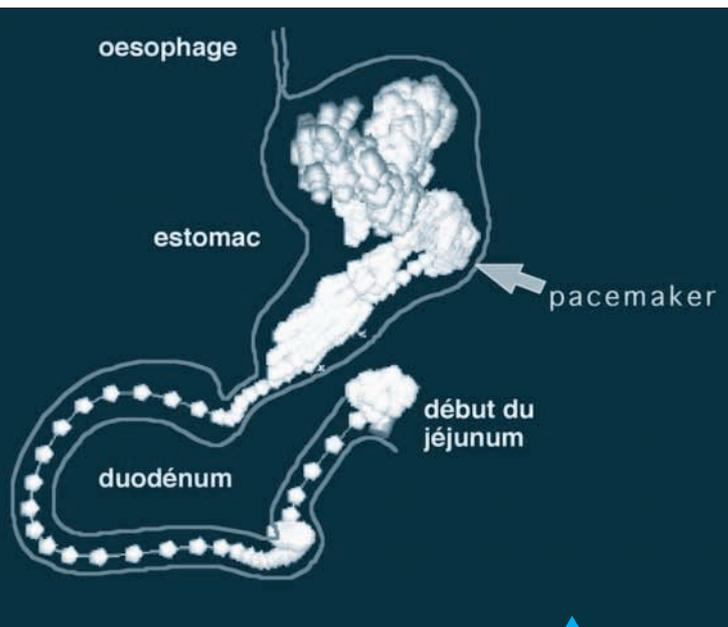
L'examen de la motilité gastrointestinale par magnétolocalisation développée par l'UNIL et l'EPFL est d'une grande

tème GPS. A l'écran de l'ordinateur apparaît alors la position de l'objet dans le système digestif, seconde par seconde. Le tout est parfaitement inoffensif pour l'homme. « Cette technique ouvre de nombreuses perspectives,

## L'examen par magnétolocalisation

Conséquence inattendue des recherches sur le cerveau abdominal, l'équipe de Pavel Kucera, professeur à l'Institut de physiologie de l'Université





pour comparer la motilité digestive de sujets sains à celle de patients souffrant de diverses maladies ont déjà commencé en Suisse et au Canada. La mise à disposition de ce produit pourrait débuter en 2002.

sion gastro-intestinale et d'en déduire les réactions du système nerveux entérique à diverses situations expérimentales. Sur l'image, nous avons superposé la trajectoire de l'aimant sur les contours du tube digestif dessinés d'après une radiographie du même sujet. La flèche montre la localisation des cellules de Cajal, cellules pacemakers qui génèrent le rythme gastrique (voir ci-dessous).

### Les cycles du rythme gastrique

Dans le premier tableau, en haut, l'enregistrement pendant cinq minutes des coordonnées spatiales de l'aimant avalé par le sujet permet de découvrir des mouvements très réguliers et périodiques du système digestif. Le second tableau, en bas, révèle une fréquence de trois cycles par minute, caractéristique du rythme gastrique qui est généré à l'endroit indiqué dans la figure précédente par la flèche.

### La surveillance de la propulsion gastro-intestinale

Comment réagit le cerveau abdominal en cas de jeûne, de repas, de sommeil, de stress ou lors de prise de médicament? L'instrument mis au point à l'UNIL devrait permettre de le savoir. Toutes les secondes, en effet, l'ordinateur enregistre et visualise le passage (ici gastro-duodéal) de la pilule magnétique. De tels tracés permettent d'évaluer la dynamique de la propul-

de Lausanne, en collaboration avec celle du professeur Popovic de l'EPFL, a mis au point un instrument qui permet de visualiser en temps réel et en trois dimensions le parcours des aliments dans le système digestif.

Ce procédé recourt à une technologie qui fait penser au système GPS utilisé dans l'aviation ou la marine afin de localiser un navire ou un avion. On serait tenté de l'appeler la «magnéto-location». Le patient avale une pilule magnétique dont le parcours à l'intérieur du corps, suivi par une matrice de détecteurs de champ magnétiques, apparaît à l'écran d'un ordinateur, avant d'être expulsée par la voie naturelle. «Cette invention permettra de réduire le nombre de radiographies, ce qui est très utile surtout en pédiatrie afin de limiter l'exposition de l'enfant aux radiations, ajoute Pavel Kucera. Un diététicien pourra comparer la manière dont le tube digestif absorbe un repas «expérimental» ou composé selon les principes d'une alimentation saine; un médecin pourra vérifier en temps réel l'effet d'un médicament sur la digestion ou faciliter, par bio-feedback, la rééducation de la motilité digestive.» Les premières études

