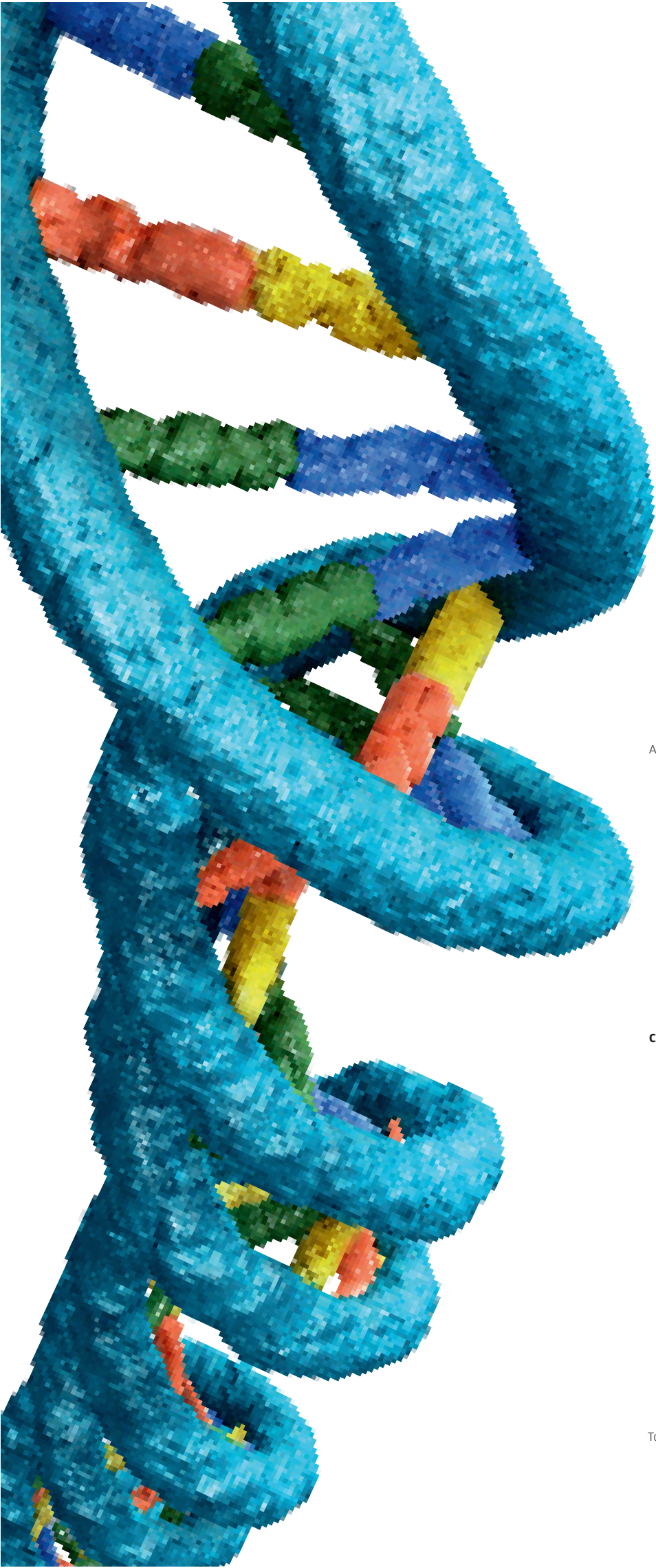




Penguin
Random
House

Copyright © 2018, Éditions Hurtubise inc. pour la traduction et l'édition française au Canada
Le présent ouvrage est tiré des livres intitulés originellement *Knowledge Encyclopedia* (2018)
et *Knowledge Encyclopedia Human Body!* (2017).

Les Éditions Hurtubise bénéficient du soutien financier du gouvernement du Canada
par l'entremise du Fonds du livre du Canada (FLC) et du gouvernement du Québec par l'entremise
du programme de crédit d'impôt pour l'édition de livres.

Financé par le gouvernement du Canada | Canada

SECONDE ÉDITION
DK DELHI

Chargée d'édition en chef: Sreshtha Bhattacharya
Directrices artistiques en chef: Shreya Anand, Ira Sharma
Chargé d'édition: Aadithyan Mohan
Chargée d'édition artistique: Mansi Agarwal
Concepteurs PAO: Anita Yadav, Rakesh Kumar
Directeur de l'édition: Kingshuk Ghoshal
Directeur de l'édition artistique: Govind Mittal

DK LONDRES

Chargée d'édition: Sophie Parkes
Productrice préproduction: Gillian Reid
Producteurs: Anna Vallarino, Ed Kneafsey
Directrice de l'édition: Lisa Gillespie
Directeur de l'édition artistique: Owen Peyton Jones
Éditeur: Andrew Macintyre
Directrice de l'édition associée: Liz Wheeler
Directrice artistique: Karen Self
Directeur de la conception: Phil Ormerod
Directeur de l'édition: Jonathan Metcalf
Directrice des ventes spéciales et à la clientèle: Michelle Baxter

PREMIÈRE ÉDITION

Chargé d'édition en chef: Shaila Brown, Daniel Mills, Ben Morgan
Directrices artistiques en chef: Vicky Short, Smiljka Surla
Chargés d'édition: Lizzie Munsey, Sam Priddy, Alison Sturgeon
Concepteurs: Daniela Boraschi, Tannishtha Chakraborty, Richard Horsford, Hedi Hunter, Fiona Macdonald
Visualisateur: Peter Laws
Illustrateurs: Peter Bull, Rob Cook, FOREALTM, Mike Garland, Mark Garlick, Gary Hanna, Jason Harding, Arran Lewis, Maltings Partnership, Medi-Mation, Peter Minister, Gerson Mora et Anna Luiza Aragão/ Maná e.d.i., Moonrunner Design, Ian Naylor, Alex Pang, Dean Wright et Agatha Gomes
Bibliothèque d'images DK: Emma Shepherd, Rob Nunn
Productrice préproduction: Francesca Wardell
Productrice: Alice Sykes
Directrices de l'édition: Julie Ferris, Paula Regan
Directeur de l'édition artistique: Owen Peyton Jones
Éditrice: Sarah Larter
Directeur artistique: Phil Ormerod
Directrice de l'édition associée: Liz Wheeler
Directeur de l'édition: Jonathan Metcalf
Collaborateurs : Kim Bryan, Robert Dinwiddie, Jolyon Goddard, Ian Graham, Reg G Grant, Jacqueline Mitton, Darren Naish, Douglas Palmer, Philip Parker, Penny Preston, Sally Regan, David Rothery, Carole Stott, Paul Sutherland, Chris Woodford, John Woodward

POUR LA PRÉSENTE ÉDITION

Traduction: Michèle Morin
Traduction du glossaire et de l'index: Julie Lavallée
Mise en pages: Nathalie Tassé
Couverture: René St-Amand

Crédits iconographiques de la couverture: Dorling Kindersley, à l'exception de cœur: CokGen, shutterstock.com, cancer: Kateryna Kon, shutterstock.com, dent: koya979, shutterstock.com et globule: Ramona Kaulitzki, shutterstock.com

Matériel antérieurement publié dans *Knowledge Encyclopedia* en 2018
et dans *Knowledge Encyclopedia Human Body!* en 2017

Première édition publiée en Grande-Bretagne en 2018
par Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R 0RL

Copyright © 2013, 2017, 2018, Dorling Kindersley Limited
A Penguin Random House Company

Un monde d'idées
www.dk.com

ISBN : 978-2-89781-225-6

Dépôt légal: 4^e trimestre 2018
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada

Diffusion-distribution au Canada:
Distribution HMH
1815, avenue De Lorimier
Montréal (Québec) H2K 3W6
www.distributionhnh.com

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans quelque mémoire
que ce soit ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, mécanique,
par photocopie, enregistrement ou autres, sans l'autorisation préalable écrite du propriétaire du copyright.

Imprimé en Chine

www.editionshurtubise.com

TABLe DES MATIÈRES

LE CORPS HUMAIN

NOTIONS ESSENTIELLES

- Les éléments constitutifs
- Le rôle des cellules souches
- Le squelette
- La force musculaire
- La peau

L'APPROVISIONNEMENT

- De la bouche à l'estomac
- Les intestins
- Dans le sang
- Le cœur
- Combattre les germes
- Le nettoyage du sang
- La respiration
- La muqueuse des poumons

LA RÉGULATION

- Le système nerveux
- La puissance du cerveau
- La vue
- L'ouïe
- Le goût et l'odorat
- Les substances régulatrices

LE CYCLE DE LA VIE

- Une nouvelle vie
- La vie dans l'utérus
- La croissance
- Les gènes et l'ADN

MÉDECINE ET TECHNOLOGIE

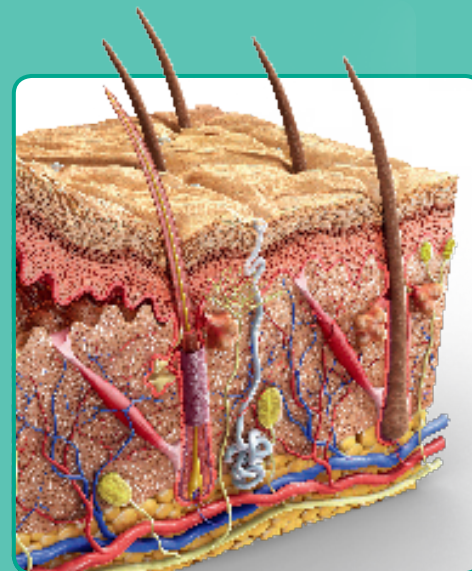
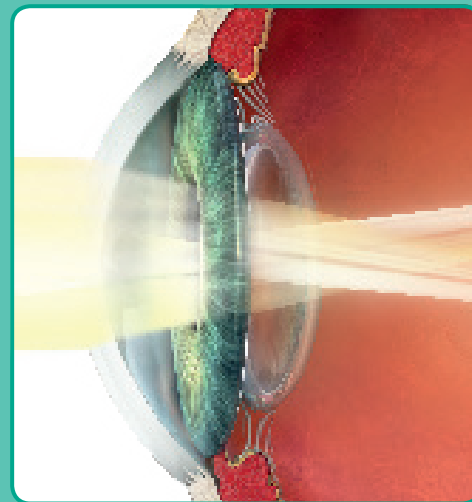
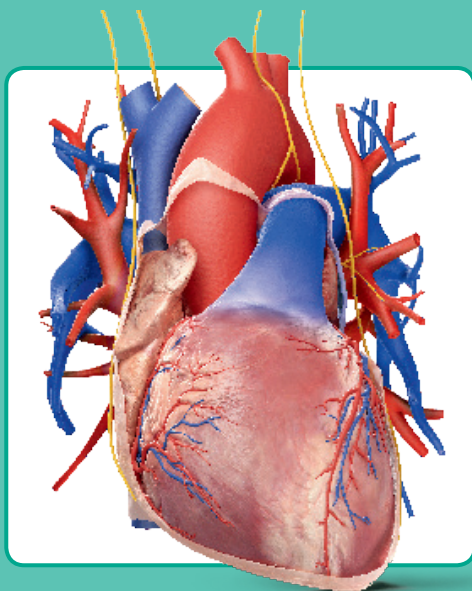
- Points tournants de la médecine
- Vues de l'intérieur
- En bonne santé
- Les corps du futur
- Des corps dans l'espace

GLOSSAIRE

INDEX

REMERCIEMENTS





Le corps humain est une machine formidablement complexe qui renferme 206 os, 650 muscles et 75 trillions de pièces appelées cellules. Bien qu'il ait été étudié par les scientifiques plus que tout autre sujet dans l'histoire, il recèle encore bien des mystères.

LES SYSTÈMES DU CORPS

Les organes et les tissus qui composent ton corps sont organisés en groupes appelés systèmes par les médecins. Chaque système remplit une tâche particulière. Ton système digestif, par exemple, décompose les aliments en nutriments que ton corps peut absorber. Ton système circulatoire véhicule ces nutriments et d'autres substances chimiques essentielles à l'approvisionnement de tout ton corps. Voici certains des principaux systèmes de ton corps.

Le système nerveux

Ce système permet à ton corps de réagir rapidement. Grâce aux milliers de nerfs qui sillonnent ton corps, ton cerveau reçoit et transmet des signaux électriques. Certains nerfs acheminent des signaux émis par des organes sensoriels vers le cerveau. D'autres transmettent des signaux vers les muscles.

Le système respiratoire

Toutes les cellules de ton corps ont besoin d'une réserve vitale d'oxygène, qui vient de l'air. Notre système respiratoire a pour tâche d'aspirer l'oxygène et de le faire passer dans le sang. Les principaux organes de ce système sont les poumons, qui aspirent l'air quand tu respires.

Le système circulatoire

Le cœur, le sang et un réseau de vaisseaux sanguins constituent le système circulatoire. Sa tâche est d'acheminer des éléments vitaux comme l'oxygène et des molécules de nourriture dans tout l'organisme. Le sang transporte aussi les déchets chimiques à éliminer.

Le système digestif

Tout ce que tu manges passe par ton système digestif, lequel est un long tube complexe qui va de la bouche à l'anus. Les organes du système digestif décomposent les grosses molécules dans la nourriture en des molécules plus petites que ton sang peut absorber.

Le système reproducteur

Ce système ne fonctionne qu'à l'âge adulte, il n'est pas le même chez l'homme et chez la femme. Il sert à faire des bébés. Les cellules sexuelles mâles s'unissent aux cellules sexuelles femelles pour créer un bébé.

Le système musculaire

Ce sont tes muscles qui te font bouger. Tes plus gros muscles agissent en tirant sur tes os pour faire bouger ton squelette et te permettre de courir, de sauter, d'attacher tes souliers ou de botter un ballon. Ce sont aussi les muscles qui font battre ton cœur et qui malaxent la nourriture dans ton estomac.

Le système immunitaire

La tâche du système immunitaire est d'assurer ta santé en luttant contre les germes, de microscopiques organismes qui peuvent causer des maladies. Tous les germes qui entrent dans ton organisme sont attaqués par les globules blancs, qui patrouillent à la recherche d'invasisseurs.

Le système squelettique

Le squelette est une charpente osseuse robuste et vivante qui supporte le poids de ton corps et en protège les délicats organes internes, comme le cerveau et le cœur. Les systèmes squelettique et musculaire se coordonnent pour assurer ta mobilité.

NOTIONS ESSENTIELLES

Le corps humain est une machine formidablement complexe composée de millions de pièces différentes, toutes rigoureusement disposées sous la peau. Pour en comprendre le fonctionnement, il faut regarder à l'intérieur et voir comment ces pièces sont organisées et se coordonnent pour nous faire vivre, respirer et penser.

LA CONSTRUCTION D'UN CORPS

Tout comme un édifice est fait de milliers de briques soigneusement empilées, le corps humain se compose de pièces simples qui s'agencent d'une manière organisée. De petites unités vivantes appelées cellules sont jointes comme des briques pour former de grandes structures appelées tissus, lesquels servent à construire des organes et des systèmes organiques.



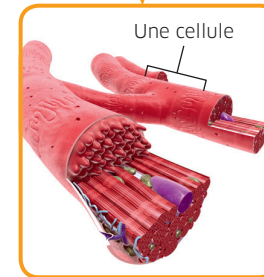
Les atomes et les molécules

Les plus petites pièces du corps sont des atomes et des molécules. La molécule d'ADN (à gauche) emmagasine les instructions nécessaires à la construction et à l'entretien d'un corps.



Les cellules

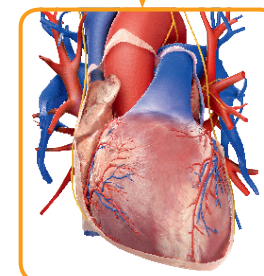
Chaque partie du corps est constituée de minuscules unités vivantes appelées cellules. Le corps humain compte 75 trillions de cellules. La plupart d'entre elles sont spécialisées : elles doivent remplir des tâches spécifiques, comme stocker du gras ou acheminer des signaux nerveux.



Une cellule

Les tissus

Les cellules s'associent pour former des tissus. La paroi du cœur, par exemple, est faite d'un tissu musculaire spécial. La peau, la graisse et les os sont d'autres types de tissus.



Un organe

Des tissus s'associent pour former des organes, comme le cœur, l'estomac ou le cerveau. Les organes ont des tâches spécifiques à réaliser. Celle du cœur est de pomper le sang pour irriguer le corps.

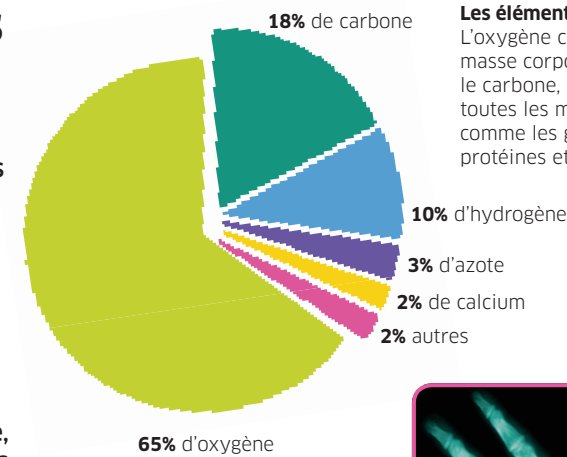


Un système

Les organes travaillent de concert en systèmes. Le cœur fait partie du système circulatoire, tout comme les vaisseaux sanguins et le sang.

DE QUOI LE CORPS EST-IL FAIT ?

Le corps humain est presque entièrement constitué de quelques éléments chimiques simples. L'oxygène et l'hydrogène, dont sont faites les molécules d'eau, sont les plus abondants de ces éléments. Ainsi, ton corps est constitué à 60 % d'eau. Certains éléments, dont le sodium, le magnésium et le fer, bien qu'essentiels à la vie, ne sont nécessaires qu'en très petites quantités.



Les éléments de l'organisme
L'oxygène constitue 65 % de la masse corporelle. Vient ensuite le carbone, qui est à la base de toutes les molécules organiques, comme les glucides, les protéines et les gras.

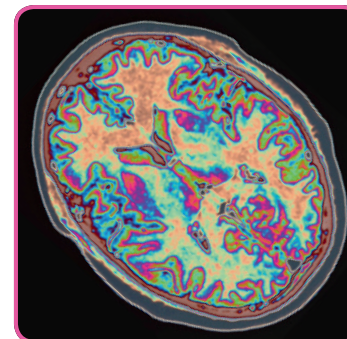


La radiographie

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique, comme la lumière, mais imperceptibles à l'œil nu. Ils traversent les tissus mous du corps, mais pas les os, qui apparaissent ainsi en contraste sur les images captées par les caméras.

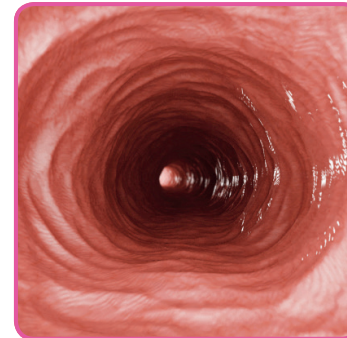
UN COUP D'ŒIL À L'INTÉRIEUR

Autrefois, les médecins ne pouvaient étudier le fonctionnement interne du corps humain qu'en disséquant des cadavres et ils n'avaient aucun moyen de regarder à l'intérieur du corps d'une personne vivante pour y voir les causes de la maladie. De nos jours, grâce aux dispositifs d'imagerie numérique et à d'autres technologies, les médecins peuvent examiner l'intérieur du corps d'une personne de nombreuses façons. Ces techniques permettent de détecter une maladie à ses débuts, au moment où il est plus facile de la traiter.



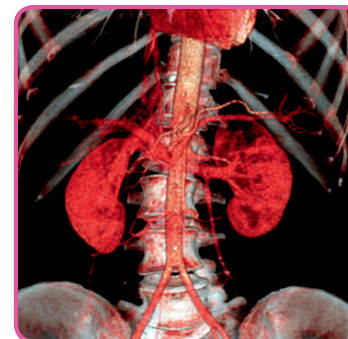
L'imagerie par résonance magnétique

Un appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM) utilise de puissants aimants pour amener des molécules d'eau dans le corps à émettre des ondes radio. Un ordinateur convertit ces ondes en images comme celle du cerveau présentée ici.



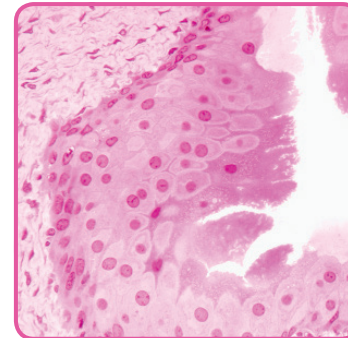
L'endoscope

Un endoscope est un tube flexible dont l'extrémité est munie d'une minuscule caméra et d'une lumière. On l'insère dans le corps soit par un orifice naturel, comme la bouche, soit en pratiquant une petite incision (coupure).



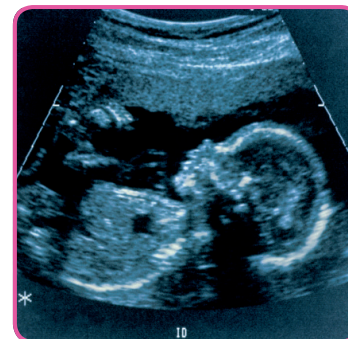
Le tomodensitomètre

En tomodensitométrie (TDM), des faisceaux de rayons X traversent le corps en l'illuminant sous différents angles à partir desquels un ordinateur construit une image 3D. Les médecins utilisent cette technique pour examiner l'intérieur du corps par « tranches ».



Le microscope optique

Comme les télescopes, les microscopes optiques grossissent une image à l'aide de lentilles. Les médecins s'en servent pour examiner les cellules du corps dans un échantillon de tissu afin d'y détecter des symptômes de maladie.



L'échographie

On utilise cette technique pour voir les bébés dans le ventre de leur mère. Des ultrasons, des ondes sonores inaudibles de haute fréquence, sont projetés dans le corps et produisent, en rebondissant sur les organes internes, des échos qu'un ordinateur convertit en images.



Le microscope électronique

Beaucoup plus puissant que le microscope optique, ce microscope atteint un grossissement allant jusqu'à 10 millions de fois. Cela permet d'examiner en détail des germes infimes comme les bactéries et les virus.

Comprendre le corps

Pendant très longtemps, les gens expliquaient la maladie à l'aide de théories faisant appel au surnaturel. Les premières tentatives connues pour étudier scientifiquement le corps remontent à l'Égypte ancienne, mais il a fallu des siècles avant qu'on ne découvre comment fonctionne vraiment un organisme vivant et pourquoi la maladie survient.

Les Égyptiens de l'Antiquité

En préparation à la momification, les Égyptiens de l'Antiquité retiraient les organes du corps pour les préserver séparément. Ils ont ainsi découvert que le cœur est une sorte de pompe qui fait circuler le sang dans le corps.



Le père de la médecine

Hippocrate, un médecin de la Grèce antique, est considéré comme le père de la médecine. Il a été l'un des premiers à comprendre que les maladies ont des causes naturelles et ne sont pas des punitions infligées par les dieux.



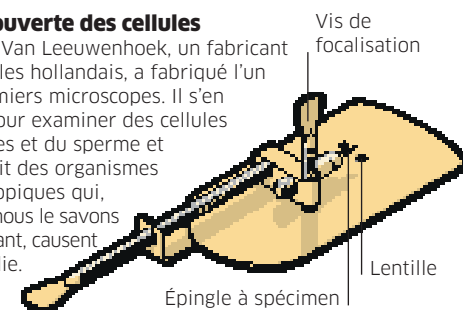
La dissection de cadavres

Dans les années 1500, le professeur André Vésale, un Flamand, a disséqué (ouvert en les découpant) des cadavres et a fait des dessins détaillés des os, des muscles et des organes. Ce travail de précurseur, qu'il publia dans un manuel, a transformé l'étude du corps et jeté les bases de la science de l'anatomie.



La découverte des cellules

Antonie Van Leeuwenhoek, un fabricant de lentilles hollandais, a fabriqué l'un des premiers microscopes. Il s'en servit pour examiner des cellules sanguines et du sperme et découvrit des organismes microscopiques qui, comme nous le savons maintenant, causent la maladie.



L'ADN

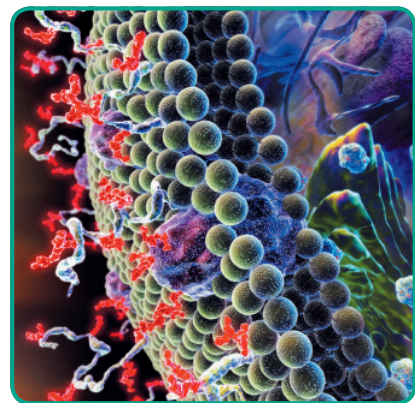
En 1953, le savant anglais Francis Crick et son collègue américain James Watson ont découvert la structure de l'ADN (acide désoxyribonucléique), la molécule qui porte les instructions de la vie sous forme d'un simple code de quatre lettres.



Les éléments constitutifs

Le corps humain est un casse-tête comprenant 75 trillions de pièces microscopiques appelées cellules. Chacune de ses parties est constituée de ces minuscules unités.

Les cellules individuelles sont trop petites pour être visibles à l'œil nu. Certaines sont si infimes que la superficie d'un point pourrait en accueillir 30 000. Elles fonctionnent en unités indépendantes, absorbant de la nourriture, de l'oxygène et d'autres substances chimiques élémentaires provenant de leur environnement et fabriquant les composés organiques complexes nécessaires à leur croissance et à leur fonctionnement.



Noyau
Le noyau est le centre de commande de la cellule. Il contient, encodées dans les molécules d'ADN, toutes les instructions nécessaires au fonctionnement de la cellule.

Appareil de Golgi
Les substances chimiques que fabrique une cellule sont emballées par l'appareil de Golgi avant de quitter la cellule.

La membrane cellulaire
La partie externe d'une cellule s'appelle la membrane. Celle-ci est constituée de deux couches de molécules spéciales (les phospholipides) qui, en s'associant, forment une pellicule huileuse qui isole le contenu aqueux de la cellule et en prévient tout écoulement interne ou externe. De grosses molécules protéiques y sont ancrées. Elles font office de barrière et ne laissent entrer dans la cellule ou en sortir que certaines molécules.

Microvillosités
Certaines cellules présentent de minuscules expansions semblables à des doigts qui facilitent le contact avec l'environnement et permettent l'absorption des substances chimiques se trouvant à l'extérieur d'elles.

À l'intérieur d'une cellule

Malgré leur taille minuscule, l'intérieur des cellules est extrêmement complexe. Chacune est une sorte d'usine remplie de machines qui effectuent des tâches particulières. Ces machines sont appelées organites, ce qui signifie « tout petits organes ». Le plus important de ces organites est le noyau, qui commande le reste des organites en émettant des instructions chimiques. D'autres organites dégagent de l'énergie, fabriquent des produits chimiques et transportent des substances à travers la cellule.

Vésicules de sécrétion
En éclatant pour s'associer à la membrane cellulaire, ces minuscules bulles éjectent des substances hors de la cellule.

Vacuoles
Ces bulles de liquide aqueux isolent diverses substances du reste de la cellule.

Ribosomes
Ces toutes petites machines moléculaires construisent de grosses molécules protéiques en assemblant en chaînes des petites unités appelées acides aminés qu'elles ordonnent suivant le modèle des gènes.

Cytosquelette
De fins brins de protéines forment la structure interne de la cellule.

Mitochondries
Les cellules tirent leur puissance des mitochondries qui décomposent des molécules de sucre pour en libérer l'énergie chimique.

Lysosome
Cet organite fabrique de puissantes substances chimiques qui attaquent et décomposent les substances indésirables et les parties usées de la cellule.

Cytoplasme
Ce liquide gélatineux en majeure partie composé d'eau comble l'espace entre les organites de la cellule.

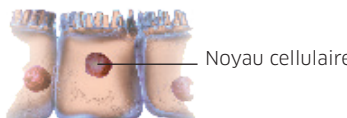
Réticulum endoplasmique
Ces membranes plissées forment un réseau de compartiments dans lesquels diverses substances chimiques sont fabriquées, décomposées ou stockées.

Des types de cellules

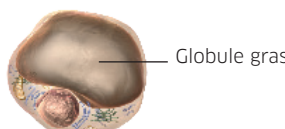
Le corps humain contient plus de 200 types de cellules, et chaque type est spécialisé dans une tâche particulière. Certains types, comme les cellules de la peau ou du sang, ne vivent que quelques semaines et sont continuellement remplacés. D'autres, comme les cellules du cerveau, peuvent durer toute la vie.



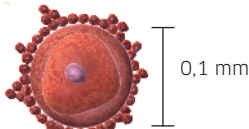
Globule rouge
Ces cellules sanguines véhiculent l'oxygène dans l'organisme. Elles sont recouvertes d'un pigment rouge, l'hémoglobine.



Cellules épithéliales
Ces cellules recouvrent l'intérieur de la bouche et des intestins. Des cellules plus robustes forment la peau.



Cellule grasseuse
La graisse corporelle est emmagasinée dans ces cellules qui stockent de l'énergie et nous tiennent au chaud.



Ovule
Les plus grosses cellules du corps sont les ovules. Ils fabriquent des bébés s'ils sont fécondés par des spermatozoïdes.



LES PLUS LONGUES CELLULES DU CORPS SONT LES CELLULES NERVEUSES QUI VONT DE TA COLONNE VERTÉBRALE À TES ORTEILS.

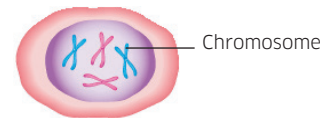
Gènes et ADN

Le noyau des cellules contient un ensemble complet de nos gènes, emmagasiné dans l'ADN. Quand il ne sert pas, cet ADN est entortillé en paquets appelés chromosomes. Il y a 46 de ces chromosomes dans chaque noyau.

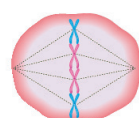


La fabrication de nouvelles cellules

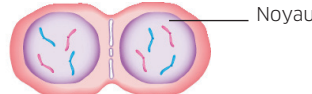
Le corps humain se développe à partir d'une seule cellule qui, en se divisant en deux encore et encore, finit par créer des milliards de cellules. La forme de division cellulaire la plus commune est la mitose. D'abord, les chromosomes sont copiés, formant des doubles brins. Puis ces brins de chromosome se séparent et le reste de la cellule se scinde finalement.



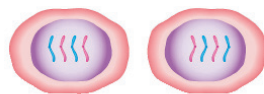
1. Des chromosomes forment des doubles brins.



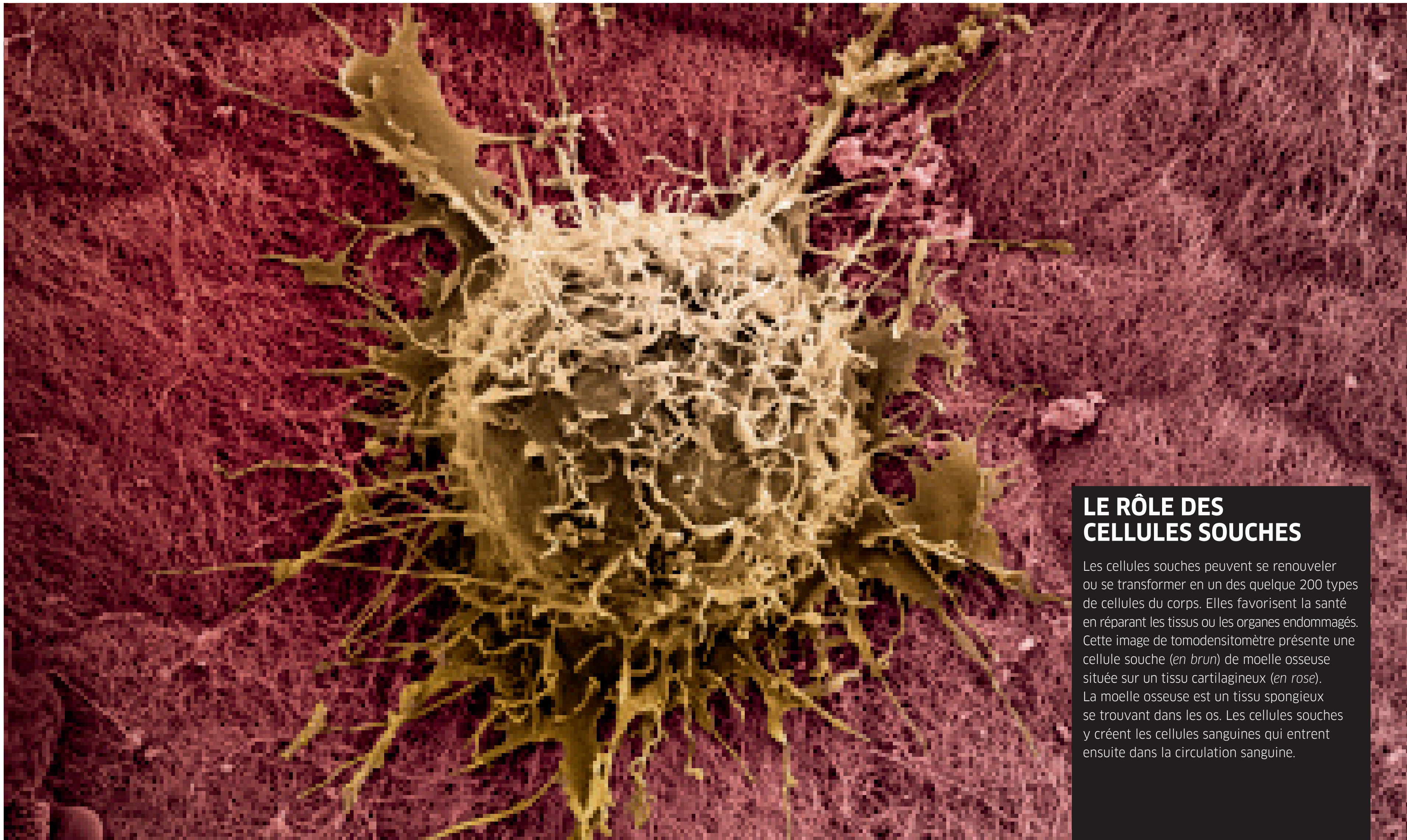
2. Les chromosomes se séparent.



3. Deux noyaux se forment.

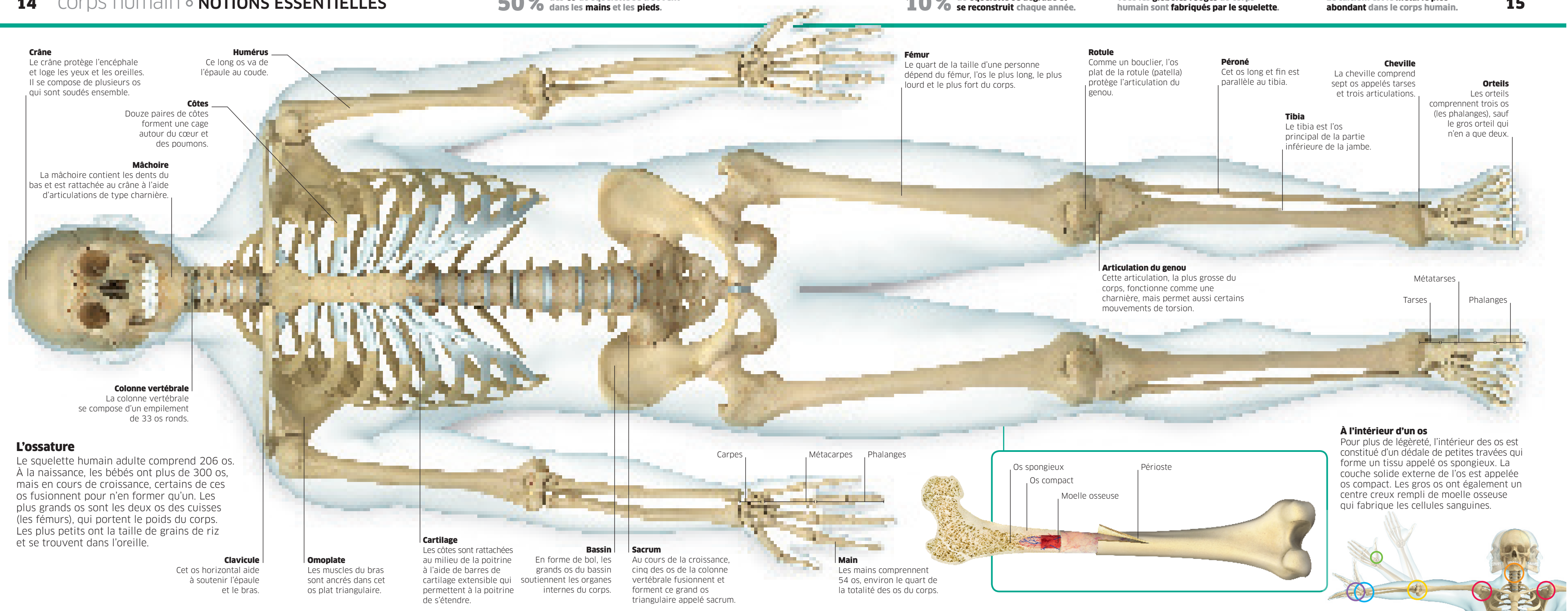


4. Les cellules se séparent.



LE RÔLE DES CELLULES SOUCHES

Les cellules souches peuvent se renouveler ou se transformer en un des quelque 200 types de cellules du corps. Elles favorisent la santé en réparant les tissus ou les organes endommagés. Cette image de tomodensitomètre présente une cellule souche (*en brun*) de moelle osseuse située sur un tissu cartilagineux (*en rose*). La moelle osseuse est un tissu spongieux se trouvant dans les os. Les cellules souches y créent les cellules sanguines qui entrent ensuite dans la circulation sanguine.



L'ossature

Le squelette humain adulte comprend 206 os. À la naissance, les bébés ont plus de 300 os, mais en cours de croissance, certains de ces os fusionnent pour n'en former qu'un. Les plus grands os sont les deux os des cuisses (les fémurs), qui portent le poids du corps. Les plus petits ont la taille de grains de riz et se trouvent dans l'oreille.

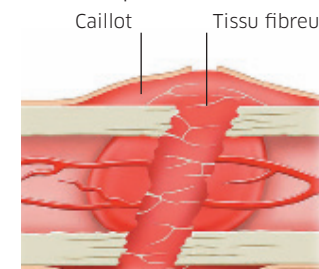
Le squelette

Sans ossature, ton corps ne serait qu'un amas de chair informe. Tu tiens debout grâce à ton squelette qui procure à tes muscles des pièces sur lesquelles tirer, ce qui te permet de bouger.

Les os sont faits d'un tissu vivant: ils ressentent la douleur, ils saignent s'ils sont coupés et se réparent d'eux-mêmes s'ils cassent. On les imagine souvent secs et friables, mais les os vivants sont humides et légèrement flexibles, ce qui leur donne du ressort. Bien que lisses et compacts en surface, à l'intérieur les os sont sillonnés de vides qui les allègent. L'hydroxyapatite, un minéral blanc riche en calcium également présent dans les dents, constitue 50% du poids d'un os. Cette matière dure et cristalline confère à l'os la grande robustesse dont il a besoin pour supporter le poids du corps.

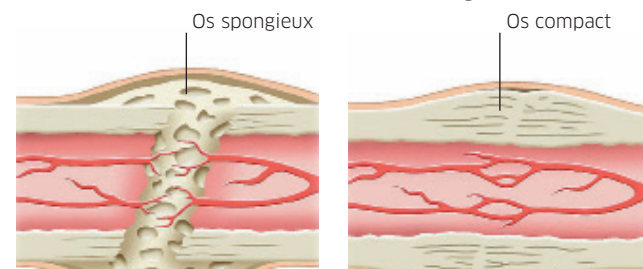
Les fractures osseuses

Dès qu'un os se brise, le processus de guérison s'enclenche. D'abord, un caillot de sang se forme à l'intérieur de la fracture. Puis un robuste tissu fibreux se développe à travers la blessure pour renforcer la zone



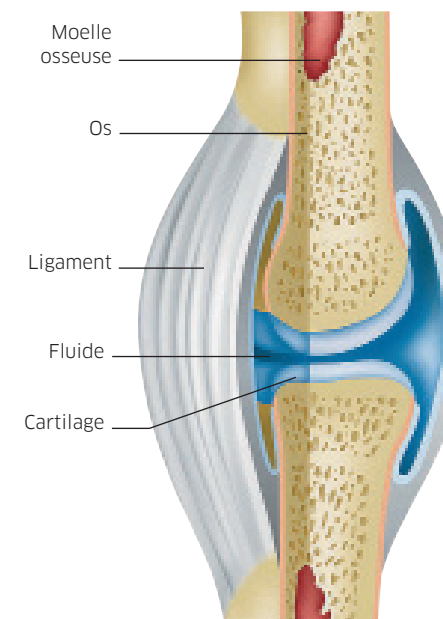
1 Deux jours après
Un caillot remplit la fracture et un tissu fibreux s'y développe rapidement.

endommagée. De nouvelles cellules osseuses remplacent ensuite ce sang et ce tissu fibreux et ressouvent les deux extrémités. On doit parfois réaligner des os fracturés et les immobiliser à l'aide d'un plâtre, pour qu'ils se ressouvent suivant leur alignement normal.



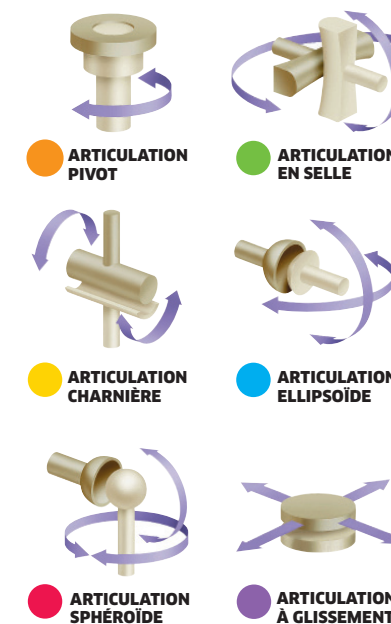
2 Deux semaines après
Des cellules qui fabriquent de l'os se multiplient et remplacent le caillot par de l'os spongieux.

3 Trois mois après
Un os compact remplace l'os spongieux et la zone endommagée est reformée.



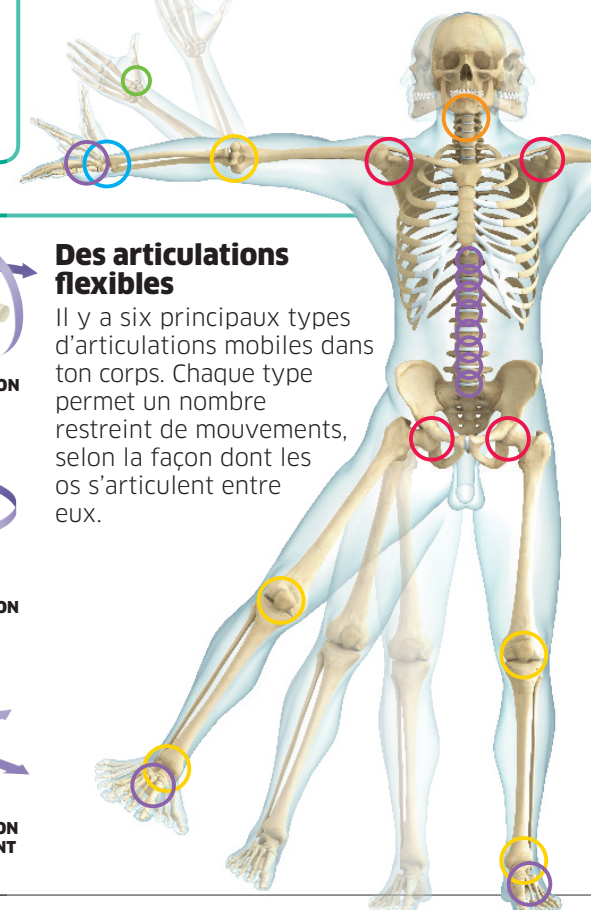
Les articulations

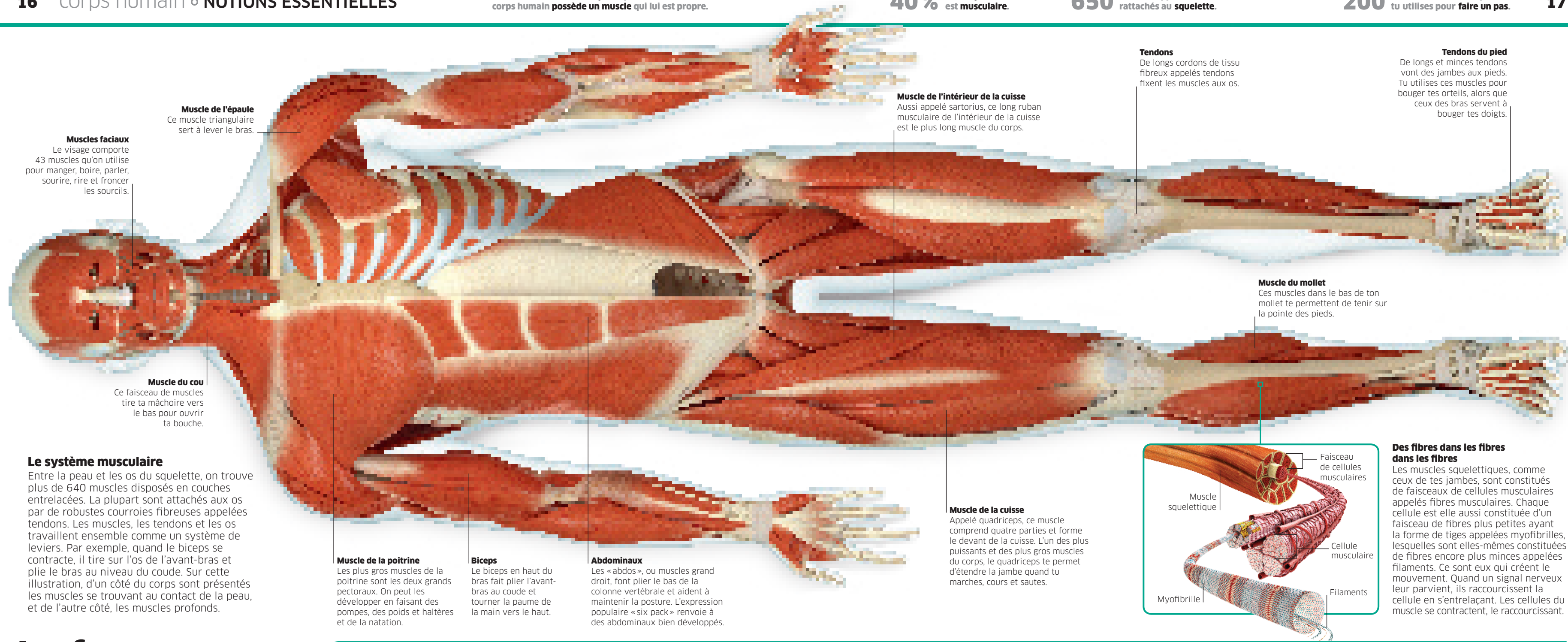
La jonction entre deux os se fait aux articulations. Dans certaines articulations, comme celles de ton crâne, les os sont soudés. Cependant, dans la plupart des articulations, les os ne se touchent pas mais sont lâchement liés par des bandes résistantes de tissu, ce qui leur permet de bouger. Les articulations donnent à ton squelette une incroyable flexibilité.



Des articulations flexibles

Il y a six principaux types d'articulations mobiles dans ton corps. Chaque type permet un nombre restreint de mouvements, selon la façon dont les os s'articulent entre eux.





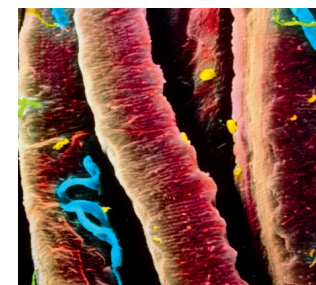
La force musculaire

Les muscles nous permettent de marcher, de courir, de sauter et de remuer les doigts. Ils font aussi circuler le sang dans notre corps, la nourriture dans nos intestins, et nous permettent de parler.

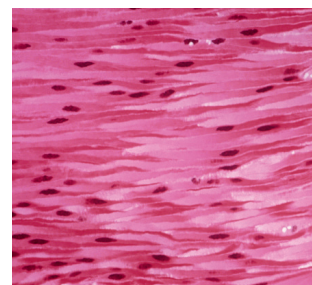
Les muscles sont tous constitués de fines fibres capables de se contracter pour raccourcir un muscle et tirer ainsi sur une partie donnée du corps. Les plus grands muscles sont raccordés aux os. La plupart de ces muscles squelettiques sont des muscles volontaires, alors que d'autres muscles, comme ceux du cœur et de l'estomac, sont involontaires.

Les types de muscles

Notre corps comprend trois types de muscles: les muscles squelettiques, les muscles lisses et le muscle cardiaque (le cœur). Les muscles squelettiques sont rattachés aux os. Ils sont faits de très longues cellules ayant l'allure de filaments qui se contractent avec force et rapidité, pour de courtes périodes.



CELLULES DE MUSCLE SQUELETTIQUE



CELLULES DE MUSCLE LISSE

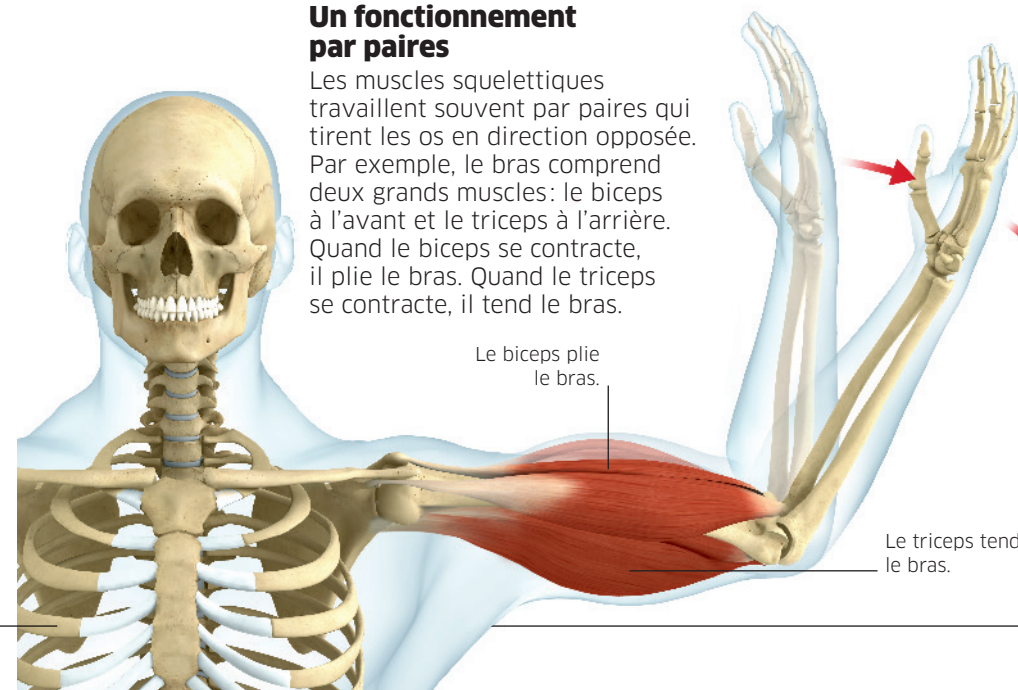


CELLULES DU MUSCLE CARDIAQUE

Les muscles lisses sont constitués de courtes cellules en forme de fuseaux capables d'une contraction plus durable que les autres types de muscles. Le muscle cardiaque est fait de cellules musculaires courtes qui se contractent infatigablement de façon rythmique.

Un fonctionnement par paires

Les muscles squelettiques travaillent souvent par paires qui tirent les os en direction opposée. Par exemple, le bras comprend deux grands muscles: le biceps à l'avant et le triceps à l'arrière. Quand le biceps se contracte, il plie le bras. Quand le triceps se contracte, il tend le bras.



Les formes de muscles

La forme des muscles est très variable selon leur emplacement dans le corps et le rôle qu'ils y jouent. Certains s'effilent vers un point à l'une des extrémités ou aux deux, tandis que d'autres ont simplement la forme d'une bande. Les muscles circulaires servent à fermer des orifices.



Dans la peau

La peau est constituée de deux couches. La couche superficielle, l'épiderme, est une couche protectrice faite en grande partie de cellules mortes. L'épiderme est extrêmement mince sur les paupières, mais atteint près d'un demi-centimètre d'épaisseur sous tes pieds. Sous l'épiderme, on trouve le derme, une couche vivante parsemée de vaisseaux sanguins et de nerfs sensibles au toucher et à la douleur.

L'épiderme
Cette couche superficielle résistante est faite de cellules plates agglutinées. De nouvelles cellules se forment continuellement à la base de l'épiderme et sont ensuite poussées vers l'extérieur. En se déplaçant, elles se gorgent de kératine hydrofuge, s'aplatissent et meurent. Elles finissent par tomber sous forme de squames.

Le derme
C'est la couche interne vivante de la peau. Elle contient des vaisseaux sanguins, des glandes sudoripares, des racines de poils et divers types de terminaisons nerveuses sensibles au toucher, à la douleur, à la chaleur et au froid.

La couche de tissu adipeux
Sous la peau, il y a une couche de graisse qui retient la chaleur dans le corps et qui, en le rembourrant, le protège des chocs. Cette couche sert aussi d'entrepôt énergétique.

Follicule pileux
Les poils prennent naissance dans des cavités profondes appelées follicules.

Muscle du poil
Chaque poil possède un minuscule muscle capable de le soulever. C'est ce qui se produit quand on a la « chair de poule ».

Glande sudoripare
Ce nœud de tubes entortillés fabrique la sueur. Une superficie de peau de la taille d'un timbre-poste contient environ 500 glandes sudoripares.

Glande sébacée
Les glandes sébacées sécrètent une substance huileuse qui rend les cheveux et la surface de la peau hydrofuges. Quand elles se bloquent, elles enflent et un bouton d'acné apparaît.

Corpuscules de Pacini
Ces récepteurs sensoriels de forme ovale se trouvant à la base du derme sont sensibles à la vibration et à la pression.

Corpuscules de Ruffini
Ces récepteurs tactiles sont sensibles à l'étirement et au glissement. Ils se trouvent communément au bout des doigts et nous aident à saisir des objets.

Nerfs
Les nerfs acheminent au cerveau les signaux électriques émis par les récepteurs du contact et de la douleur.

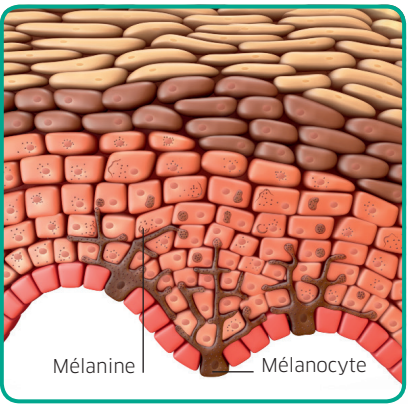
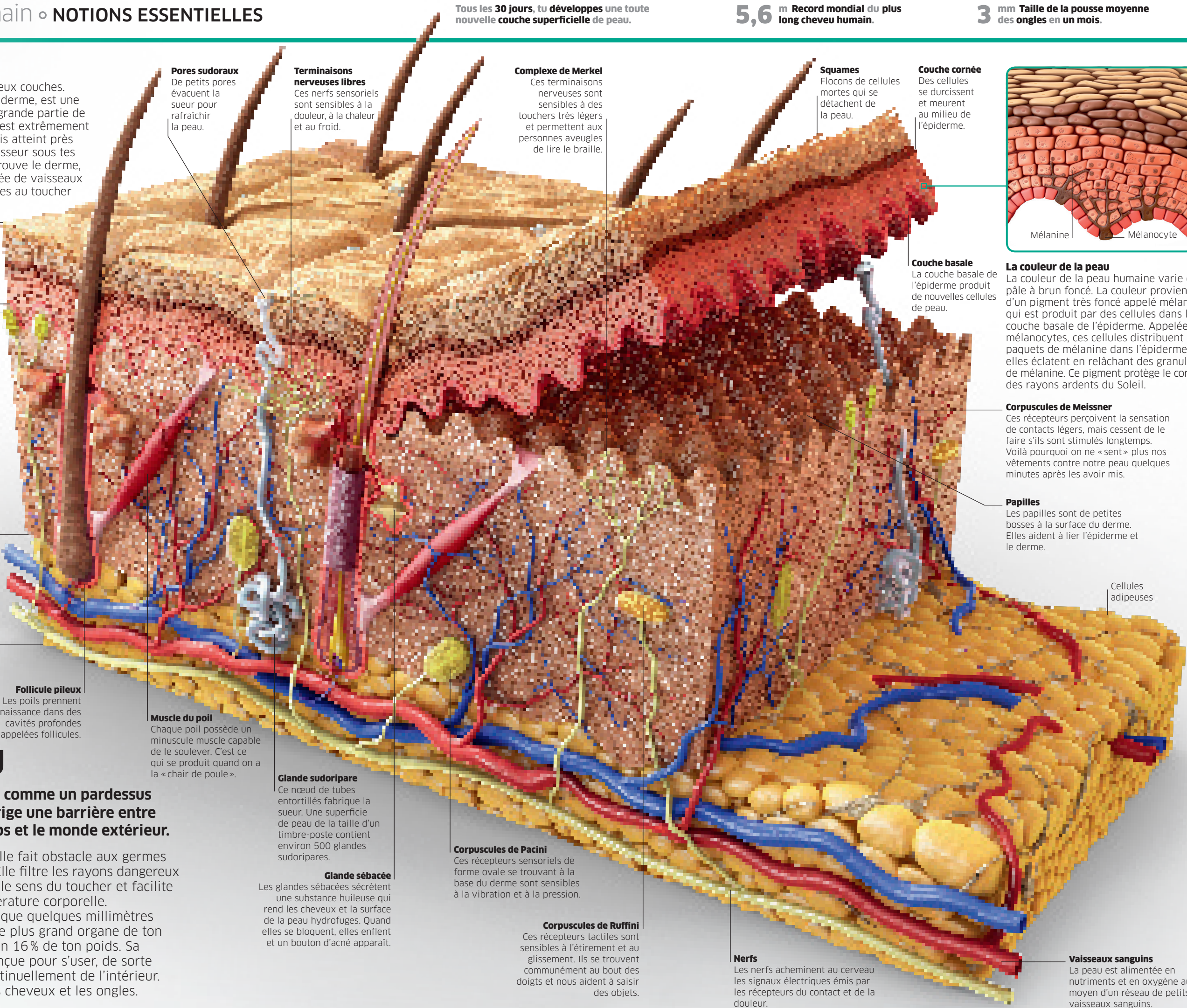
Vaisseaux sanguins
La peau est alimentée en nutriments et en oxygène au moyen d'un réseau de petits vaisseaux sanguins.

Tous les 30 jours, tu développes une toute nouvelle couche superficielle de peau.

5,6 m Record mondial du plus long cheveu humain.

3 mm Taille de la pousse moyenne des ongles en un mois.

Les ongles des doigts poussent trois fois plus vite que ceux des orteils.



Couche cornée
Des cellules se durcissent et meurent au milieu de l'épiderme.

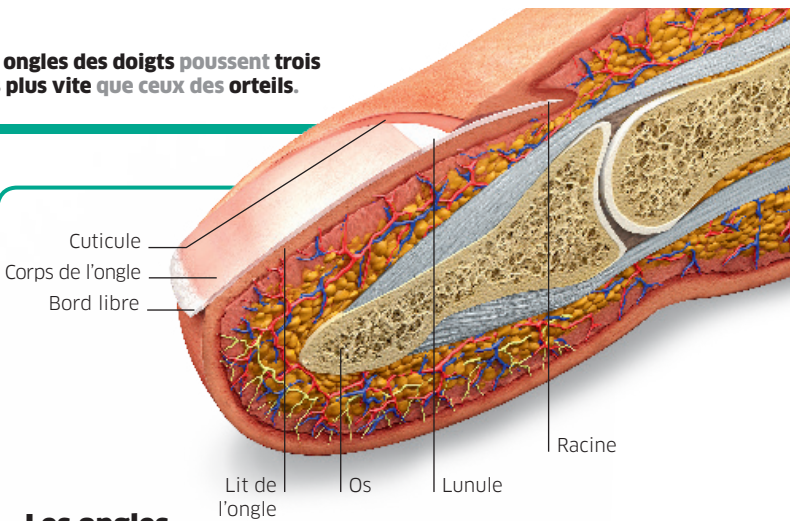
Couche basale
La couche basale de l'épiderme produit de nouvelles cellules de peau.

La couleur de la peau
La couleur de la peau humaine varie de pâle à brun foncé. La couleur provient d'un pigment très foncé appelé mélanine, qui est produit par des cellules dans la couche basale de l'épiderme. Appelées mélanocytes, ces cellules distribuent des paquets de mélanine dans l'épiderme où elles éclatent en relâchant des granules de mélanine. Ce pigment protège le corps des rayons ardents du Soleil.

Corpuscules de Meissner
Ces récepteurs perçoivent la sensation de contacts légers, mais cessent de le faire s'ils sont stimulés longtemps. Voilà pourquoi on ne « sent » plus nos vêtements contre notre peau quelques minutes après les avoir mis.

Papilles
Les papilles sont de petites bosses à la surface du derme. Elles aident à lier l'épiderme et le derme.

Cellules adipeuses



Les ongles

Les ongles améliorent le délicat sens du toucher au bout des doigts en créant une contrepression quand on touche ou lorsque l'on tient un objet. La surface de l'ongle, le corps, est constituée de cellules mortes bourrées de kératine, une protéine très résistante. Sous le corps de l'ongle se trouve le lit de l'ongle, un type de peau spécial qui produit des cellules d'ongle plutôt que des cellules d'épiderme ordinaires. Le lit de l'ongle contient les cellules qui se divisent le plus rapidement dans le corps humain.

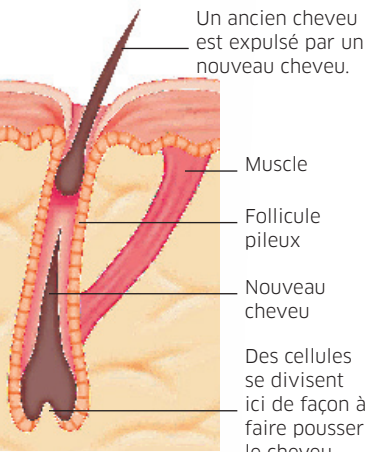


Les empreintes digitales

Au bout de tes doigts, de petites crêtes dessinent des motifs en volutes. Elles facilitent la préhension, un peu comme la chape des pneus empêche le dérapage. Comme aucun individu ne présente les mêmes motifs, la police utilise les empreintes digitales pour identifier des suspects. En comparant des empreintes, les experts s'efforcent d'en dégager les caractéristiques distinctives.

La pousse des cheveux

Comme les ongles, les cheveux sont faits de cellules mortes remplies de kératine. Un cheveu normal pousse pendant 2 à 3 ans, après quoi, son approvisionnement sanguin cesse et la racine meurt. Un nouveau cheveu se met alors à pousser et expulse l'ancien. Nous en perdons entre 50 et 100 par jour.



Raide, ondulé ou frisé

La forme de tes cheveux influence leur style de pousse. Les cheveux ronds en coupe (cylindriques) ont tendance à pousser raides. Les cheveux ovales en coupe tendent à pousser plutôt ondulés et les cheveux plats tendent à pousser frisés. Les cheveux frisés peuvent aussi résulter du fait que le cheveu est sorti de la peau à l'oblique.

La peau

Recouvrant ton corps comme un pardessus protecteur, ta peau érige une barrière entre l'intérieur de ton corps et le monde extérieur.

La peau est hydrofuge, elle fait obstacle aux germes et se répare elle-même. Elle filtre les rayons dangereux du Soleil, elle te procure le sens du toucher et facilite la régulation de ta température corporelle.

Bien que ne mesurant que quelques millimètres d'épaisseur, ta peau est le plus grand organe de ton corps et constitue environ 16% de ton poids. Sa résistante surface est conçue pour s'user, de sorte qu'elle se renouvelle continuellement de l'intérieur. La peau produit aussi les cheveux et les ongles.

L'APPROVISIONNEMENT

Pour vivre, chaque cellule du corps humain a besoin d'un apport continu de combustible et d'oxygène. Le combustible provient de la nourriture que nous mangeons, l'oxygène provient de l'air. Dans chaque cellule, des molécules de nourriture et de l'oxygène se combinent chimiquement pour dégager l'énergie nécessaire au soutien des activités de la cellule. Dans l'organisme, plusieurs systèmes se coordonnent pour approvisionner les cellules en combustible et en oxygène et les débarrasser des déchets. Ces systèmes sont le système digestif, le système respiratoire, le système circulatoire et le système urinaire.

LA DIGESTION

La nourriture est un mélange de plusieurs composés organiques, dont les lipides, les glucides et les protéines. Ces composés sont constitués de longues chaînes de molécules trop grosses pour passer dans le sang et être absorbées dans les tissus corporels. Le processus de digestion décompose ces grosses molécules en de plus petites unités aisément absorbables. La digestion transforme les glucides en sucres, les protéines en acides aminés et les lipides en acides gras.

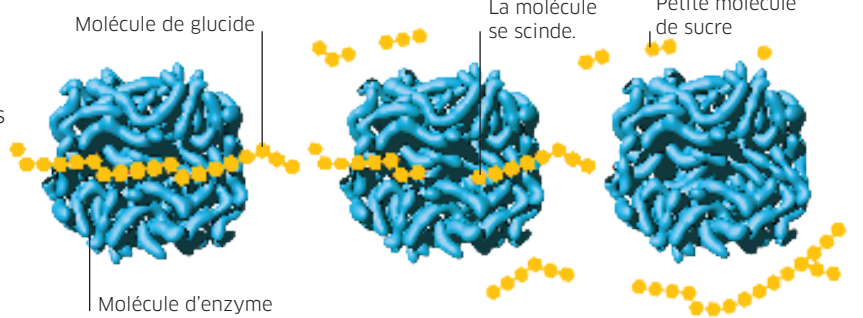
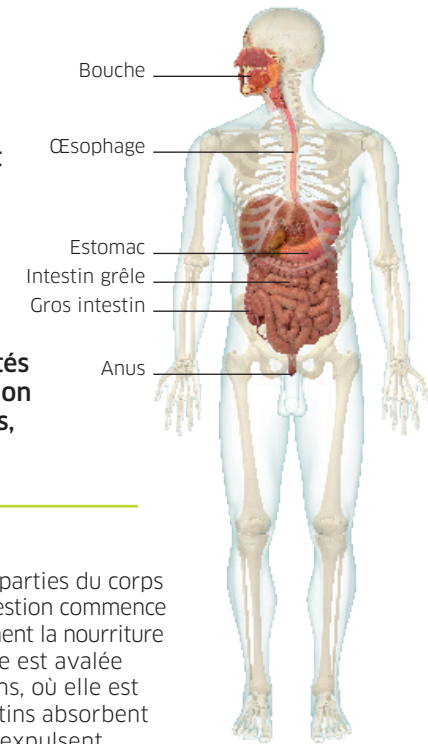
Le système digestif

Le système digestif est constitué des parties du corps qui décomposent la nourriture. La digestion commence dans la bouche, qui réduit mécaniquement la nourriture en petits morceaux. Puis la nourriture est avalée et passe dans l'estomac et les intestins, où elle est décomposée chimiquement. Les intestins absorbent aussi les produits de la digestion et expulsent les restes non digérés.

Enzymes

Les organes digestifs produisent des substances chimiques, appelées enzymes, qui décomposent les liaisons dans les molécules des aliments pour transformer la longue chaîne de molécules en de plus petites unités. Il y a plusieurs types d'enzymes, chacune étant spécialisée dans la décomposition d'un type spécifique de molécules de nourriture.

DES ENZYMES DIGESTIVES SONT UTILISÉES DANS LES DÉTERSIFS BIOLOGIQUES.



La liaison

Une molécule de glucide se lie à la partie de la molécule d'enzyme appelée site actif.

La scission

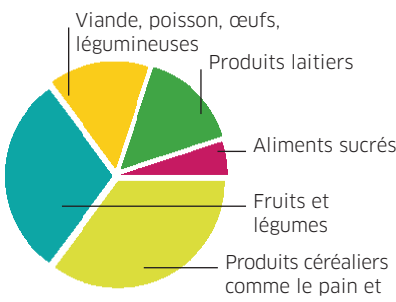
Le site actif brise les liaisons dans la molécule de glucide et la scinde en de plus courtes chaînes.

La libération

L'enzyme libère la molécule et en choisit une autre. Une enzyme peut scinder 10 000 molécules de nourriture à la seconde.

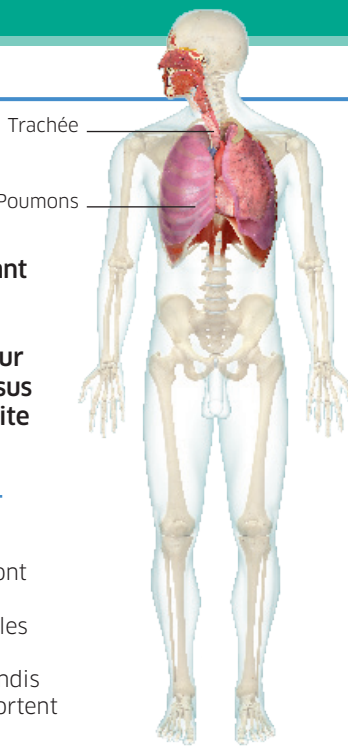
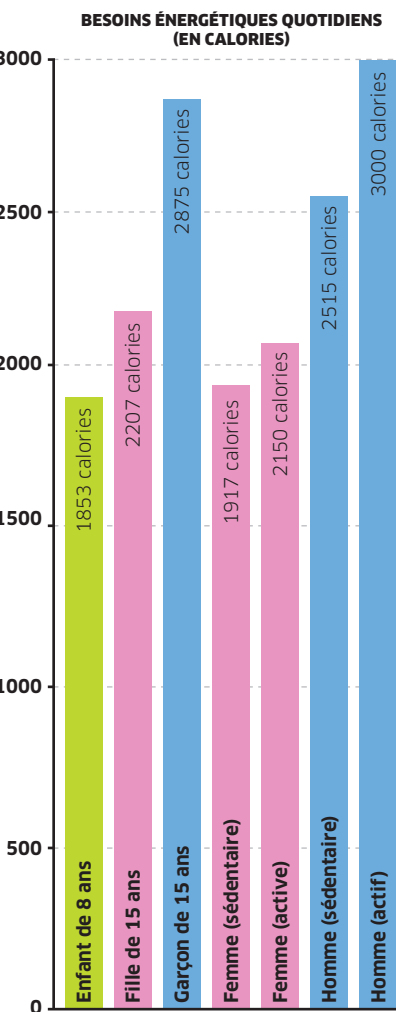
Une saine alimentation

Les principaux nutriments contenus dans la nourriture sont les protéines, grâce auxquelles le corps construit et répare les tissus; les glucides, qui lui procurent de l'énergie; et les lipides, qui stockent cette énergie. Un régime alimentaire sain devrait aussi comprendre des fibres provenant des plantes, ainsi que de petites quantités de vitamines et de minéraux. Un ensemble de différents types d'aliments comme celui que présente ce diagramme circulaire assure un régime équilibré.



L'énergie alimentaire

Les scientifiques mesurent l'énergie contenue dans les aliments en calories. La quantité d'énergie dont on a besoin dépend de notre niveau d'activité et de notre âge. Si on mange trop de calories, le corps emmagasine ce surplus sous forme de graisses. Si on mange trop de façon régulière, on risque de devenir obèse et d'avoir de graves problèmes de santé.



LA RESPIRATION

Le corps humain est alimenté en énergie par le même processus chimique qui actionne une voiture. Dans un moteur d'auto, un combustible réagit avec l'oxygène en dégageant l'énergie qui fait tourner les roues. Dans le corps humain, les molécules de nourriture entrent en réaction avec l'oxygène à l'intérieur des cellules. On appelle respiration le processus par lequel l'oxygène extrait de l'air est ensuite utilisé dans les cellules.

Le système respiratoire

Les principaux organes du système respiratoire sont les poumons et les voies respiratoires menant aux poumons, comme la trachée. Gonflés par les muscles qui les entourent, les poumons aspirent de l'air et permettent à l'oxygène de passer dans le sang, tandis que les déchets de dioxyde de carbone (un gaz) sortent en direction inverse, lors de l'expiration.

La respiration cellulaire

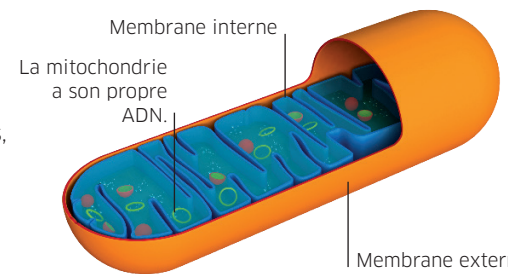
Les molécules de nourriture renferment de l'énergie chimique piégée. Les cellules vivantes libèrent cette énergie par un processus appelé respiration cellulaire. Des molécules comme les sucres sont faites pour réagir avec les molécules d'oxygène. La réaction brise les liaisons chimiques dans le

sucré et libère ainsi l'énergie piégée. Le dioxyde de carbone et l'eau sont des sous-produits de ce processus. Le dioxyde de carbone étant toxique en grandes quantités, la circulation sanguine l'emporte pour qu'il soit expiré par les poumons.



Les mitochondries

La respiration cellulaire se déroule dans de microscopiques centrales électriques appelées mitochondries, qui se trouvent dans chaque cellule. Certaines cellules n'ont qu'une ou deux mitochondries, mais une cellule qui utilise beaucoup d'énergie, comme une cellule musculaire, peut en avoir des centaines. Chaque mitochondrie se compose de deux membranes. Les réactions chimiques de la respiration ont lieu dans la membrane interne.



LE TRANSPORT

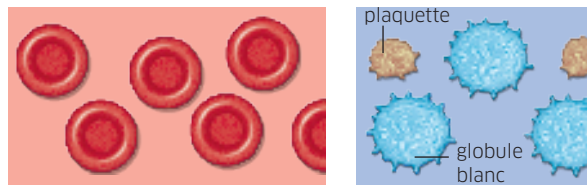
Le corps humain contient des milliers de kilomètres de vaisseaux sanguins. À l'image d'un réseau routier qui dessert chacune des habitations d'un pays, les vaisseaux sanguins apportent à chacune des cellules vivantes du corps les approvisionnements essentiels et se chargent aussi de l'élimination de leurs déchets.

Le système circulatoire

Le système circulatoire du corps comprend le cœur et les vaisseaux sanguins. À chaque battement, le cœur pompe du sang dans des vaisseaux à la paroi épaisse appelés artères. Le sang retourne au cœur dans des veines. Entre les artères et les veines, il existe un vaste réseau de capillaires, de minuscules vaisseaux dotés de minces parois qui se laissent librement traverser par de l'oxygène, des nutriments et d'autres substances chimiques.

Le fonctionnement du sang

Le sang est un tissu liquide constitué de milliards de cellules en suspension dans un liquide aqueux appelé plasma. Le volume du sang est constitué à 54% de liquide et à 46% de cellules. L'oxygène est véhiculé par l'hémoglobine, une protéine se trouvant dans les globules rouges. Les nutriments, les hormones, le sel, les déchets et diverses autres substances chimiques sont transportés en dissolution dans le plasma.

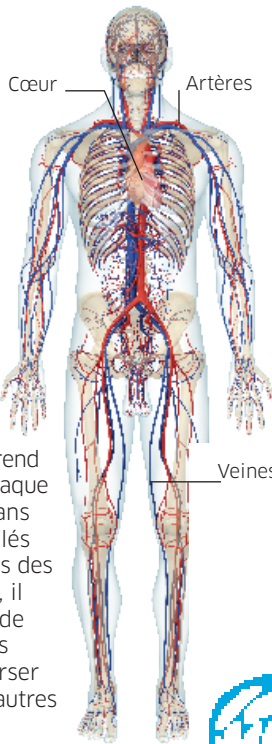


Les globules rouges

Ces cellules en forme de disque se chargent d'oxygène dans les poumons et le libèrent partout ailleurs dans le corps.

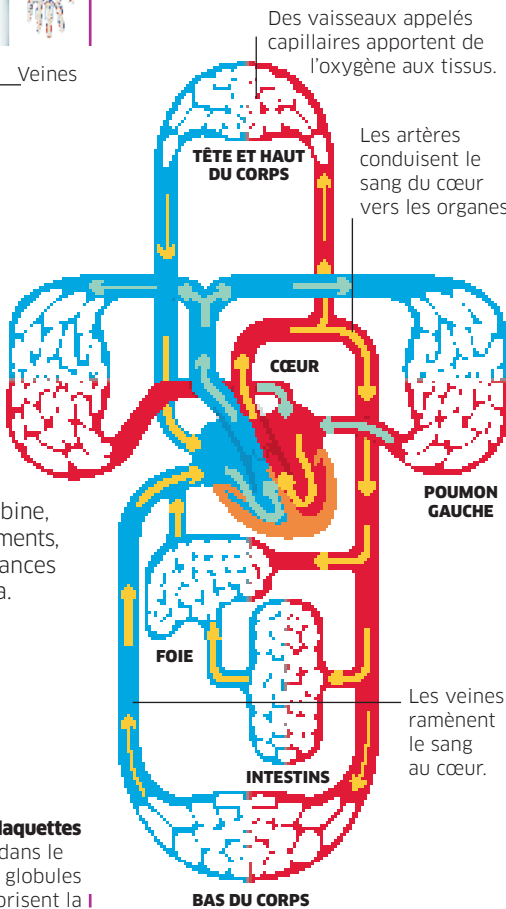
Les globules blancs et les plaquettes

Les germes qui pénètrent dans le corps sont détruits par les globules blancs. Les plaquettes favorisent la coagulation du sang.



Une double circulation

Pompé par le cœur, le sang circule dans ton corps en suivant deux circuits en boucle. La boucle la plus courte (flèches bleues ci-dessous) va du cœur aux poumons, où le sang se charge d'oxygène. La boucle la plus longue (flèches jaunes) véhicule le sang riche en oxygène dans le reste du corps. Le sang riche en oxygène est rouge vif; le sang contenant peu d'oxygène est rouge foncé.



LA TRANSFORMATION DES ALIMENTS

Les nutriments qu'absorbent les intestins sont transportés par le sang jusqu'au foie, qui réalise plusieurs processus chimiques.

Les principales fonctions du foie

- Convertit les molécules de sucre en glycogène, une substance de réserve à court terme.
- Extrait les composés toxiques du sang, y compris les drogues et l'alcool.
- Produit un liquide digestif appelé bile, qui facilite la décomposition des gras dans l'intestin.
- Emmagasine les vitamines A, B12, D, E et K et divers minéraux, dont le fer et le cuivre.
- Convertit l'excédent protéique en gras pour créer une réserve d'énergie.

L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS

Les réactions chimiques qui ont lieu dans les cellules produisent des déchets dont l'accumulation empoisonnerait le corps. Le sang apporte donc ces substances chimiques à divers organes, dont les reins, le foie, la peau et les poumons, qui les détruisent ou s'en débarrassent.

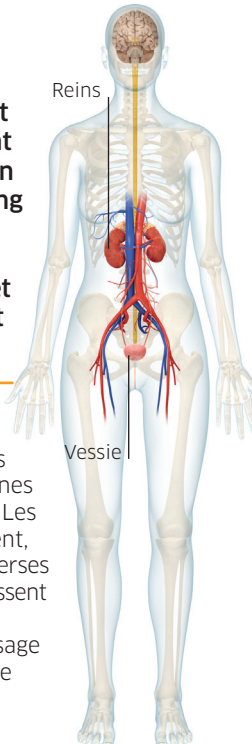
Le système urinaire

Une bonne partie des déchets dans le sang est éliminée par deux organes en forme de haricot appelés reins. Les reins filtrent le sang continuellement, éliminant les excédents d'eau et diverses substances chimiques qu'ils convertissent en un liquide appelé urine. L'urine s'écoule dans un organe d'entreposage appelé vessie, avant d'être éliminée du corps. Les reins, la vessie et les vaisseaux qui transportent l'urine composent le système urinaire.

La composition de l'urine

L'urine est constituée principalement d'eau et d'un composé appelé urée que le foie produit quand il y a un excédent de protéines en décomposition. Les autres composés de l'urine sont principalement des sels. La quantité d'eau dans l'urine augmente si on boit beaucoup et diminue si on a soif.

- 94% d'eau
- 3,5% d'urée
- 1% de sodium
- 0,5% de chlorure
- 0,25% de potassium
- 0,25% de phosphate
- 0,25% de sulfate
- 0,15% de créatinine
- 0,1% d'acide urique



De la bouche à l'estomac

Il suffit de penser à un bon plat ou d'en sentir les arômes pour que des suc digestifs affluent dans notre bouche et notre estomac. Dès que de la nourriture pénètre dans le corps, elle est réduite en bouillie et attaquée par des substances chimiques qui se mettent à la décomposer.

La plupart des nutriments dans les aliments forment de longues chaînes de molécules qui sont trop grosses pour se dissoudre dans l'eau et être absorbées par le sang. Le processus de digestion transforme ces molécules géantes en de minuscules unités que le corps peut assimiler. La première phase de ce processus est mécanique: on déchiquette, écrase et broie les aliments en les mastiquant. Cette action mécanique aide les suc digestifs à pénétrer dans les aliments pour les décomposer chimiquement.

Glandes salivaires
Six grosses glandes salivaires et environ 1000 autres petites produisent environ 1 litre de salive par jour.

Rempli de nourriture, le volume de l'estomac peut être jusqu'à 70 fois plus grand que lorsqu'il est vide.

Dans la bouche

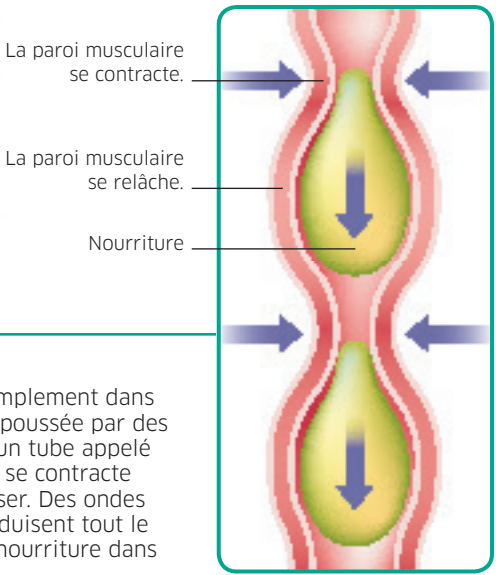
Contrairement aux chats et aux chiens, qui peuvent avaler tout rond de gros morceaux de nourriture, les humains doivent mastiquer la nourriture avant de l'avaler. Dans la bouche, la nourriture est mastiquée par les dents et mélangée à un fluide aqueux appelé salive. La salive humidifie la nourriture, ce qui la rend glissante et plus facile à avaler. Elle contient aussi des enzymes digestives, qui décomposent les grosses molécules d'aliments en fragments. L'enzyme amylase décompose les molécules d'amidon des aliments comme le pain et le riz et les transforme en sucre. L'enzyme lipase décompose les molécules de gras.

Nez
C'est surtout l'odorat qui nous transmet la saveur des aliments. Les arômes entrent dans le nez par le fond de la bouche.

Nourriture
Une fois mastiquée et mélangée à la salive, la nourriture est moulée par la langue en un bol mou et gluant facile à avaler.

Langue
Cet organe musculaire agile et puissant manœuvre la nourriture avec une précision étonnante, plaçant les particules de nourriture entre les dents pour qu'elles y soient broyées. Elle mélange aussi la nourriture avec la salive qu'elle moule en boule et pousse dans la gorge. La langue goûte aussi tout ce qu'elle touche.

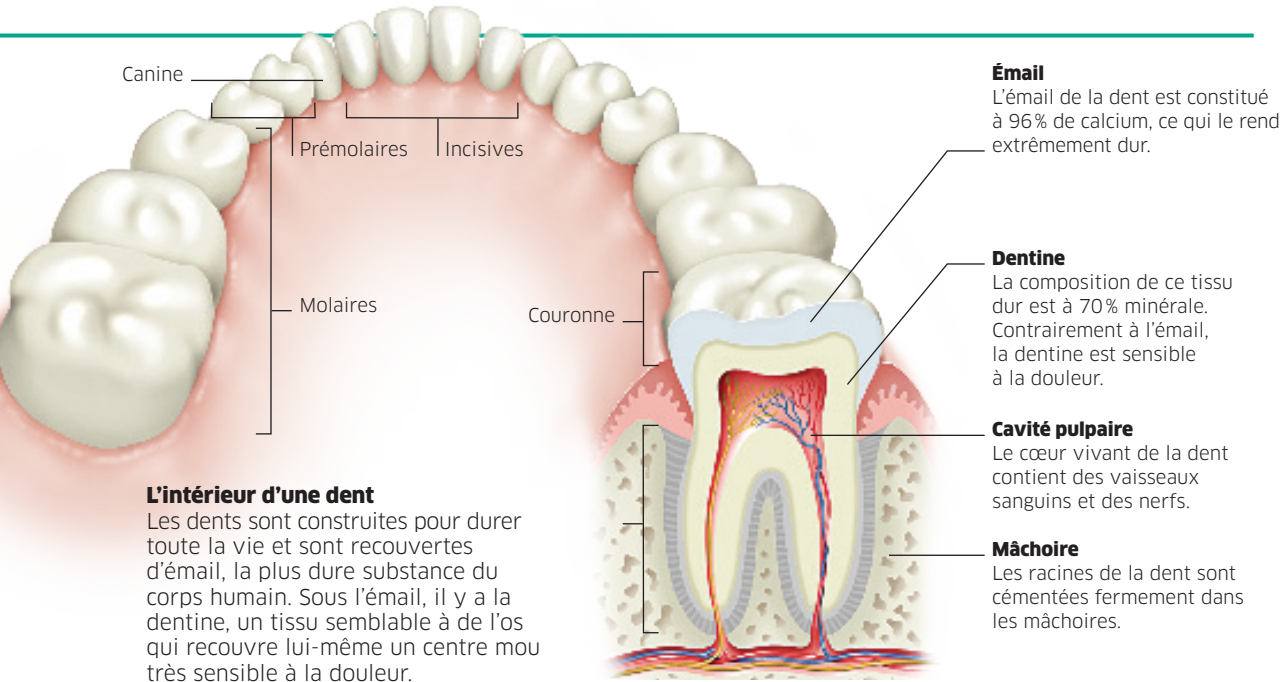
Dents
La nourriture est coupée, déchiquetée, écrasée et broyée en de très petits morceaux par les dents.



La déglutition
La nourriture ne tombe pas tout simplement dans l'estomac quand tu avales. Elle est poussée par des contractions musculaires le long d'un tube appelé œsophage. La paroi de l'œsophage se contracte derrière la nourriture pour la pousser. Des ondes de contractions musculaires se produisent tout le long de l'œsophage et amènent la nourriture dans l'estomac en 7 ou 8 secondes.

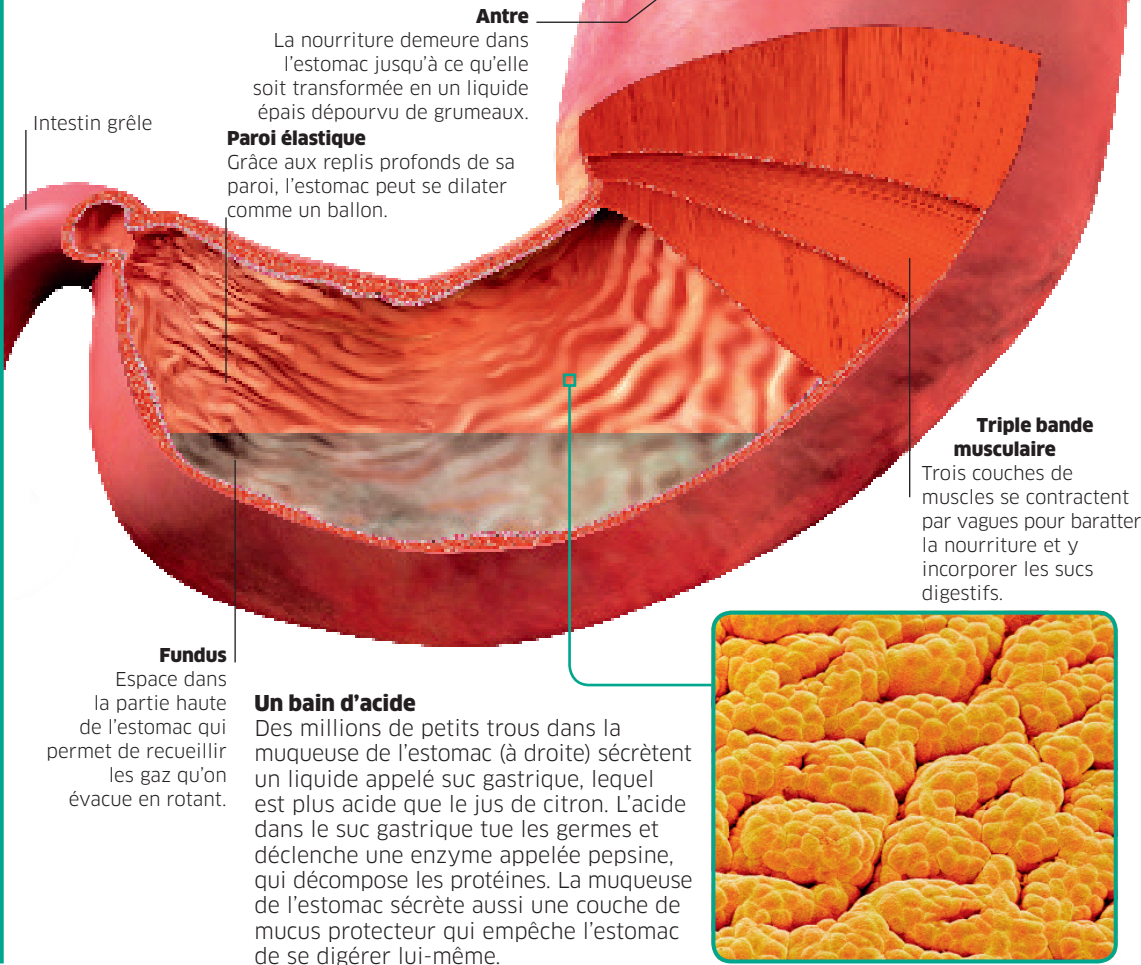
Le fonctionnement des dents

Nos dents constituent la première ligne d'attaque dans le processus de digestion. Elles mâchent et broient la nourriture en petits morceaux. On a deux ensembles de dents durant la vie: 20 dents de lait qui durent entre 6 et 10 ans, puis 32 dents définitives. Il y a plusieurs types de dents. Les dents de devant (incisives) ont des rebords minces, idéaux pour couper et mordre. Les dents du fond (molaires et prémolaires), plus larges, ont une surface bosselée idéale pour broyer et écraser la nourriture. Les canines sont des dents pointues dont on se sert pour percer et arracher. Les canines humaines sont petites, mais certains autres mammifères ont des canines longues et coupantes appelées crocs.



Dans l'estomac

Comme un robot culinaire, l'estomac brasse et mélange la nourriture jusqu'à obtention d'un liquide épais. Des glandes situées dans sa paroi sécrètent de l'acide et des enzymes qui décomposent les molécules protéiques d'aliments comme la viande et le poisson. La paroi de l'estomac peut absorber de l'eau et des médicaments comme l'aspirine.

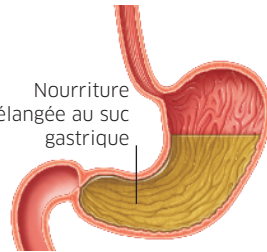


Le remplissage et la vidange

L'estomac se dilate comme un ballon en se remplissant. Il peut contenir confortablement environ 1 litre d'aliments et de boisson, mais peut encore tripler de volume. La nourriture demeure de 40 minutes à 5 heures dans l'estomac, selon la quantité et la richesse des aliments du repas qu'on a mangé.

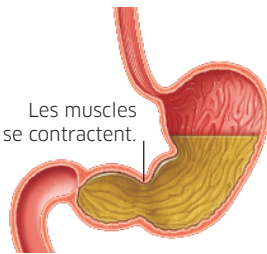
1 Le remplissage

L'estomac se dilate et sécrète du suc gastrique pendant qu'on mange. La nourriture et le suc gastrique se retrouvent dans un bassin au fond de l'estomac.



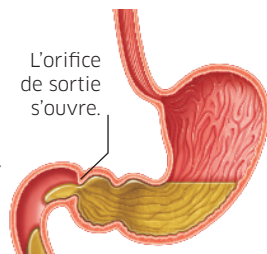
2 Le barattage

Les muscles de la paroi de l'estomac se contractent de façon rythmique pour mélanger la nourriture aux suc digestifs. Des enzymes dans les suc digestifs décomposent chimiquement les protéines.



3 La vidange

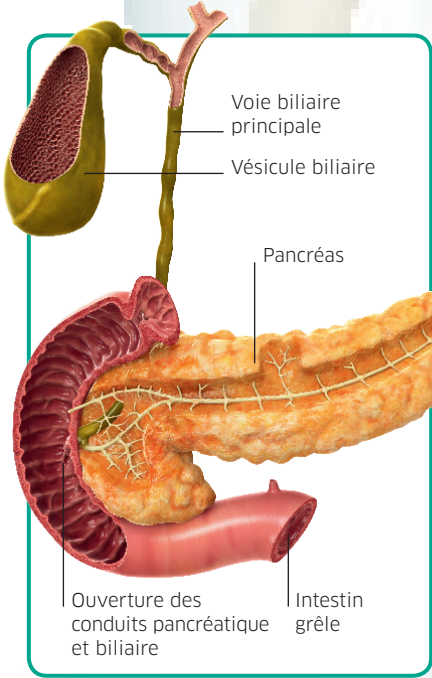
Un anneau de muscle (le sphincter du pylore) s'ouvre pour laisser passer la nourriture dans l'intestin. La paroi de l'estomac se contracte pour expulser la nourriture liquéfiée.



Des grognements sonores se font entendre quand les muscles d'un estomac vide se contractent pour expulser dans l'intestin des suc digestifs inutilisés.

Attaque chimique

Dès que la nourriture quitte l'estomac et entre dans l'intestin grêle, elle se mélange à de puissantes substances chimiques provenant de deux organes voisins: la vésicule biliaire et le pancréas. La vésicule biliaire sécrète un liquide vert, appelé bile, qui neutralise l'acide de l'estomac et transforme les gras en de minuscules gouttelettes aisément digestibles. Le pancréas sécrète au moins sept enzymes digestives. Ces enzymes s'attaquent aux glucides, aux protéines et aux molécules de gras qu'elles morcellent en plus petites unités.



Oesophage
Ce tube transporte la nourriture de la bouche à l'estomac.

Foie
Les nutriments absorbés à partir des intestins se rendent au foie pour y être traités et emmagasinés.

Vésicule biliaire
Ce petit sac sous le foie sécrète un suc digestif appelé bile.

Intestin grêle
La plus grande partie de la digestion se déroule à l'intérieur de ce tube long de 7 mètres. Les nutriments libérés quand la nourriture est décomposée sont absorbés par des vaisseaux sanguins dans la paroi intestinale.

Les intestins

Entassés dans ton ventre en un serpent in de quelque 8 mètres de long, ton intestin grêle et ton gros intestin forment un tube continu. Pendant que la nourriture y transite, un cocktail de substances chimiques la décompose en molécules que le corps peut absorber.

Les intestins constituent la plus importante partie du système digestif. Le processus de la digestion chimique s'y achève et les nutriments libérés entrent dans la circulation sanguine qui les transportera dans d'autres parties du corps. Comme l'estomac, les intestins ont des parois musculaires qui se contractent pour faire avancer la nourriture. Un repas ne met que quelques heures à parcourir l'intestin grêle, à la sortie duquel presque tous les nutriments sont déjà absorbés. Les restes mettent une journée à parcourir le gros intestin, où l'eau est absorbée et où des bactéries s'attaquent à la digestion des fibres coriaces. Le parcours s'achève dans l'anus, où les restes non digérés sont excrétés sous forme de matières fécales.

L'absorption de la nourriture

La paroi interne de l'intestin grêle est tapissée de millions de minuscules saillies en forme de doigts appelées villosités, chacune mesurant environ 1 mm. Ces villosités absorbent les petites molécules de nourriture produites par la digestion, tels les sucres et les acides aminés. C'est en passant par les villosités que les molécules accèdent aux vaisseaux sanguins qui les redistribueront dans l'organisme. Côte à côte, tes villosités couvriraient une surface équivalente à celle d'un court de tennis.



Vaisseau sanguin

Molécule de nourriture absorbée par une villosité

Rectum
Quand les restes alimentaires non digérés remplissent le rectum, ses parois s'étendent, ce qui déclenche le besoin d'aller aux toilettes.

Anus
Cet anneau musculaire s'ouvre pour permettre aux matières fécales (les restes non digérés) de quitter l'organisme.

Estomac
La nourriture reste dans l'estomac tant qu'elle n'a pas été transformée en un liquide crémeux.

Pancréas
Cet organe produit des enzymes qui décomposent les protéines, les gras et les glucides.

Intestin grêle et gros intestin

Les intestins vont de l'estomac à l'anus. Ils comprennent deux sections principales. La première et la plus longue section est l'intestin grêle, qui réalise la plus grande partie de la digestion et de l'absorption de la nourriture. La seconde section, appelée gros intestin, est deux fois plus large que l'intestin grêle et quatre fois plus courte. Elle reçoit les restes aqueux de l'intestin grêle et les transforme en matières fécales.

Gros intestin
Pendant que la nourriture progresse lentement à travers le gros intestin, des bactéries s'en nourrissent et se multiplient. Ces bactéries libèrent des vitamines et d'autres nutriments et produisent des gaz odorants. Le gros intestin absorbe aussi l'eau des aliments, ce qui solidifie les restes non digérés.

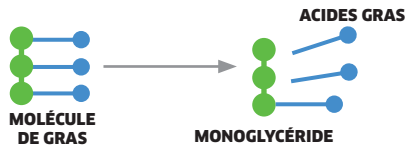
100 trillions de bactéries vivent à l'intérieur des intestins; c'est plus que le nombre de cellules dans le corps humain. Ces bactéries libèrent d'autres nutriments d'aliments riches en fibres.

Le fonctionnement de la digestion

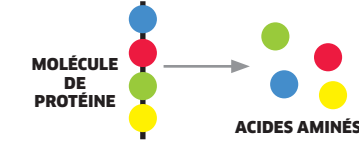
Les nutriments que contiennent les aliments sont enfermés dans des molécules géantes que notre organisme ne peut absorber directement. Le processus de la digestion décompose ces molécules en de plus petites molécules capables de se dissoudre dans les liquides organiques et d'entrer dans le sang. Les organes de la digestion produisent une gamme de substances chimiques appelées enzymes pour décomposer la nourriture. Chaque enzyme s'attaque à un type donné de molécule alimentaire.



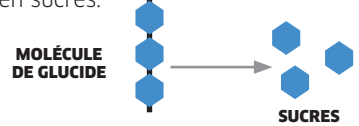
Les gras
Le beurre et l'huile sont des sources de gras. Des enzymes dans l'intestin grêle décomposent le gras en molécules d'acide gras et de monoglycéride.



Les protéines
La viande et le fromage sont riches en protéines. Des enzymes dans l'estomac et dans l'intestin grêle décomposent les molécules de protéines en acides aminés.



Les glucides
Les aliments riches en glucides comprennent les pâtes alimentaires, le riz et le pain. Des enzymes dans la bouche et l'intestin grêle scindent de grosses molécules de glucides en sucres.



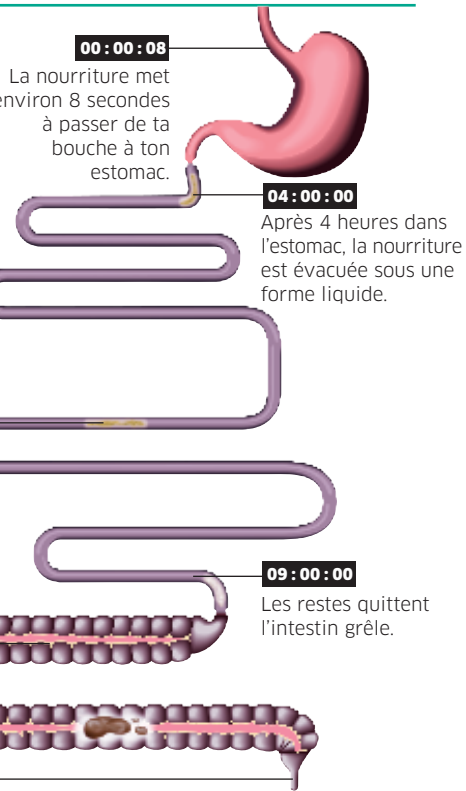
Il faut du temps

Il faut du temps pour que soient extraits de la nourriture tous les nutriments qui s'y trouvent. Il s'écoule entre 20 et 44 heures entre le moment où on prend un repas et celui où sont évacués les restes non digérés. La vitesse de digestion dépend de ce que tu as mangé. Les fruits et les légumes parcourent l'organisme beaucoup plus rapidement que la viande.

07:00:00
La nourriture est maintenant quasi digérée et les nutriments sont en train d'être absorbés.

15:00:00
L'eau est absorbée tandis que les déchets progressent dans le gros intestin.

24:00:00
Les matières non digérées sortent de l'organisme sous forme de matières fécales.



Dans le sang

Le sang est le système de transport du corps. Il apporte de la nourriture, de l'oxygène, des hormones, de la chaleur et d'autres ressources vitales à chacune des cellules vivantes du corps et en emporte les déchets.

Le sang circule sans arrêt dans tout le corps, parcourant des milliers de kilomètres dans les vaisseaux sanguins. Les plus gros ont la taille d'un boyau d'arrosage. Les plus fins ont un diamètre équivalant au dixième du diamètre d'un cheveu. En circulant dans ces vaisseaux très fins, le sang libère de l'oxygène et des nutriments pour assurer la survie et le fonctionnement des cellules de l'organisme. Il recueille les déchets de ces cellules et les emporte afin qu'ils soient éliminés du corps. Le sang contient aussi des cellules qui combattent les germes, il véhicule des hormones et aide à diffuser la chaleur dans le corps.

Le système circulatoire

Le système circulatoire du corps se compose du cœur et des vaisseaux sanguins. Le sang sort du cœur dans des vaisseaux sanguins, appelés artères (en rouge), qui se ramifient en branches de plus en plus petites. Il passe ensuite à travers de fins vaisseaux appelés capillaires, où il libère des nutriments et recueille des déchets. Les capillaires s'unissent pour former de plus gros vaisseaux, appelés veines (en bleu), par lesquels le sang retourne au cœur.

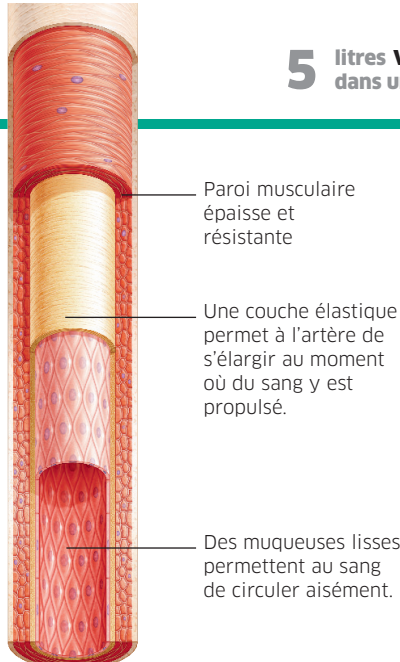
Cœur
Le cœur est une pompe musculaire qui propulse le sang dans le corps.

Aorte
D'un diamètre égal à celui de ton pouce, l'aorte est la plus grosse artère du corps.

Veine cave
La plus grosse veine du corps s'appelle veine cave. Elle ramène le sang au cœur.

Les artères

Ces gros vaisseaux sanguins emportent le sang hors du cœur. Ils sont dotés de robustes parois musculaires qui se dilatent pour laisser passer le sang propulsé par chaque battement cardiaque. Les artères reprennent ensuite leur taille normale, ce qui facilite la progression du sang.



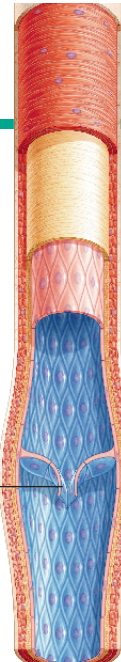
ARTÈRE

Jusqu'à 3 cm de diamètre

Les veines

Les vaisseaux sanguins qui ramènent le sang au cœur s'appellent veines. Leurs parois sont plus minces que celles des artères. La pression qu'exerce le battement cardiaque y est beaucoup plus faible, de sorte que les veines utilisent des valves anti-reflux pour assurer la circulation continue du sang.

Une valve s'ouvre et se ferme, obligeant le sang à ne circuler que dans une direction.



VEINE

Jusqu'à 3 cm de diamètre

Plus longue veine

De microscopiques vaisseaux sanguins appelés capillaires véhiculent le sang entre les artères et les veines. Des milliers de kilomètres de capillaires sillonnent presque toutes les parties du corps. Leurs parois très minces permettent à l'oxygène et aux nutriments de passer du sang aux tissus de l'organisme et aux déchets d'entrer dans le sang.

Une fine paroi ayant tout juste l'épaisseur d'une cellule



CAPILLAIRE

Diamètre de 0,01 mm

Plus longue veine

La plus longue veine s'appelle veine saphène. Elle va de ton pied jusqu'au haut de ta cuisse.

Dans le cerveau
Environ 20% de ton flux sanguin passe par ton cerveau.

Veine jugulaire
Cette grosse veine du cou transporte le sang de la tête au cœur.

54% plasma

1% globules blancs et plaquettes

45% globules rouges

De quoi le sang est-il composé ?

Le sang est un tissu vivant constitué d'environ 20 trillions de minuscules cellules vivantes en suspension dans un liquide jaunâtre appelé plasma. Le plasma est principalement composé d'eau, mais il contient aussi des centaines de substances essentielles aux tissus de notre corps, comme du sel, du sucre, du gras et des protéines. Le plasma emporte aussi des déchets chimiques à éliminer. Un adulte moyen a environ 5 litres de sang.

Globules rouges
Ces cellules transportent de l'oxygène. Elles constituent le quart de toutes les cellules de ton corps.

Plaquettes
Si ta peau est coupée, ces cellules y font coaguler le sang.

Globules blancs
Les globules blancs tuent les germes.

Les cellules sanguines

Il y a trois principaux types de cellules sanguines. Les plus nombreuses sont de loin les globules rouges. Ces cellules rouge vif ayant la forme d'un disque ont pour tâche unique de recueillir l'oxygène dans tes poumons et de le libérer ailleurs dans ton corps. Les globules blancs patrouillent dans le corps et traquent les germes. Les plaquettes sont de tout petits fragments de cellule qui facilitent la coagulation du sang quand le corps est blessé.

Il y a de la moelle osseuse au centre de certains os.

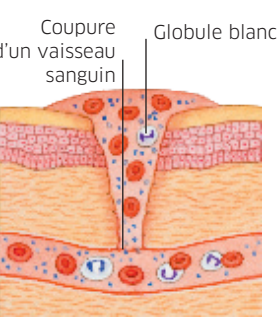
La production de sang

Chaque seconde, environ 2 millions de globules rouges meurent dans ton organisme et 2 millions naissent. Les nouvelles cellules sanguines sont produites dans la moelle osseuse, qui produit aussi les globules blancs.

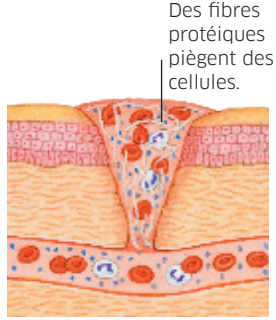
La coagulation

Quand tu te coupes, une série de réactions chimiques amènent des protéines du plasma sanguin à former un enchevêtrement de filaments qui emprisonnent des globules rouges.

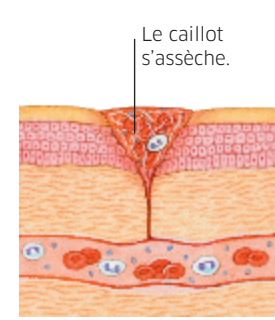
Au même moment, les petites plaquettes dans ton sang changent de forme, se hérissent puis s'agglomèrent en touffes. Ces deux processus solidifient le sang : il coagule.



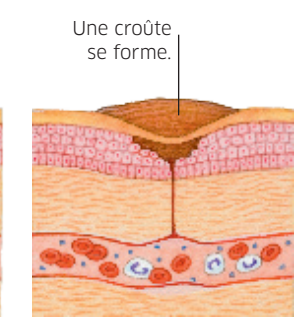
1 La blessure
Du sang s'échappe d'un vaisseau sanguin coupé et cela enclenche le processus de coagulation.



2 Le caillot
Les fibres protéiques forment un filet enchevêtré qui interrompt l'écoulement du sang.



3 Le bouchon
Le caillot bouche la zone blessée, faisant cesser la perte de sang.



4 La croûte
Le caillot se solidifie en une croûte protectrice, le temps que la blessure guérisse.

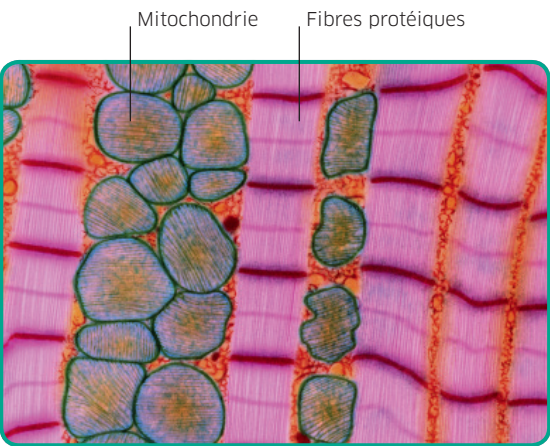
Le cœur

On a déjà cru que le cœur était le siège de la pensée et de l'émotion, mais on sait bien maintenant que ce n'est pas le cas. Le cœur est simplement une pompe musculaire qui bat infatigablement pour assurer la circulation du sang.

Contrairement aux autres muscles du corps, qui doivent se reposer et récupérer après les efforts, le cœur est conçu pour travailler sans arrêt. Il produit 70 battements à la minute, 100 000 par jour et 40 millions par an. Le volume de sang qu'il pompe au cours d'une vie de durée moyenne pourrait remplir trois superpétroliers. À chaque battement, il éjecte environ une tasse de sang avec suffisamment de force pour en maintenir la circulation à travers les 100 000 km de vaisseaux sanguins que contient le corps. Les cellules du corps ont besoin d'un apport continu de sang frais sans lequel elles mourraient en quelques minutes par manque d'oxygène.

Un cœur battant

Creux en son centre et doté d'épaisses et puissantes parois musculaires, le cœur a à peu près la taille d'un poing... et sa force. La partie supérieure du cœur est branchée à un réseau de vaisseaux sanguins très résistants. Le sang afflue dans des vaisseaux appelés veines et remplit les chambres internes du cœur. Quand le cœur bat, ses parois musculaires se contractent et éjectent le sang dans des vaisseaux sanguins appelés artères.



Les cellules cardiaques

Le cœur est constitué d'un muscle spécial (le muscle cardiaque) qu'on voit ici grossi des milliers de fois au microscope. Les cellules du muscle cardiaque consomment de l'énergie à un rythme effréné et nécessitent plus de carburant et d'oxygène que les autres cellules. Elles sont alimentées par les gras, et l'énergie est libérée par des structures de forme ovale appelées mitochondries. Comme les cellules musculaires ordinaires, elles sont remplies de fibres protéiques microscopiques disposées en parallèle. En glissant les unes sur les autres, ces fibres amènent les cellules à se contracter.

Aorte
Ce gros vaisseau transporte hors du cœur un sang riche en oxygène.

Artère pulmonaire
Ce vaisseau sanguin emporte le sang pauvre en oxygène aux poumons pour l'y recharger d'oxygène.

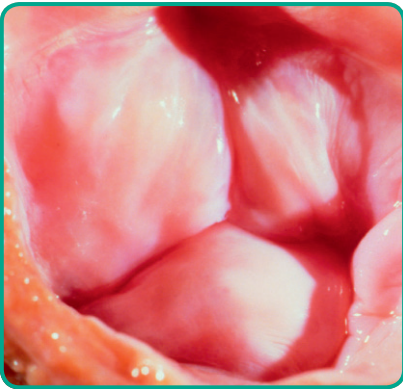
Paroi musculaire
Le cœur est alimenté par cette épaisse paroi musculaire qui se contracte à chaque battement.

Péricarde
Une enveloppe robuste appelée péricarde recouvre le muscle cardiaque et le protège des chocs.

7 000 litres de sang transitent chaque jour dans le cœur d'un individu normal.

Veine pulmonaire
Après s'être chargé d'oxygène frais dans les poumons, le sang retourne au cœur par la veine pulmonaire.

Nerfs
Les nerfs transmettent au cœur des signaux provenant du cerveau lui indiquant quand accélérer ou ralentir la fréquence de ses battements.



Une valve cardiaque

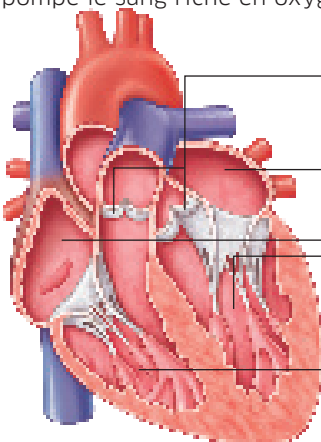
Le cœur contient quatre grosses valves grâce auxquelles le sang ne circule qu'à sens unique. Les valves cardiaques ont deux ou trois volets que l'afflux de sang écarte quand le cœur pompe. Quand le sang tente de refluer, il remplit ces volets et les rapproche, ce qui ferme la valve. Le bruit de tes battements cardiaques est celui des valves de ton cœur qui se ferment.

Artères coronaires
En plus de pomper du sang dans le corps, le cœur pompe du sang à travers sa propre paroi musculaire. Le muscle cardiaque travaille très dur et a besoin d'un approvisionnement généreux en sang riche en oxygène.

Veines coronaires
Après avoir livré de l'oxygène et du carburant à la paroi musculaire du cœur, le sang désoxygéné retourne à l'intérieur du cœur par les veines (illustrées en bleu).

À l'intérieur du cœur

Le cœur est divisé en deux, ce qui lui permet de travailler comme deux pompes en une. La moitié droite envoie le sang pauvre en oxygène vers les poumons pour qu'il s'y charge d'oxygène provenant de l'air. La partie gauche pompe le sang riche en oxygène dans le reste du corps.



Valves

Des valves à sens unique empêchent le sang de refluer.

Atrium

Le cœur a dans sa partie supérieure deux petites chambres appelées atriums.

Ventricule gauche

Cette vaste chambre musculaire pompe le sang dans la plupart des parties du corps.

Ventricule droit

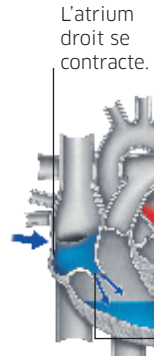
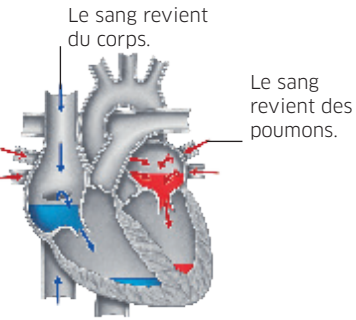
La chambre de droite est plus petite et envoie en boucle le sang du cœur vers les poumons.

Le cycle cardiaque

Chaque battement du cœur comprend plusieurs étapes soigneusement réglées. La séquence entière est contrôlée par un influx électrique qui, en balayant la paroi musculaire du cœur, provoque la contraction des cellules musculaires.

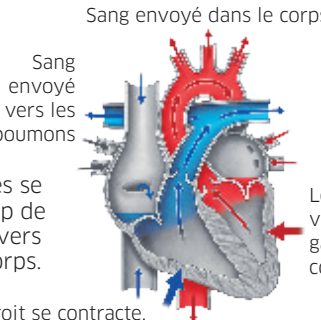
1 Le remplissage

Entre les battements, le sang entre dans le cœur par les veines et s'accumule dans les chambres du haut (atriums).



2 La contraction de l'atrium

Les chambres supérieures se contractent, propulsant le sang par les valves dans les deux chambres inférieures (ventricules).



3 La contraction des ventricules

Finalement, les ventricules se contractent avec beaucoup de force, propulsant le sang vers chacune des parties du corps.

Vite et lent

Ton cœur peut battre jusqu'à 200 fois par minute si tu t'excites ou fais de l'exercice physique, mais ce taux descend jusqu'à 60 battements par minute durant le repos ou le sommeil.

Fréquence cardiaque moyenne: 70-80 battements par minute



Les larmes

À chaque clignement, des larmes aqueuses éliminent les poussières et les bactéries à la surface de tes yeux. Les larmes contiennent aussi du lysozyme, une substance qui détruit les parois cellulaires des bactéries.

La salive

Produite en continu par des glandes logées dans tes joues et sous ta langue, la salive expédie les germes de ta bouche dans ton estomac, où de l'acide les détruit. La salive contient aussi un arsenal de substances antibactériennes qui s'attaquent aux germes.

Les amygdales

Ces zones molles et rouges à l'arrière de la bouche sont remplies de globules blancs qui détruisent les germes contenus dans la nourriture et l'air. Quand tu as un mal de gorge causé par un virus ou une bactérie, tes amygdales enflent et participent au combat contre ces germes.

La peau

Ta peau forme une barrière protectrice épaisse que les germes ne peuvent traverser à moins d'une coupure. Des glandes dans la peau sécrètent la sueur et un liquide huileux appelé sébum qui contiennent tous deux des substances qui repoussent les germes.

Le suc gastrique

La muqueuse de l'estomac produit un puissant acide chlorhydrique qui détruit les germes contenus dans les aliments. Il élimine aussi les germes dans le mucus provenant de la gorge que nous avalons régulièrement pour garder nos voies respiratoires dégagées.

Le nœud lymphoïde

En circulant à travers les vaisseaux du système lymphatique, les liquides organiques sont filtrés à travers des renflements, appelés nœuds lymphoïdes, dont la taille varie de celle d'un point à celle d'un raisin. Ils sont remplis de globules blancs qui les filtrent à la recherche des germes à détruire.

Vaisseaux lymphatiques
Les vaisseaux du système lymphatique sillonnent toutes les parties du corps.

Nœuds lymphoïdes
Le cou contient environ 300 nœuds lymphoïdes. Ils enflent si tu as une infection.

Dans le sang
Une fois filtrés et débarrassés des germes, les liquides provenant du système lymphatique entrent dans la circulation sanguine ici.

Rate
La rate est le plus gros organe du système lymphatique. Elle filtre le sang à la recherche de germes, détruit les germes porteurs d'anticorps et sert d'entrepôt à des cellules sanguines.

Une allergie se développe quand le système immunitaire réagit à une substance inoffensive, comme le pollen ou la poussière dans la maison.

Combattre les germes

Ton corps est constamment attaqué. De minuscules organismes tentent continuellement d'entrer en toi et de s'y multiplier, ce qui peut te rendre malade. Heureusement, ton corps possède un puissant système immunitaire pour repousser les envahisseurs.

La première ligne de défense contre les germes est la surface de ton corps qui agit comme une barrière. Cette surface comprend non seulement ta peau, mais aussi tes yeux et les tissus des souples muqueuses de ta bouche, de ton nez, de ta gorge et de ton estomac. Si des germes trouvent une ouverture dans une partie quelconque de ton corps, comme une coupure, le tissu endommagé réagit immédiatement et devient enflammé: il enfle et se gorge de cellules sanguines destructrices de germes. Plusieurs parties du système immunitaire peuvent bloquer toutes sortes de germes, mais d'autres sont plus spécialisées. Ton système immunitaire acquies identifie les nouveaux germes et il les cible spécifiquement. Il les garde aussi en mémoire pour l'avenir, ce qui t'immunise contre les maladies qu'ils causent.

Filtrer les germes

Les germes qui franchissent les barrières de notre corps et envahissent ses tissus internes ne font généralement pas long feu. Le corps humain renferme un réseau de minuscules vaisseaux qui recueillent les liquides produits par chaque organe et qui les filtrent soigneusement à la recherche de germes qu'ils détruisent promptement. Ce réseau de vaisseaux s'appelle système lymphatique. Postées le long de ces vaisseaux, de petites unités de filtration appelées nœuds lymphoïdes sont remplies de cellules destructrices de germes.

Les germes

Dès que tu touches un objet ou que tu respirez, tu recueilles de minuscules organismes. La plupart sont inoffensifs, mais certains tentent d'envahir ton corps pour s'en nourrir. Ceux-ci sont appelés germes. Les types de germes les plus communs sont les virus et les bactéries. Les virus causent les rhumes, les verrues et de nombreuses maladies. Les bactéries font enfler les blessures et causent aussi des maladies.



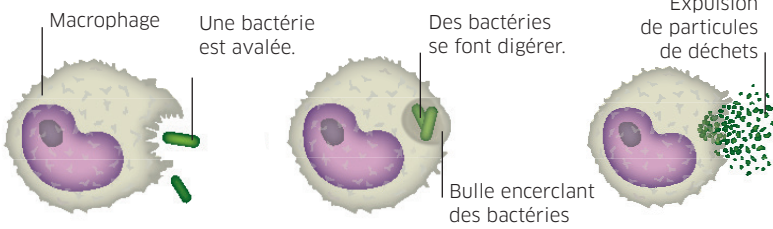
Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires. Elles sont si minuscules qu'elles peuvent tenir par centaines sur la pointe d'une aiguille.

Une force de défense

Le corps humain contient environ 50 milliards de globules blancs. Ces globules sont ses défenseurs. Ils traquent les

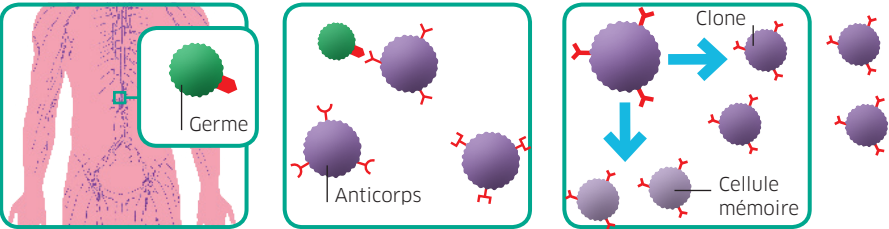
germes et les tuent suivant diverses méthodes. Les globules blancs dits macrophages tuent les germes en les avalant puis en les digérant.



Les anticorps

Les anticorps sont des substances chimiques qui se fixent sur des types spécifiques de germes et les marquent pour qu'ils soient détruits. Il y a des millions de germes différents, mais le

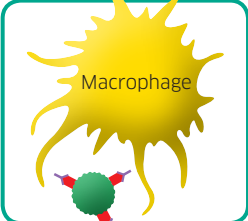
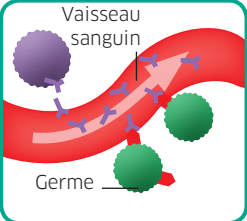
corps humain peut fabriquer 10 milliards d'anticorps différents. Dès qu'un anticorps est activé par la rencontre d'un germe correspondant, il se clone et immunise le corps.



1 L'infection
Un nouveau germe envahit le corps et se multiplie. Il est amené par les liquides organiques à un nœud lymphoïde, où plusieurs types de globules blancs l'examinent.

2 La détection
Les anticorps touchent le germe pour déterminer s'il correspond à des molécules à leur surface. Un anticorps ayant des molécules correspondantes se fixera à ce germe.

3 L'activation
Activée, la cellule correspondante produit une armée de clones. Elle fabrique aussi des cellules-mémoires qui vont demeurer dans le corps durant des années par mesure de prévention.



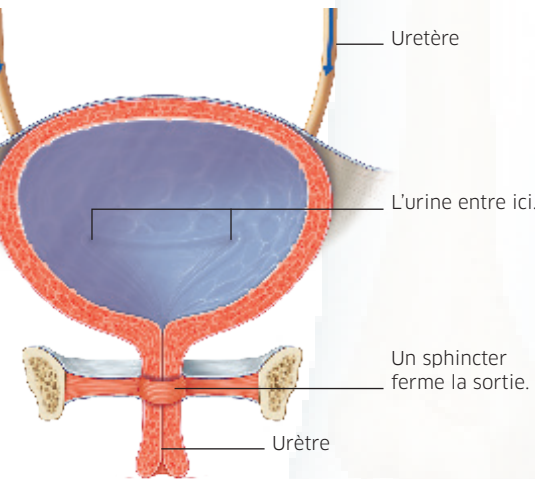
4 La traque
Les clones produisent des anticorps et les libèrent dans le sang. Quand ces anticorps trouvent des germes, ils s'y fixent.

5 La destruction
Les anticorps dirigent les cellules macrophages qui vont ingérer les germes et les détruire.

Un vaccin déclenche dans ton corps une production d'anticorps qui t'immunisent contre une maladie donnée sans que tu aies à en souffrir.

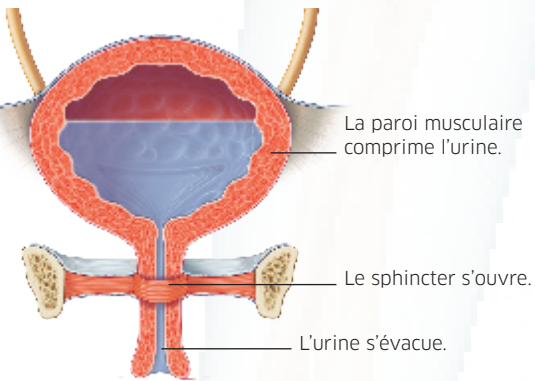
La vessie

Grâce à sa paroi extensible, la vessie peut contenir jusqu'à 700 ml d'urine, mais le besoin d'uriner se fait sentir au quart de ce volume.



La vessie se remplit

La paroi musculaire de la vessie s'étire au cours du remplissage. Cela active les cellules nerveuses dans sa paroi qui alertent le cerveau, lequel déclenche le besoin d'uriner.



La vessie se vide

La sortie de la vessie est normalement maintenue fermée par des anneaux musculaires appelés sphincters. Quand tu urines, ces sphincters s'ouvrent et la paroi de la vessie se contracte pour expulser l'urine par l'urètre.

Pourquoi est-ce jaune ?

La couleur jaune de l'urine provient des résidus que produit le corps en décomposant de vieux globules rouges. Certains aliments modifient la couleur de l'urine : la betterave la colore en rose et l'asperge, en vert. La quantité d'eau dans l'urine a aussi une incidence sur sa couleur.

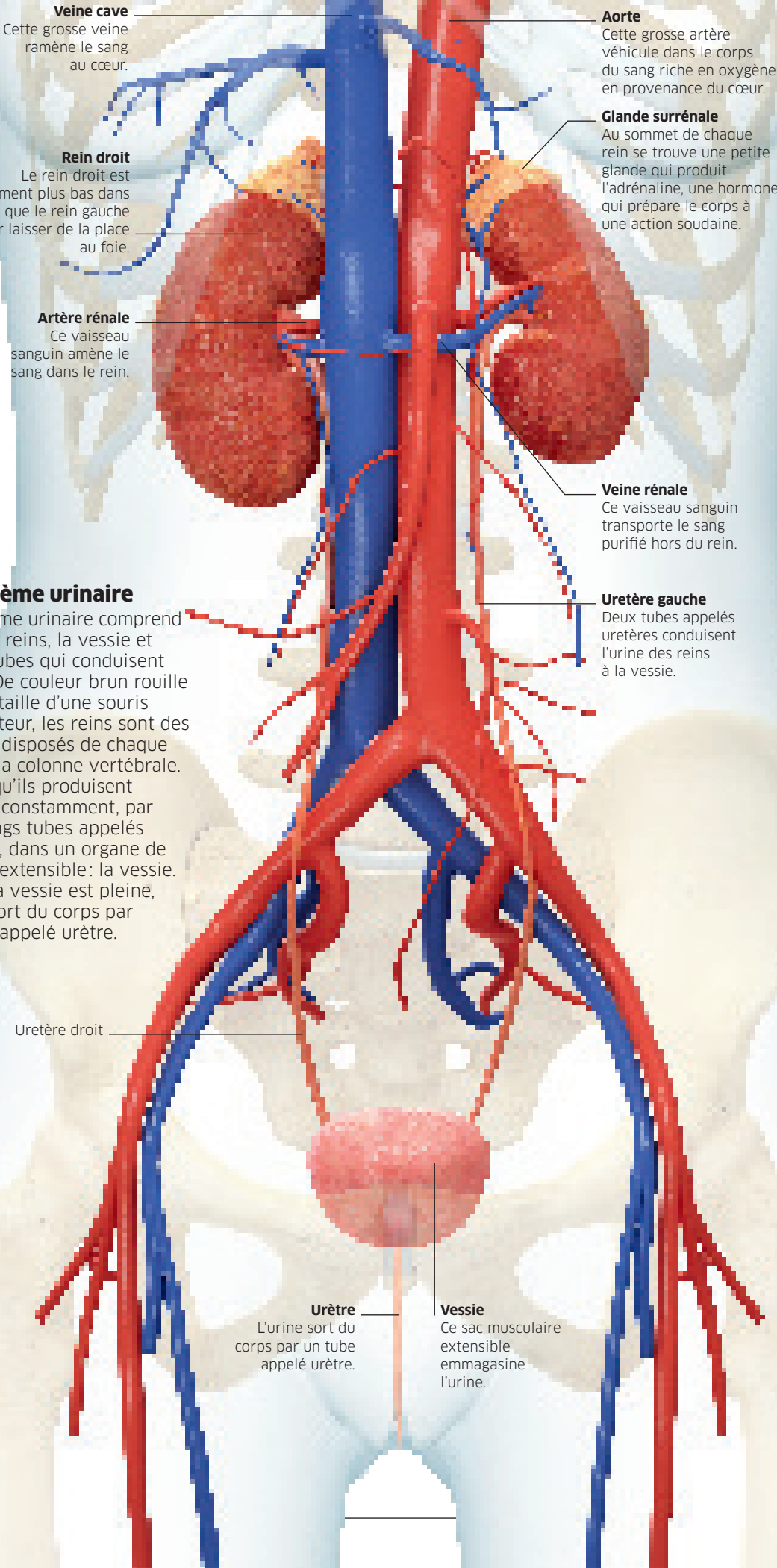
SUFFISAMMENT D'EAU

NUANCES DE JAUNE
L'urine est pâle quand elle contient beaucoup d'eau, et foncée quand elle en contient peu. Si ton urine est jaune foncé, tu dois boire plus d'eau.

DÉSHYDRATÉ

Le système urinaire

Le système urinaire comprend les deux reins, la vessie et divers tubes qui conduisent l'urine. De couleur brun rouille et de la taille d'une souris d'ordinateur, les reins sont des organes disposés de chaque côté de la colonne vertébrale. L'urine qu'ils produisent s'écoule constamment, par deux longs tubes appelés urètres, dans un organe de retenue extensible : la vessie. Quand la vessie est pleine, l'urine sort du corps par un tube appelé urètre.



Le nettoyage du sang

Le système urinaire est le service de nettoyage interne du corps. Il filtre le sang et débarrasse le corps des déchets toxiques et de l'excédent d'eau en les transformant en urine, tout en conservant les substances utiles.

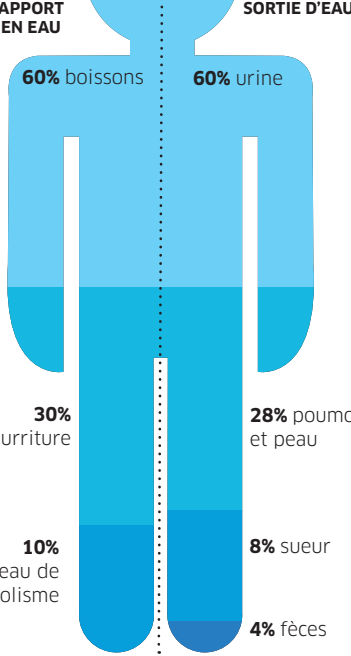
En plus de transporter des substances comme l'oxygène et la nourriture dans le corps, le sang se charge de produits de déchets chimiques. Comme ces substances nous empoisonneraient si elles s'accumulaient, le système urinaire nous en débarrasse. Le sang est filtré et nettoyé dans les reins, une paire d'organes en forme de haricots situés près de la colonne vertébrale. Chaque jour, tout le sang du corps passe à travers les reins 300 fois. Bien que nous ayons deux reins, nous pourrions vivre sainement avec un seul rein à 75 % fonctionnel. C'est pourquoi il est possible de faire don d'un de ses reins à une personne dont les reins ont été endommagés par une maladie.

L'équilibre hydrique

En plus d'éliminer les déchets chimiques, le système urinaire contribue au maintien d'une saine quantité d'eau dans le corps. Quand il y a trop d'eau dans le sang, les reins font passer beaucoup d'eau dans l'urine. S'il n'y en a pas assez, le cerveau libère une hormone commandant aux reins de réabsorber un peu de l'eau contenue dans l'urine. Voilà pourquoi on produit un plus petit volume d'urine foncée et concentrée quand on est déshydraté.

Entrée et sortie

La plus grande partie de notre eau provient des aliments et des boissons, mais une faible quantité est constituée d'eau de métabolisme, c'est-à-dire d'une eau résultant de réactions chimiques ayant cours dans nos cellules. Nous perdons principalement de l'eau en urinant et en respirant.



À l'intérieur du rein

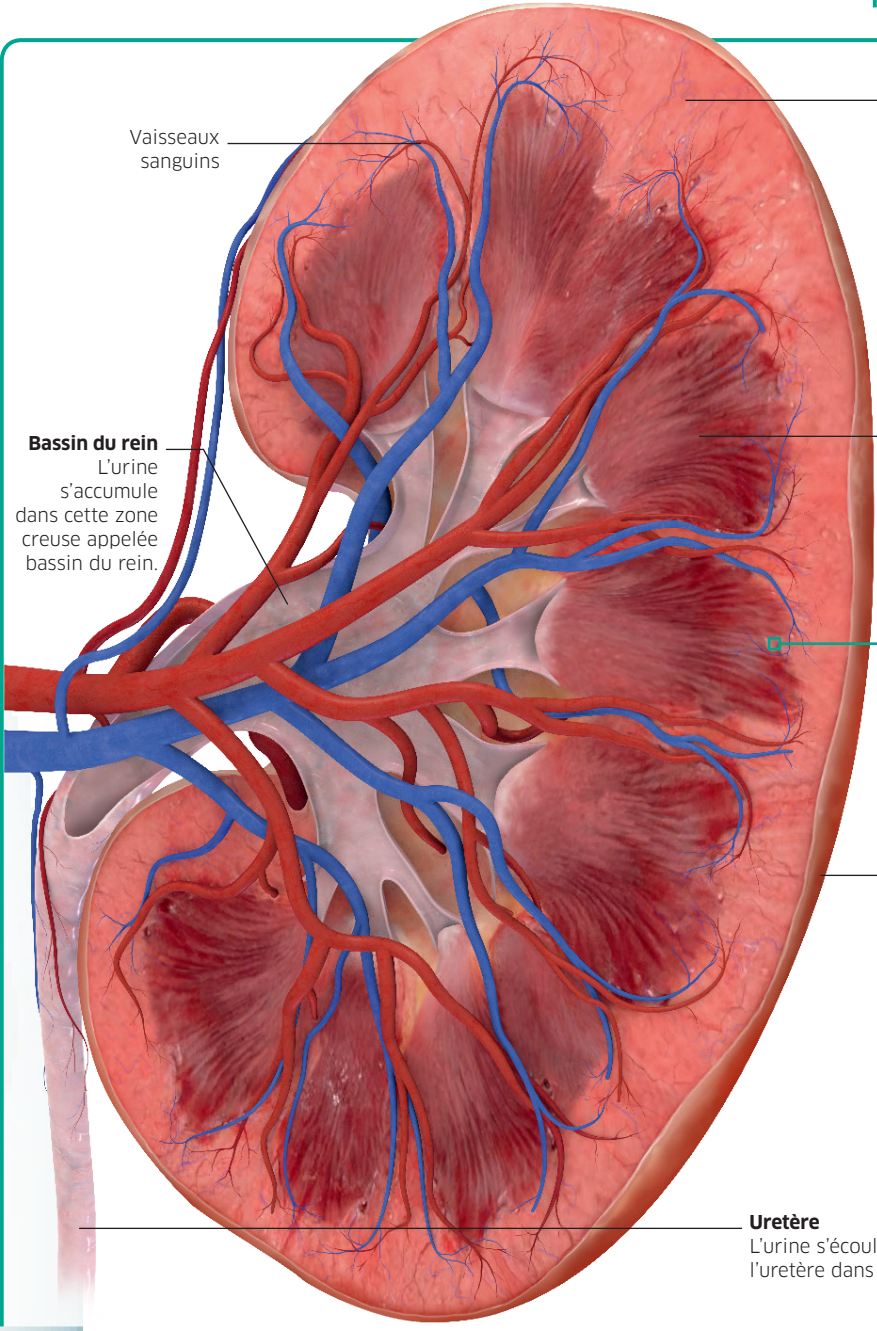
Chaque rein contient environ 1 million de microscopiques unités de filtration appelées néphrons. La première partie d'un néphron est un minuscule nœud de capillaires sanguins enchevêtrés qui laisse fuir le liquide. Ce liquide s'écoule alors par un long tube sinueux, à partir duquel des substances utiles et de l'eau sont réabsorbées. Le liquide résiduel devient de l'urine qui s'écoule du rein dans la vessie où elle est stockée.



Des filtres sanguins

Dans les unités de filtration des reins, le sang s'écoule via des nœuds de minuscules vaisseaux appelés capillaires (*en rose, ci-dessus*). Ces capillaires sont enveloppés de cellules appelées podocytes (*en beige*). Les podocytes font office de sas ; ils laissent passer les petites molécules comme les molécules d'eau, mais empêchent les cellules et les plus grosses molécules de quitter le sang.

À l'époque médiévale, les médecins tentaient de diagnostiquer les maladies en étudiant l'urine. Ils en examinaient la couleur, la senteur et la limpidité... puis ils en goûtaient un échantillon.



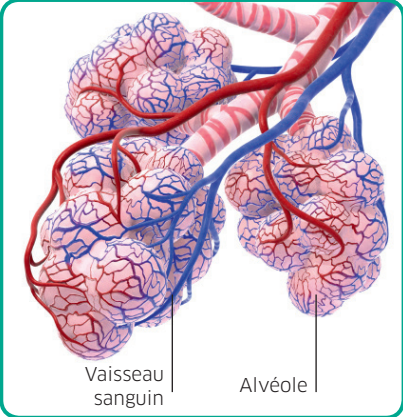
La respiration

Chaque minute, sans que tu y penses ou le remarques, tes poumons prennent environ 15 respirations. Ce processus vital de la respiration alimente toutes les cellules de ton corps en oxygène, le gaz de la vie.

L'oxygène est essentiel à la vie. Sans lui, les cellules de ton corps ne pourraient libérer l'énergie des molécules de nourriture. À chaque bouffée d'air, de l'oxygène frais est aspiré en profondeur dans tes poumons. L'air est canalisé dans des tubes creux qui se ramifient en des passages de plus en plus fins. Finalement, il se retrouve dans une impasse formée de millions de minuscules pochettes en forme de bulles qui se gonflent comme des ballons en se remplissant d'air. L'oxygène traverse les parois de ces pochettes d'air, entre dans les microscopiques vaisseaux qui les entourent et est emporté par des globules rouges. Les déchets de dioxyde de carbone prennent la direction opposée, passant du sang aux pochettes d'air, avant d'être expirés à l'extérieur.

À l'intérieur des poumons

Les poumons sont de légers organes spongieux qui remplissent presque entièrement l'intérieur de la poitrine. Ils sont constitués de 10% de matière solide et de 90% d'air. Ils sont en fait si légers qu'ils pourraient flotter sur l'eau. La surface combinée de toutes les minuscules pochettes d'air à l'intérieur des poumons est immense. Elle fait environ 70 m², ce qui équivaut à 40 fois la surface de ta peau. La surface des poumons doit être vaste pour tirer le plus d'oxygène possible de chaque bouffée d'air.



Des pochettes d'air
On appelle alvéoles les minuscules pochettes d'air que comprennent les poumons. Chaque alvéole ne mesure qu'une fraction de millimètre de diamètre et est enveloppée d'un réseau de vaisseaux sanguins. Les parois des alvéoles et de ces vaisseaux sanguins sont si minces que l'oxygène peut les traverser librement pour entrer dans le sang.

Nez
La majeure partie de l'air que nous respirons passe par le nez. À l'intérieur du nez, des poils et des liquides visqueux retiennent la poussière et les germes et les empêchent ainsi d'atteindre les poumons.

Bouche
Quand on est essoufflé, on respire à la fois par la bouche et par le nez.

Larynx
Le souffle d'air provenant des poumons crée le son de nos voix en passant à travers le larynx.

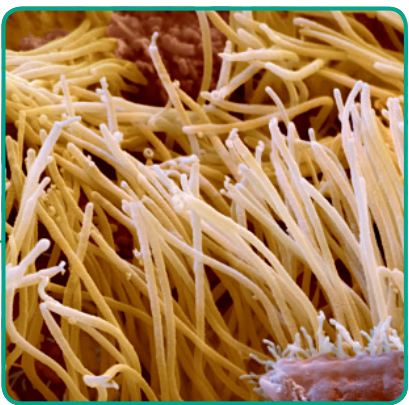
Trachée
La trachée est la principale voie respiratoire des poumons.

Voies respiratoires
À l'intérieur des poumons, les voies respiratoires se ramifient en branches toujours plus petites appelées bronchioles et forment une figure rappelant celle d'un arbre.

Double membrane
Chacun des poumons est entouré par deux cloisons de tissu glissant (des membranes). Il y a entre elles une couche de liquide qui leur permet de glisser l'une sur l'autre quand les poumons s'étirent.

Muscle respiratoire
Le diaphragme, une large cloison de muscles en forme de dôme, se trouve sous les poumons. Ce muscle tire l'air dans les poumons en s'aplatissant lorsqu'il se contracte.

Le nettoyage des poumons
L'air contient de minuscules particules de poussière et des germes qui pourraient endommager nos poumons. Pour nous débarrasser de ces impuretés, les voies respiratoires produisent un liquide collant appelé mucus, qui emprisonne ces particules. Les poils microscopiques qui tapissent la surface des voies respiratoires poussent le mucus en un mouvement de va-et-vient pour le faire monter dans la gorge, d'où nous pouvons l'éliminer en toussant, en éternuant ou en avalant.

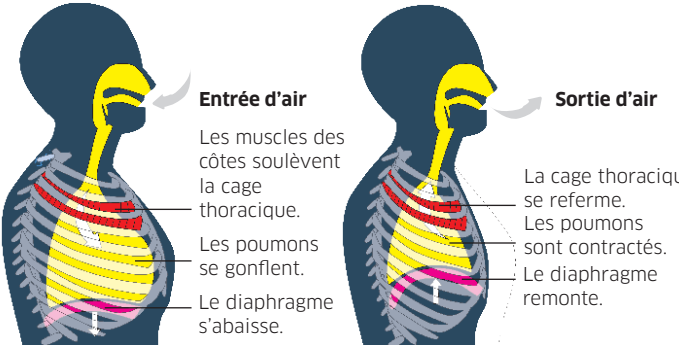


Vaisseaux sanguins
De gros vaisseaux sanguins transportent le sang pauvre en oxygène directement du cœur aux poumons et rapportent du sang frais riche en oxygène dans le cœur.

Cœur
Le cœur est douillettement logé dans un creux entre les poumons et légèrement décentré vers le côté gauche du corps.

Le fonctionnement de la respiration

Les poumons n'ont pas de muscles. Pour aspirer de l'air et le rejeter à l'extérieur, ils doivent compter sur les muscles avoisinants. Le diaphragme fait la majeure partie du travail, mais les muscles des côtes font aussi leur part.

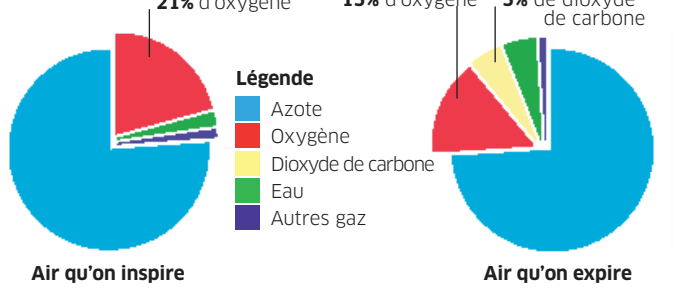


L'inspiration
Le diaphragme se contracte et s'aplatit, et les muscles des côtes soulèvent la cage thoracique. En s'élargissant, la poitrine étire les poumons qui aspirent l'air.

L'expiration
Le diaphragme se relâche et remonte, tandis que la cage thoracique redescend. La poitrine rétrécit, comprimant les poumons et poussant l'air à l'extérieur.

L'échange gazeux

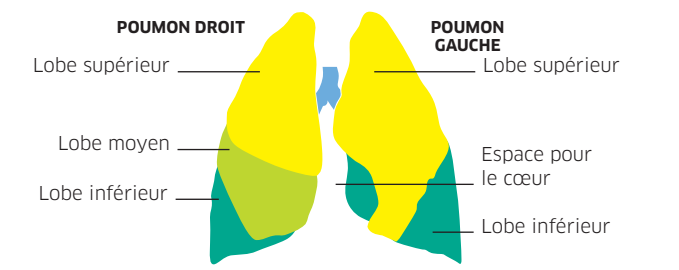
Comme les poumons tirent l'oxygène de l'air et libèrent du dioxyde de carbone, l'air que tu respirez est différent de celui que tu expires. L'air qu'on expire contient aussi beaucoup plus de vapeur d'eau à cause de l'humidité des voies respiratoires. Tu peux d'ailleurs voir cette humidité se transformer en buée quand tu expires dehors par temps froid.

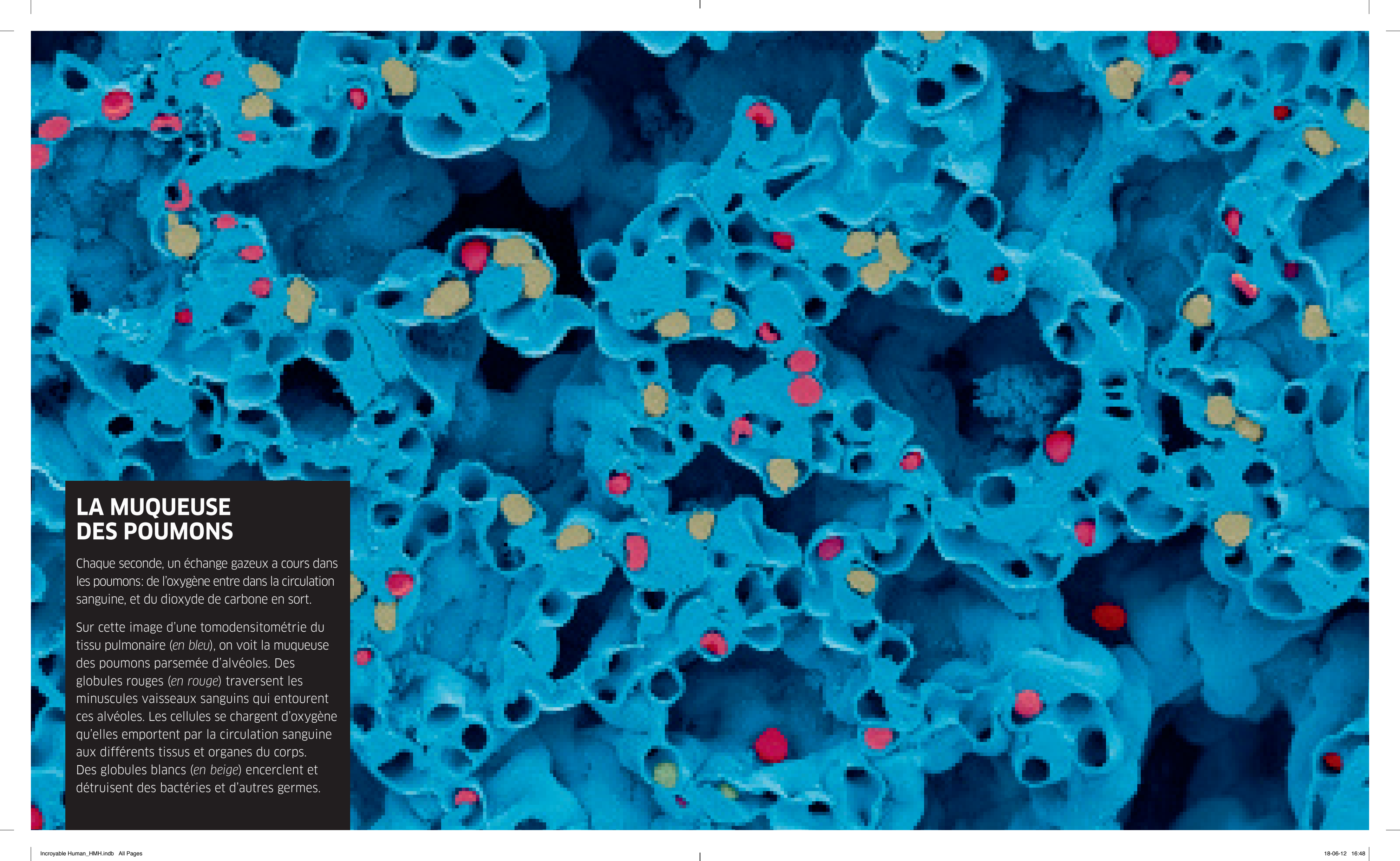


TU RESPIRES ENVIRON 10 000 LITRES D'AIR PAR JOUR. C'EST SUFFISANT POUR GONFLER 1000 BALLONS.

Poumons et lobes

Ton poumon droit est légèrement plus gros que ton poumon gauche. Il a trois lobes, tandis que le poumon gauche n'en a que deux. Comme de nombreuses parties du corps, les poumons se présentent par paires. Si un poumon est endommagé, l'autre prend le relais et assure seul ta survie.





LA MUQUEUSE DES POUMONS

Chaque seconde, un échange gazeux a cours dans les poumons: de l'oxygène entre dans la circulation sanguine, et du dioxyde de carbone en sort.

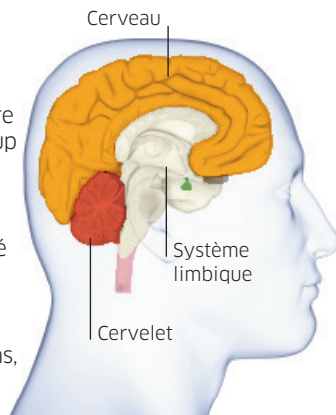
Sur cette image d'une tomodensitométrie du tissu pulmonaire (*en bleu*), on voit la muqueuse des poumons parsemée d'alvéoles. Des globules rouges (*en rouge*) traversent les minuscules vaisseaux sanguins qui entourent ces alvéoles. Les cellules se chargent d'oxygène qu'elles emportent par la circulation sanguine aux différents tissus et organes du corps. Des globules blancs (*en beige*) encerclent et détruisent des bactéries et d'autres germes.

LE CENTRE DE CONTRÔLE

Le centre de contrôle du système nerveux est le système nerveux central, qui comprend le cerveau et la moelle épinière. Chez les animaux les plus simples, le cerveau ne fait guère que coordonner les réflexes élémentaires, tâche qu'exécute la moelle épinière chez les humains. Toutefois, avec l'évolution, le cerveau humain est devenu un organe beaucoup plus complexe, capable de générer un monde intérieur et un moi conscient, apte à réfléchir, à planifier et à prendre des décisions.

L'encéphale

Occupant l'espace intérieur du crâne, l'encéphale humain est dominé par une grosse structure plissée appelée cerveau. Beaucoup plus gros chez les humains que chez les autres animaux, le cerveau est responsable de la pensée consciente, de la capacité de planifier, du comportement social et du langage. Sous le cerveau se trouve le système limbique, qui génère les émotions, et le cervelet, qui coordonne le mouvement.

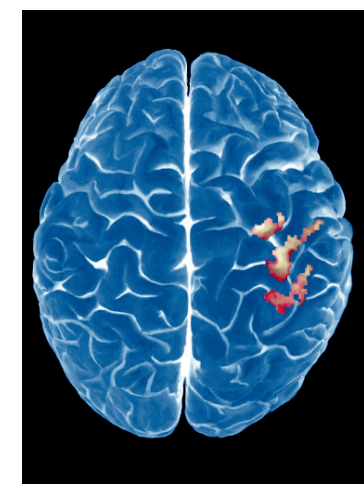


Le cerveau en action

Jusqu'à tout récemment, les scientifiques ne pouvaient que spéculer sur la manière dont le cerveau crée les pensées. L'invention des tomographes à émission de positons a permis de lever le voile sur son fonctionnement. On sait maintenant que différentes parties du cerveau sont spécialisées et réalisent des tâches spécifiques.

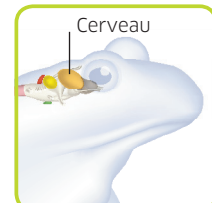
Une tomographie

Cette image montre que le côté droit du cerveau s'illumine quand une personne bouge sa main gauche.

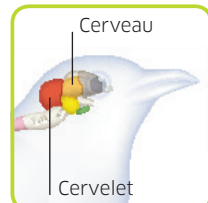


L'évolution du cerveau

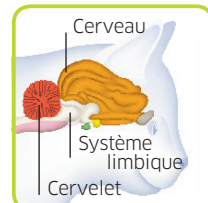
Le cerveau humain et celui d'autres vertébrés ont plusieurs caractéristiques communes. Les vertébrés les plus proches de nous sont également des mammifères dotés d'un gros cerveau. Le cerveau, la partie « pensante » de l'encéphale, permet aux mammifères d'apprendre des comportements complexes. L'encéphale des mammifères comprend aussi un système limbique qui produit des émotions comme la rage et la peur.



Encéphale de grenouille
Les grenouilles ont un petit cerveau et font davantage appel à des instincts préprogrammés qu'à des comportements appris.



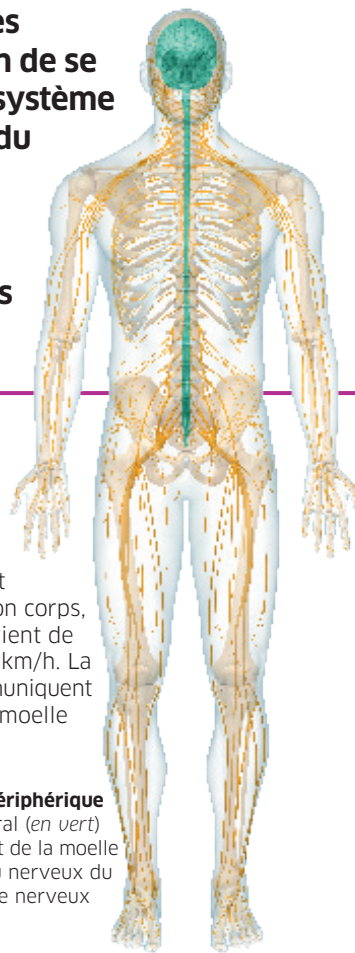
Encéphale d'oiseau
Le cervelet bien développé d'un oiseau aide ce dernier à contrôler son équilibre et sa vitesse en vol.



Encéphale de chat
Les mammifères ont un cerveau plus gros que les autres animaux, qui leur permet d'apprendre et de s'adapter.

LA RÉGULATION

Tout comme un orchestre a besoin d'un chef, les nombreux organes du corps humain ont besoin de se coordonner pour bien travailler ensemble. Le système nerveux est le principal réseau de commande du corps. À l'aide de signaux électriques à haute vitesse, il transmet des messages le long des nerfs, régulant ainsi muscles, glandes et organes. Le corps recourt aussi à des hormones pour acheminer des messages par le sang.



LE SYSTÈME NERVEUX

L'encéphale, les nerfs et les organes des sens composent le système nerveux du corps. Celui-ci diffuse l'information dans tout le corps sous forme de signaux électriques. Toujours alertes, les diverses parties de ce système sont en communication constante. À chaque fraction de seconde, des messages parviennent au cerveau en provenance des sens. Au même moment, le cerveau coordonne l'exacte tension des centaines de muscles du corps.

Un réseau de commande

Les nerfs résultent du regroupement de nombreuses cellules nerveuses. Ils sillonnent toutes les parties de ton corps, acheminant un va-et-vient de signaux à plus de 400 km/h. La plupart des nerfs communiquent avec le cerveau via la moelle épinière.

Les systèmes central et périphérique

Le système nerveux central (en vert) est composé du cerveau et de la moelle épinière. Le reste du tissu nerveux du corps constitue le système nerveux périphérique.

Sensation et réaction

Le système nerveux comprend trois parties principales. La première recueille l'information en provenance des organes des sens qui surveillent le monde extérieur et l'état interne du corps. La deuxième traite

l'information et crée un sentiment de vigilance. La troisième fait réagir le corps. Ces trois parties travaillent de concert très rapidement, ce qui permet au corps de réagir à un stimulus en une fraction de seconde.

Le stimulus

Les organes des sens recueillent l'information sur le monde extérieur et transmettent des signaux au cerveau par des neurones sensoriels.

Le traitement

Les signaux captés sont analysés dans le cerveau, qui décide comment le corps devrait réagir.

La réponse

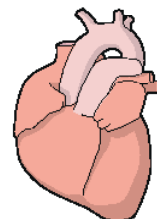
Des neurones moteurs acheminent les signaux du cerveau aux muscles, glandes et autres organes, ce qui déclenche une réaction rapide.

Actions volontaires et actions automatiques

Certaines des réactions que produit notre système nerveux résultent d'un contrôle volontaire, tandis que d'autres sont automatiques : elles se produisent sans qu'on l'ait décidé. La composante volontaire dépend du système nerveux somatique, tandis que la composante automatique relève du système nerveux autonome.

Le système nerveux somatique
Cette subdivision du système nerveux commande des parties du corps que tu peux contrôler à volonté, comme les muscles dont tu te sers pour tenir ce livre ou botter un ballon.

Le système nerveux autonome
Cette subdivision du système nerveux contrôle des organes sans que tu aies à y penser : il fait accélérer ou ralentir ton rythme cardiaque, il pousse la nourriture dans tes intestins et contrôle le degré de dilatation des pupilles de tes yeux.

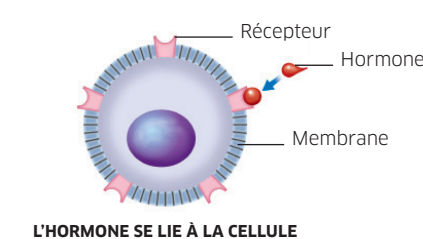


LES HORMONES

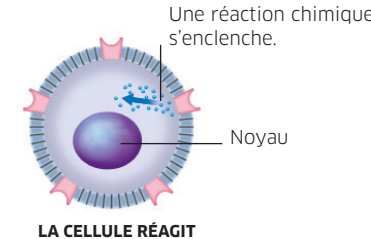
Les hormones sont des substances chimiques qui, comme les signaux nerveux, véhiculent des messages dans le corps. Elles sont libérées dans le sang par des glandes et ont de puissants effets ailleurs dans le corps, mais leur vitesse de transmission est plus lente que celle des signaux nerveux. Les hormones n'ont d'influence que sur certaines cellules dont elles modifient le fonctionnement. Il y a deux principaux moyens pour les hormones d'activer leurs cellules cibles.

Les hormones hydrosolubles

Ces hormones peuvent se dissoudre dans l'eau mais pas dans le gras. Elles sont donc incapables de traverser la membrane grasseuse des cellules cibles. Elles se lient plutôt à des récepteurs à la surface de la cellule et provoquent des changements chimiques à l'intérieur de la cellule.



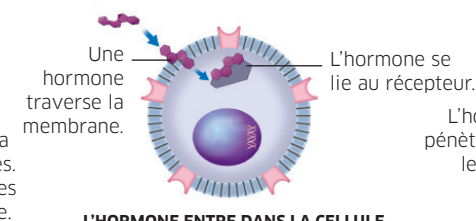
L'HORMONE SE LIE À LA CELLULE



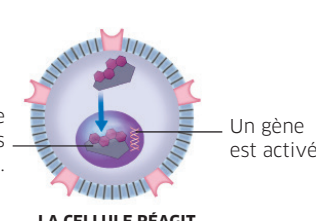
LA CELLULE RÉAGIT

Les hormones liposolubles

Ces hormones peuvent se dissoudre dans le gras. Elles traversent la membrane des cellules cibles et se lient à des molécules réceptrices à l'intérieur de la cellule. L'hormone pénètre alors dans le noyau de la cellule et active ou désactive certains gènes. Les hormones liposolubles comprennent des hormones sexuelles comme la testostérone.



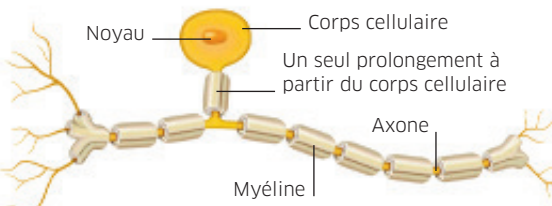
L'HORMONE ENTRE DANS LA CELLULE



LA CELLULE RÉAGIT

Les cellules nerveuses

Les cellules qui composent le système nerveux s'appellent cellules nerveuses ou neurones. Les neurones transmettent des signaux électriques le long de longues fibres appelées axones, lesquelles sont revêtues d'une gaine de myéline, une matière grasse qui accélère la transmission du signal.



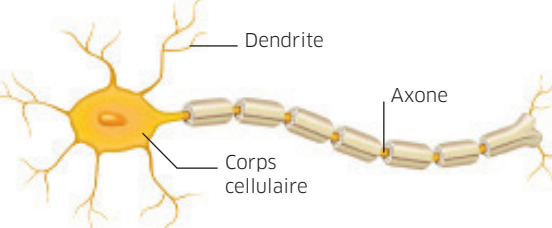
Neurones unipolaires

Ces neurones transmettent généralement au cerveau des signaux sensoriels. Le corps cellulaire a un seul prolongement.



Neurones bipolaires

Ces neurones sont présents dans les yeux et les muscles. Le corps cellulaire a deux prolongements.



Neurones multipolaires

Logés dans le cerveau, ces neurones sont les plus courants. Leur corps cellulaire a de multiples prolongements.

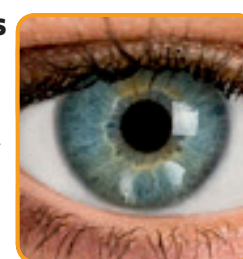
LE CERVEAU HUMAIN CONTIENT ENVIRON 165 000 KM D'AXONES.

LES SENS

Les organes des sens recueillent de l'information sur le monde extérieur et l'acheminent au cerveau sous forme de signaux électriques. Le cerveau décode ensuite cette information, ce qui nous en fait prendre conscience.

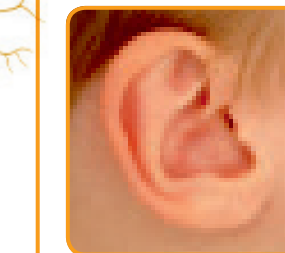
Les principaux sens

Notre monde intérieur est régi par cinq sens principaux, la vue étant de loin le plus important. La plupart de nos principaux sens sont créés par des organes spécialisés, comme les yeux et les oreilles. De vastes zones du cerveau sont consacrées au traitement des signaux émis par ces organes.



La vue

Ce sens émane de neurones qui détectent la lumière. Les yeux focalisent la lumière pour créer une image.



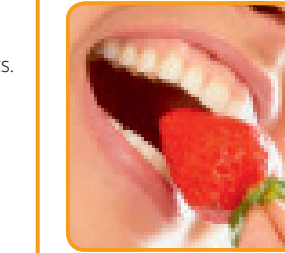
L'ouïe

Le son est constitué d'ondes invisibles qui se déplacent dans l'air à haute vitesse. Nos oreilles captent ces ondes et les amplifient.



L'odorat

Ce sens dépend de neurones de la voûte du nez, qui détectent des milliers de substances chimiques dans l'air que nous respirons.



Le goût

Des senseurs chimiques dans la bouche détectent cinq saveurs : salé, sucré, amer, acide et savoureux (umami).



Le toucher

La peau contient toute une gamme de récepteurs sensoriels sensibles à diverses sensations cutanées.

Des sens additionnels

Le corps humain a beaucoup plus que cinq sens. Nos sens additionnels nous aident à bouger, à tenir en équilibre et à détecter la chaleur, la douleur et le passage du temps.



La douleur

Ce sens avertit qu'une partie du corps est blessée et qu'on doit lui donner le temps de guérir.



La vessie et le rectum

Des détecteurs d'extension des parois de la vessie et du rectum déclenchent le besoin d'aller aux toilettes.



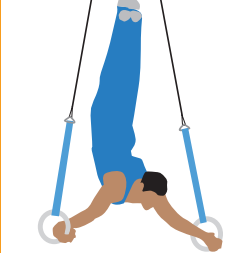
La chaleur

Des récepteurs de chaleur dans la peau, les lèvres et la bouche permettent de ressentir la chaleur ou le froid, même depuis une certaine distance.



Le sens kinesthésique

Les muscles contiennent des détecteurs d'extension qui informent le cerveau sur la posture, sur la position et sur les mouvements de notre corps.



Le sens de l'équilibre

L'oreille interne contient de minuscules détecteurs de gravité qui indiquent au cerveau où est le haut, ce qui favorise notre équilibre.

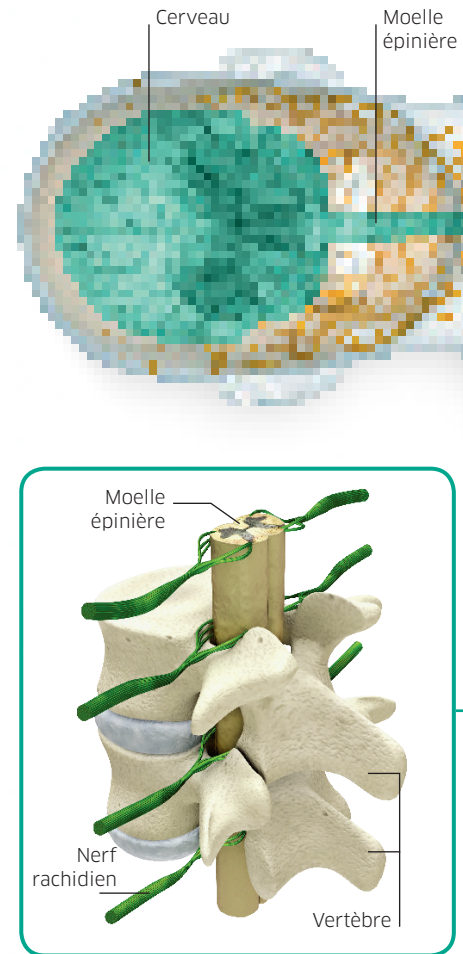


La notion du temps

Un groupe de neurones au cœur du cerveau agit comme une horloge interne.

Les parties du système nerveux

Le système nerveux se divise en deux parties principales. Le système nerveux central (*ci-dessous en vert*) se compose du cerveau et de la moelle épinière. Ces deux structures travaillent de pair pour traiter les signaux qui leur parviennent et décider de la façon dont le corps devrait réagir. Le système nerveux périphérique (*en jaune*) véhicule des signaux dans le reste du corps, reliant ainsi le système nerveux central aux organes des sens, aux muscles et aux autres parties du corps.



La moelle épinière

La moelle épinière, un faisceau de tissu nerveux contenant des millions de cellules nerveuses, s'étend d'un bout à l'autre de ta colonne vertébrale. La moelle épinière achemine les signaux entre le cerveau et le corps et contrôle des actions réflexes (*voir ci-dessous*). Elle est protégée par un empilement d'os articulés appelés vertèbres.

Nerf ulnaire

Ce nerf court sous la peau dans ton coude. Si tu te cognes le coude, il déclenche une désagréable sensation de fourmillement.

Nerf le plus long

Le nerf sciatique est le plus long nerf du corps; il va de la colonne vertébrale au pied.

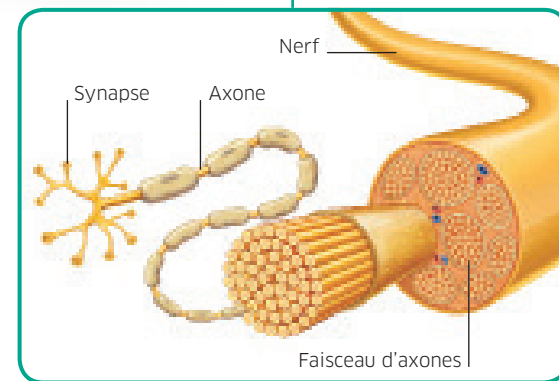
Nerf tibial

Ce nerf fait se contracter le muscle du mollet, ce qui fléchit ton pied et provoque la poussée qui te permet de marcher.

Nerfs des doigts

Les nerfs dans tes mains servent à transmettre à ton cerveau les signaux provenant des récepteurs de contact de tes doigts.

Si toutes les cellules nerveuses de ton corps étaient mises bout à bout, elles pourraient s'enrouler autour de la Terre deux fois et demie.



À l'intérieur d'un nerf

Les neurones ont des prolongements appelés axones dont la longueur peut atteindre 1 mètre. Les axones qui sillonnent le corps sont regroupés en nerfs, à la manière des fils électriques qui forment les câbles. À l'intérieur du nerf, chaque axone sert à la transmission d'un signal électrique séparé.

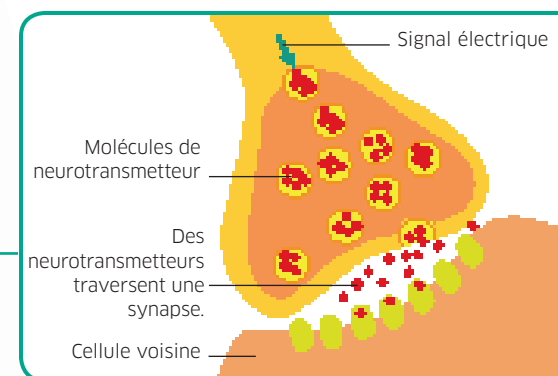
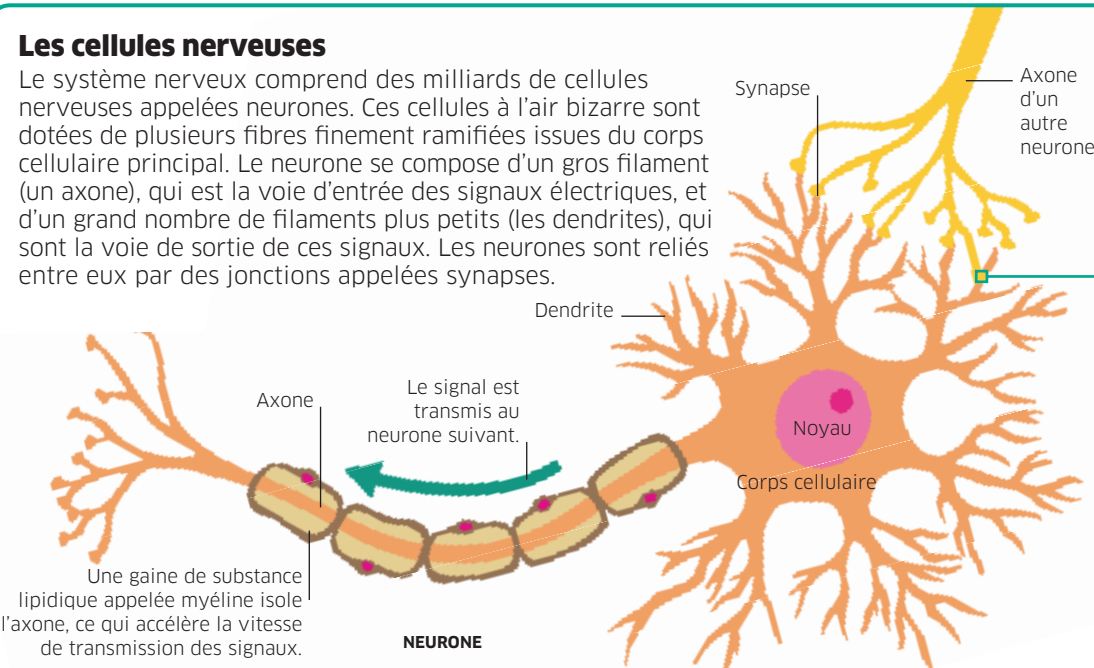
Le système nerveux

Le corps humain est contrôlé par un réseau de câbles vivants appelé système nerveux. Alors que les câbles fabriqués par les humains transportent de l'électricité, les cellules qui composent le système nerveux véhiculent de l'information.

Ton système nerveux te permet de réagir au monde à la vitesse de l'éclair. À tout moment, des signaux électriques émis par tes sens courent le long de tes nerfs jusqu'à ton cerveau, à plus de 400 km/h. Ton cerveau analyse le flux d'information qui lui parvient, décide d'une réponse et envoie aux muscles et aux autres organes des signaux leur indiquant quoi faire. Une grande partie de ton système nerveux est sous contrôle volontaire, c'est-à-dire que tu peux choisir comment réagir. Toutefois, plusieurs parties du système nerveux fonctionnent automatiquement et contrôlent tes organes internes et tes réflexes sans que tu t'en rendes compte.

Les cellules nerveuses

Le système nerveux comprend des milliards de cellules nerveuses appelées neurones. Ces cellules à l'air bizarre sont dotées de plusieurs fibres finement ramifiées issues du corps cellulaire principal. Le neurone se compose d'un gros filament (un axone), qui est la voie d'entrée des signaux électriques, et d'un grand nombre de filaments plus petits (les dendrites), qui sont la voie de sortie de ces signaux. Les neurones sont reliés entre eux par des jonctions appelées synapses.



Les synapses

Les signaux voyagent le long des fibres d'une cellule nerveuse sous la forme d'une onde chargée d'électricité. Quand cette charge parvient à l'extrémité d'un neurone, une synapse l'empêche de sauter au neurone suivant. Des neurotransmetteurs affluent dans cet espace et déclenchent un nouveau signal dans le neurone suivant.

Les actes réflexes

La plupart des signaux provenant de tes organes des sens sont traités par ton cerveau avant que ton corps ne réagisse. L'acte réflexe, toutefois, se produit plus rapidement, car le signal emprunte un raccourci à travers ta moelle épinière. Par exemple, si tu touches quelque chose qui te cause de la douleur, un acte réflexe te fait retirer la main avant même que tu ressentis cette douleur.

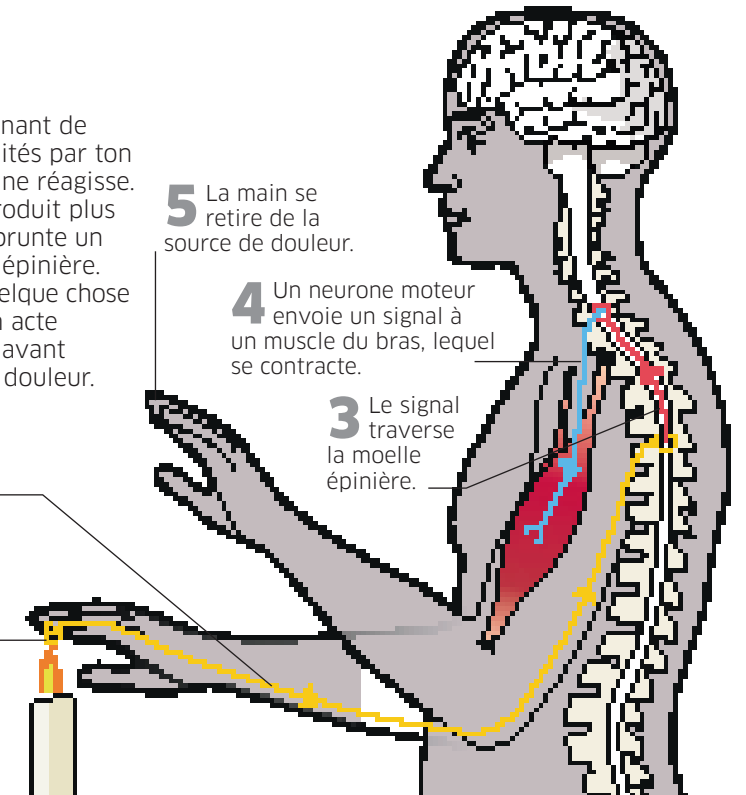
2 Le récepteur de la douleur envoie un signal nerveux à la moelle épinière.

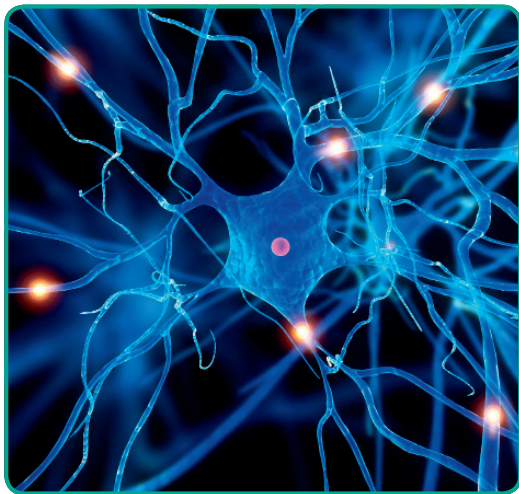
1 Toucher une flamme active des récepteurs de la douleur dans la peau.

5 La main se retire de la source de douleur.

4 Un neurone moteur envoie un signal à un muscle du bras, lequel se contracte.

3 Le signal traverse la moelle épinière.





Le mouvement
La partie supérieure du cortex cérébral transmet des signaux aux muscles pour faire bouger le corps.

La pensée
La partie frontale du cortex cérébral joue un rôle important dans la pensée consciente, la capacité à planifier et celle de comprendre les pensées des autres.

Les cellules du cerveau

Le cerveau est fait de neurones qui, à l'aide de minces filaments semblables à des fils, s'échangent des signaux électriques à des jonctions appelées synapses. Une puce électronique mise au point par IBM en 2017 compterait environ 30 milliards de transistors, mais le cerveau humain est doté de 100 milliards de neurones ayant jusqu'à 10 000 synapses chacun. Les synapses sont plus complexes que les simples interrupteurs d'une puce électronique. Chacune peut contenir jusqu'à 1000 interrupteurs moléculaires, ce qui confère au cerveau humain une puissance de traitement phénoménale.

La parole
Appelée aire de Broca, cette partie du cerveau est essentielle à la parole.

L'audition
Les signaux nerveux provenant des oreilles parviennent au cortex auditif, qui crée le sens de l'ouïe.

La puissance du cerveau

Bien protégé à l'intérieur du crâne, ton cerveau est le siège de ton système nerveux et le centre de contrôle de ton corps.

Plus complexe et puissant que le cerveau de tout autre animal, le cerveau humain est l'organe du corps le moins bien connu. On ignore comment cette masse de neurones en forme de chou-fleur crée un monde intérieur et la conscience de soi. Tout ce que tu vois, touches, penses, rêves et te rappelles y est généré. D'une certaine façon, le cerveau fonctionne comme un ordinateur, mais un ordinateur qui recâblerait continuellement ses circuits au rythme de ses apprentissages et de ses adaptations. Son composant fondamental est le neurone, une cellule semblable à un fil qui transmet des signaux électriques à d'autres neurones, formant ainsi des circuits complexes d'activité. Chaque seconde, des trillions d'influx électriques passent en flèche dans tes cellules cérébrales, tissant à l'infini des sentiers enchevêtrés au milieu d'un labyrinthe de connexions en continuelle évolution.

Tronc cérébral
Situé au sommet de la moelle épinière, cette partie de l'encéphale contrôle des fonctions essentielles comme la respiration et le rythme cardiaque.

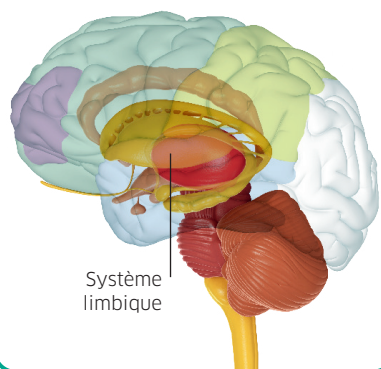
Le toucher
Des signaux émis par des récepteurs de contact et des récepteurs de la douleur dans la peau proviennent de cette aire appelée cortex somatosensoriel.

Le processus du toucher
Les signaux de contact passent de l'aire du toucher à cette région du cerveau où un traitement approfondi nous aide à reconnaître ce que nous ressentons.

L'apprentissage du langage
Le lobe pariétal inférieur du cerveau, aussi appelé territoire de Geschwind, nous aide à acquérir le langage durant l'enfance.

La compréhension du langage
L'aire de Wernicke nous aide à comprendre le langage écrit et parlé.

La vision
Le cortex visuel capte les signaux provenant des yeux et les traite pour nous permettre d'identifier formes et motifs élémentaires.



L'instinct primaire
Alors que la partie externe de l'encéphale traite les processus mentaux supérieurs comme la pensée, un ensemble de structures qui y sont logées en profondeur commande les besoins primaires et certaines émotions. Ces structures forment le système limbique.

Le processus visuel
Les formes et motifs élémentaires identifiés par le cortex visuel sont traités davantage en cet endroit, pour nous permettre de reconnaître les objets que nous voyons.

Cervelet
Le cervelet est séparé du reste du cerveau. Il assure la coordination des muscles.

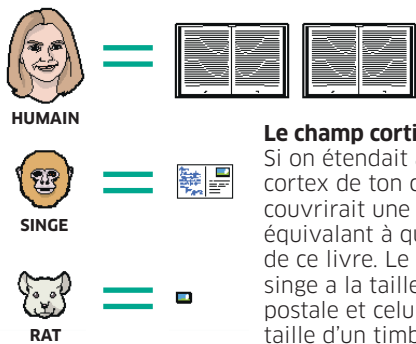
Moelle épinière
La moelle épinière permet la transmission des signaux entre le cerveau et le corps. C'est un faisceau de tissus nerveux qui descend dans la colonne jusqu'au bas du dos.

Le siège de la pensée

La partie la plus importante et la plus ingénieuse du cerveau est sa couche extérieure appelée cortex cérébral. Sa surface plissée est divisée en sections distinctes, appelées lobes, qui sont spécialisées dans différents processus, comme la parole ou la vision. Toutefois, des tomodensitométries de cerveaux actifs révèlent une grande activité dans tout le cortex durant la réalisation de tâches mentales, ce qui démontre que divers lobes travaillent de concert de manières complexes.

La taille du cerveau

La majeure partie du processus complexe se produit dans le cortex cérébral. Le champ cortical des humains est plus grand que celui des autres animaux, d'où une plus grande capacité d'analyse.

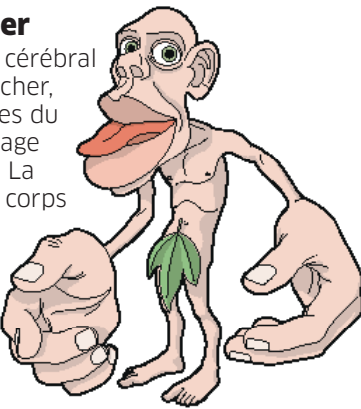


Le champ cortical

Si on étendait à plat le cortex de ton cerveau, il couvrirait une superficie équivalente à quatre pages de ce livre. Le cortex d'un singe a la taille d'une carte postale et celui d'un rat, la taille d'un timbre-poste.

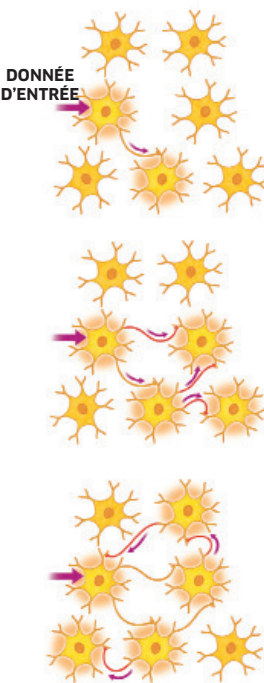
Le sens du toucher

Le dessus du cortex cérébral traite le sens du toucher, mais certaines parties du corps en ont davantage besoin que d'autres. La taille des parties du corps de cette figurine est proportionnelle à la quantité de signaux tactiles qu'en reçoit le cerveau.



Le fonctionnement de la mémoire

Le cerveau stocke des souvenirs sous forme de réseaux de connexions interneuronales. Toute nouvelle expérience ou donnée d'information active tes neurones suivant un certain agencement. Quand tu te rappelles cet événement ou ce fait, tu actives de nouveau tes neurones, et le souvenir s'en trouve renforcé.



1 Expérience
Face à une nouvelle expérience, des neurones émettent des signaux suivant un agencement particulier. En réalité, des centaines de neurones interviennent dans ce réseau.

2 Répétition
La répétition de l'expérience ou le rappel du fait suscite la formation de nouveaux liens, ce qui agrandit le réseau et en facilite la réactivation.

3 Renforcement
À force de répétitions, le réseau se renforce davantage et le souvenir se consolide. Des liens qui ne sont pas rafraîchis tendent à s'effacer et à se perdre.

La vue

Chez les humains, la vue est le plus important des sens. Nous recueillons plus d'informations par nos yeux que par tous nos autres sens réunis.

Nos yeux mettent une fraction de seconde à saisir une scène dans son ensemble. Ils n'en prennent pas qu'un instantané. Ils en font le tour rapidement et instinctivement, s'arrêtant brièvement aux détails que le cerveau considère comme importants, tels les visages, les objets mobiles et tout élément qui nous intéresse.

L'œil humain fonctionne à la façon d'un appareil photo: il capte les rayons lumineux et les focalise à l'aide d'une lentille pour former une image d'une grande netteté. À l'inverse d'une photo, l'image dans nos yeux n'est très détaillée et vivement colorée qu'en son centre. Cette zone de précision est créée par une petite dépression à l'arrière de l'œil appelée fovéa.

À l'intérieur de l'œil

L'œil humain est une bille creuse en grande partie remplie d'un liquide clair gélatineux qui laisse passer la lumière. Les rayons lumineux sont en partie focalisés par la partie courbe de l'œil, la cornée, et en partie par une lentille ajustable. Un appareil photo autofocalise en déplaçant sa lentille, mais l'œil humain focalise en modifiant la forme du cristallin. L'image est captée par la rétine, une couche de cellules photosensibles qui tapissent l'intérieur du globe oculaire. La rétine transmet ensuite l'image au cerveau, au moyen d'un code électrique.



L'iris
La partie colorée de l'œil s'appelle l'iris. C'est un anneau de fibres musculaires qui contrôle la quantité de lumière qui entre dans la pupille. Dans la lumière vive, la pupille rapetisse, et dans l'obscurité, elle se dilate. L'iris réagit à la lumière mais aussi à l'émotion. Si tu regardes un objet ou une personne qui te plaît, tes pupilles se dilatent. La couleur de l'iris dépend de la mélanine, le même pigment qui donne leur couleur aux cheveux et à la peau.

Muscle
Le globe oculaire est rattaché à six muscles qui, en se coordonnant, peuvent le faire bouger dans toutes les directions.

Scière
La scière, c'est le « blanc de l'œil », la couche protectrice résistante entourant le globe oculaire.

Pupille
La pupille est le trou noir dans l'iris par lequel la lumière entre dans l'œil.

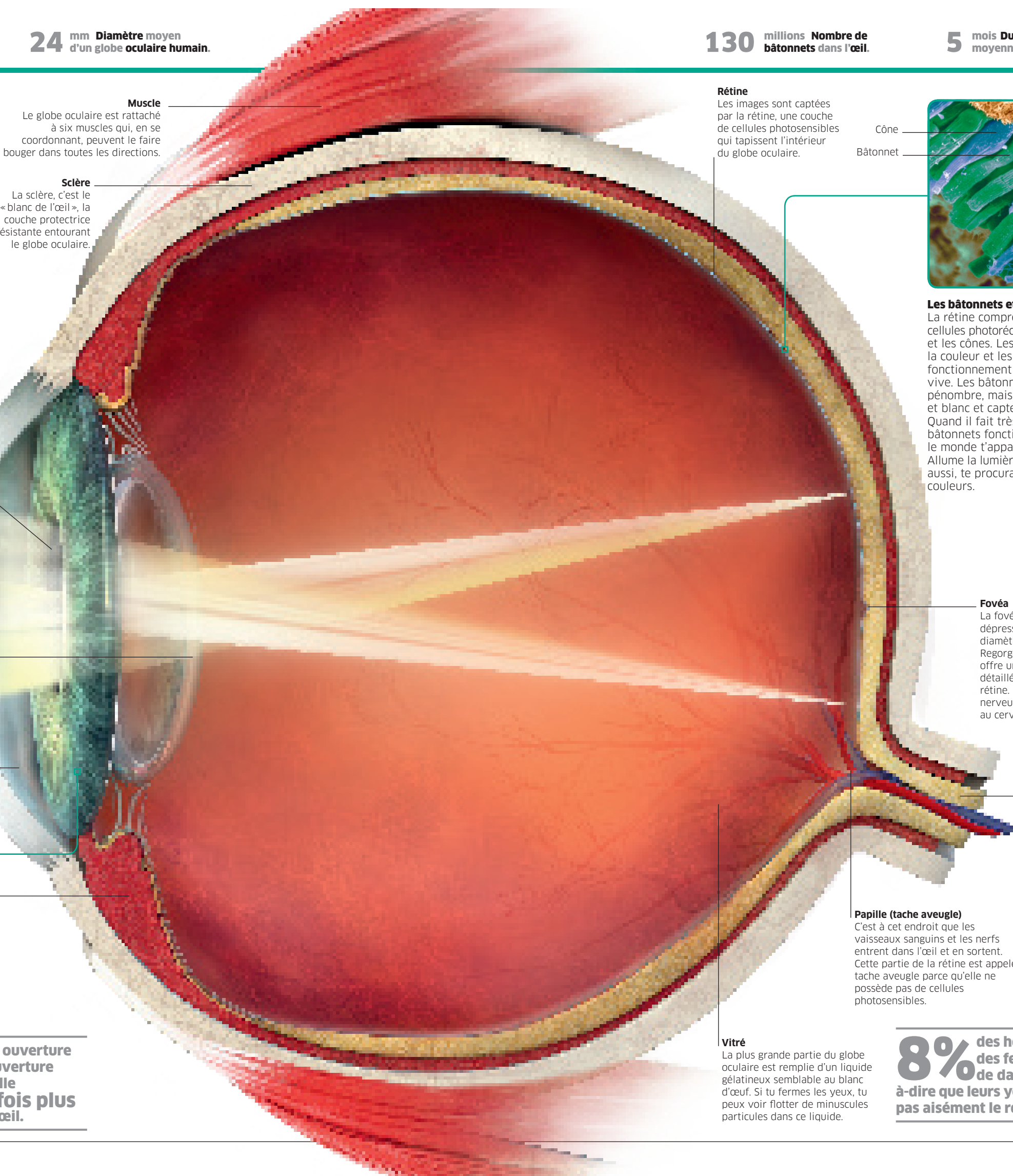
Cornée
Cette partie antérieure bombée de l'œil effectue le gros de la focalisation. Contrairement au cristallin, elle ne peut changer de forme.

Cristallin
Le cristallin est la lentille ajustable qui se trouve derrière la pupille. Il change de forme en focalisant.

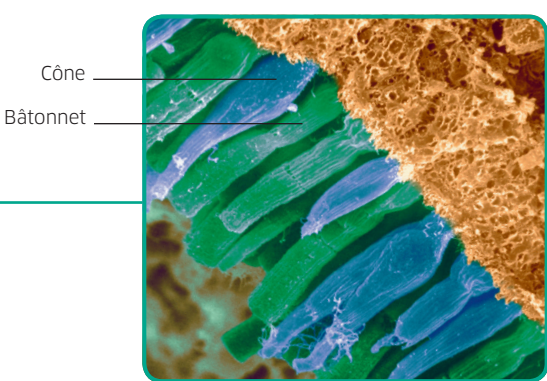
Humeur aqueuse
La partie antérieure de l'œil est remplie de ce liquide limpide.

Muscle ciliaire
Cet anneau musculaire encercle le cristallin sur lequel il tire pour en modifier la forme.

En passant de son ouverture minimale à son ouverture maximale, la pupille laisse entrer 20 fois plus de lumière dans l'œil.



Rétine
Les images sont captées par la rétine, une couche de cellules photosensibles qui tapissent l'intérieur du globe oculaire.



Les bâtonnets et les cônes
La rétine comprend deux types de cellules photoréceptrices: les bâtonnets et les cônes. Les cônes peuvent voir la couleur et les détails, mais leur fonctionnement nécessite de la lumière vive. Les bâtonnets travaillent dans la pénombre, mais nous font voir en noir et blanc et captent moins de détails. Quand il fait très sombre, seuls tes bâtonnets fonctionnent, de sorte que le monde t'apparaît incolore et flou. Allume la lumière et tes cônes s'allument aussi, te procurant une vision HD en couleurs.

Fovéa
La fovéa est une petite dépression d'environ 1 mm de diamètre au milieu de la rétine. Regorgeant de cônes, la fovéa offre une vision beaucoup plus détaillée que le reste de la rétine. La moitié des signaux nerveux qui vont de la rétine au cerveau en proviennent.

Nerf optique
Les images captées par la rétine sont transmises au cerveau par le nerf optique.

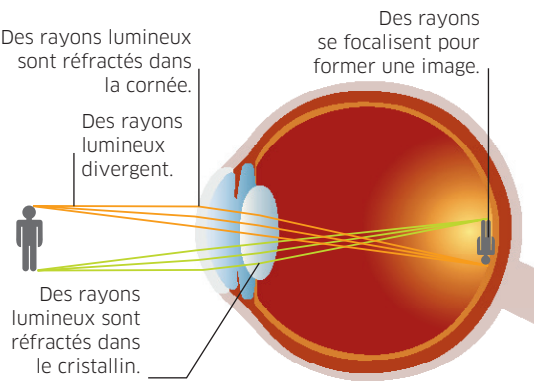
Papille (tache aveugle)
C'est à cet endroit que les vaisseaux sanguins et les nerfs entrent dans l'œil et en sortent. Cette partie de la rétine est appelée tache aveugle parce qu'elle ne possède pas de cellules photosensibles.

Vitré
La plus grande partie du globe oculaire est remplie d'un liquide gélatineux semblable au blanc d'œuf. Si tu fermes les yeux, tu peux voir flotter de minuscules particules dans ce liquide.

8% des hommes et 0,04% des femmes souffrent de daltonisme, c'est-à-dire que leurs yeux ne distinguent pas aisément le rouge du vert.

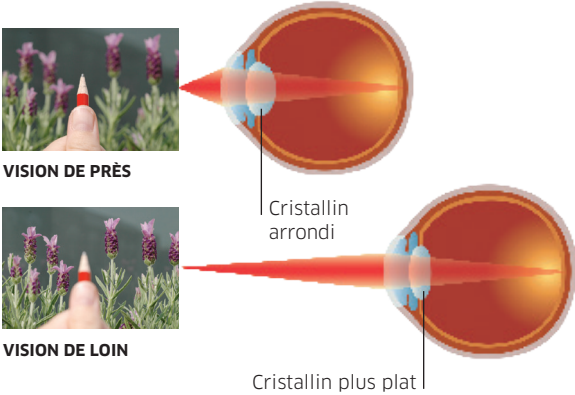
La focalisation

Les rayons lumineux qu'un objet réfléchit se dispersent. Pour créer une image précise, l'œil doit réfracter ces rayons divergents pour les concentrer en un point: c'est la focalisation. La cornée et le cristallin se coordonnent pour focaliser la lumière sur la rétine. L'image créée est inversée, mais le cerveau la remet à l'endroit.



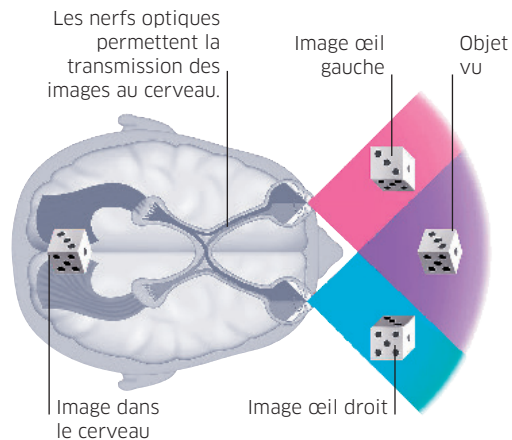
De près ou de loin

Quand tu regardes des objets à proximité, les muscles qui entourent le cristallin l'arrondissent, augmentant ainsi la capacité de focalisation. Quand tu regardes des objets éloignés, ces muscles se relâchent et le cristallin s'aplatit. Chez certaines personnes, la puissance de focalisation du cristallin est trop forte ou trop faible. Porter des lunettes permet de corriger cela.



La vision en 3D

Chacun de tes yeux voit le monde de points de vue légèrement distincts, ce qui crée deux images différentes qui se combinent dans le cerveau pour produire une seule image en 3D. La vision en 3D nous permet d'évaluer la distance.



L'ouïe

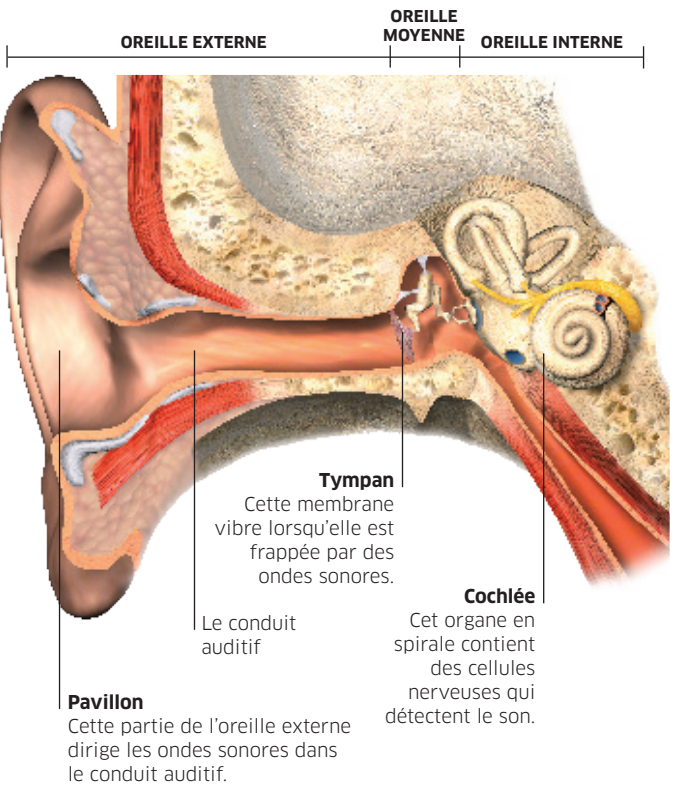
Le son est causé par des ondes invisibles qui se propagent dans l'air à plusieurs centaines de kilomètres à l'heure. Nos oreilles captent et analysent ces vibrations pour créer le sens de l'ouïe.

L'onde sonore est une région de haute pression où les molécules d'air se serrent brièvement les unes contre les autres. Entre 20 et 20 000 de ces ondes de pression parviennent à nos oreilles à la seconde. Le tympan, une délicate membrane logée en profondeur dans chaque oreille, vibre en réponse à ces ondes qui le frappent. Ce dispositif incroyablement sensible peut capter le son le plus ténu et vibrer à la même fréquence que ces ondes, ce qui permet à nos oreilles de calibrer la hauteur du son.

Nos oreilles contiennent également plusieurs petites structures sensorielles qui effectuent de petits mouvements de va-et-vient en réponse au mouvement et à la gravité et contribuent ainsi au maintien de la posture et de l'équilibre de notre corps.

Les parties de l'oreille

L'oreille humaine se divise en trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Le pavillon, la partie visible et charnue de l'oreille, dirige le son dans le conduit auditif. Sa forme étrange nous aide à saisir la provenance du son. Le conduit auditif est un tube creux qui pénètre profondément dans le crâne et conduit le son au tympan. De minuscules os articulés reliés au tympan transmettent les vibrations à travers l'oreille moyenne, une cavité remplie d'air, jusqu'à l'oreille interne remplie de liquide.



La détection du son

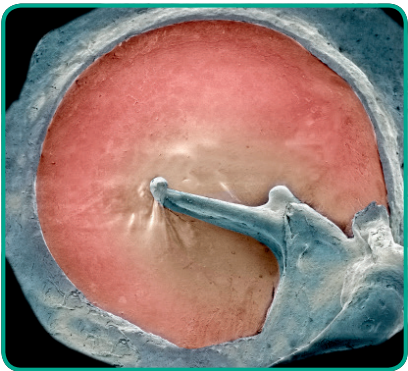
Les vibrations du tympan sont transmises à une chaîne de trois os minuscules (le marteau, l'enclume et l'étrier) qui les amplifient dans l'oreille moyenne remplie d'air. Le dernier os de la chaîne, l'étrier, transmet les vibrations sonores à l'oreille interne. Ces vibrations se déplacent alors dans un liquide et entrent dans un organe en spirale appelé cochlée ou limaçon, qui a la taille d'un pois. À l'intérieur de la cochlée, les vibrations du liquide déclenchent des signaux nerveux qui sont transmis au cerveau.

Osselets
Le son est transmis du tympan à l'oreille interne par trois minuscules os. Ils agissent à la manière de leviers en amplifiant la force des vibrations.

Plus petit os
L'étrier ne fait que 3 mm de long : c'est l'os le plus petit du corps.

Le tympan

Cette membrane tendue et très fine, de forme légèrement conique, mesure environ 9 mm de diamètre. Elle vibre selon la fréquence des ondes sonores qui la frappent. Si le tympan subit des dommages, il se guérit généralement lui-même en quelques semaines.



Trompe d'Eustache
Ce canal aérien entre l'oreille moyenne et la gorge maintient une pression d'air égale des deux côtés du tympan.

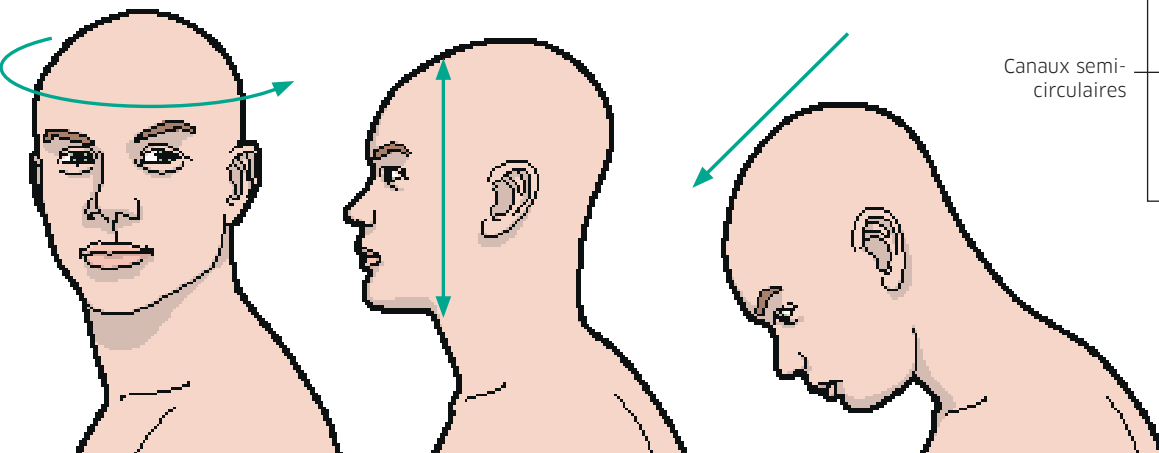
Les organes de l'équilibre

Nos oreilles nous donnent aussi le sens de l'équilibre. Chaque oreille interne renferme un ensemble complexe de cavités et de tubes remplis de fluides à l'intérieur desquels se trouvent des structures conçues pour se balancer en des mouvements de va-et-vient. Certaines le font quand on tourne la tête, d'autres réagissent à la gravité. Toutes ces structures transmettent des signaux au cerveau pour le tenir au courant de la position et des mouvements de ton corps.

Les canaux semi-circulaires détectent les mouvements de rotation de la tête.

Le saccule détecte les mouvements de montée et de descente.

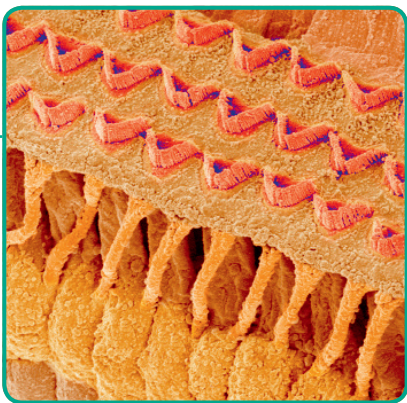
L'utricle détecte les mouvements d'inclinaison.



On peut entendre des sons si tenus que leurs ondes, en frappant nos tympans, ne les déplacent pas même du diamètre d'un atome.

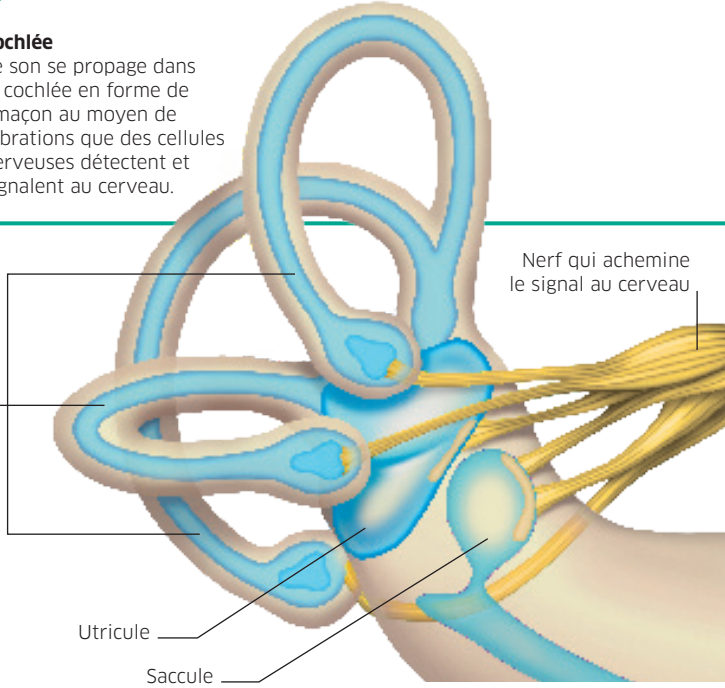
Canaux semi-circulaires
Ces tubes courbés remplis de fluide aident à créer le sens de l'équilibre.

Nerf auditif
Les signaux provenant des cellules détectrices de sons et des organes de l'équilibre sont transmis au cerveau par ce nerf.



Les cellules ciliées
En se déplaçant dans le fluide à l'intérieur de la cochlée, les vibrations font osciller une membrane piquée de touffes de cils microscopiques en V (en rose-ci-dessus) qui tapissent la spirale sur sa longueur. Quand cela se produit, ces cils se courbent, et les cellules auxquelles ils sont attachés transmettent des signaux au cerveau. Les bruits très forts peuvent endommager les cellules ciliées et causer une perte auditive.

Cochlée
Le son se propage dans la cochlée en forme de limaçon au moyen de vibrations que des cellules nerveuses détectent et signalent au cerveau.

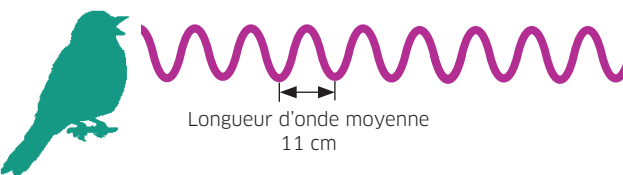


La hauteur des sons

Nos oreilles détectent des sons dont les longueurs d'onde varient de 1,7 cm à 17 m. Les sons ayant de courtes longueurs d'onde ont une haute fréquence (des milliers d'onde par seconde) et sont aigus. Les grandes longueurs d'onde ont une basse fréquence (des douzaines d'ondes par seconde) et émettent des sons graves.

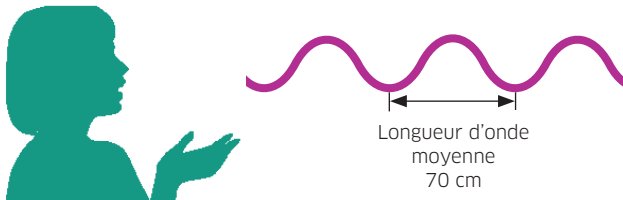


Une entrée en spirale
Les ondes sonores pénètrent par la partie périphérique de la cochlée, puis progressent vers le centre de la spirale. Les sons aigus sont détectés au début de la cochlée, les sons graves, plus en profondeur.



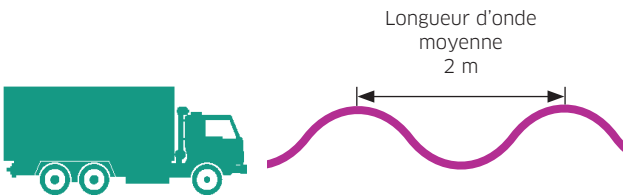
1 Les sons aigus

La partie périphérique de la cochlée détecte les sons aigus, comme le chant des oiseaux. Un chant typique peut comprendre des sons d'une fréquence d'environ 3000 ondes par seconde et une longueur d'onde d'environ 8 cm. Les sons supérieurs à 20 000 ondes par seconde sont trop aigus pour être saisis par la plupart des oreilles humaines.



2 Les sons de hauteur moyenne

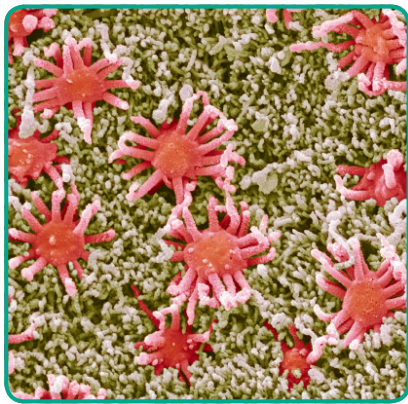
La parole comprend un mélange complexe de sons différents dont les fréquences varient entre 100 et 1000 ondes par seconde et des longueurs d'onde se situant entre 30 cm et 3 m. Ils sont détectés par une grande portion de la cochlée.



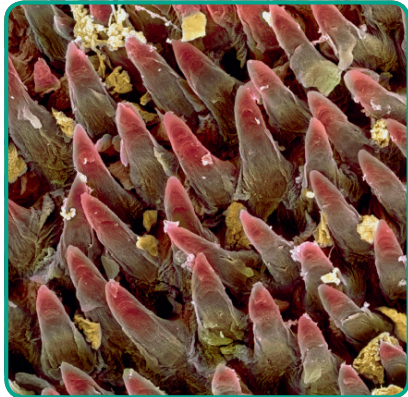
3 Les sons graves

Le profond grondement que produit le passage d'un camion lourd comprend des fréquences de 100 à 200 ondes par seconde, lesquelles sont détectées près du centre de la cochlée. Les oreilles humaines ne peuvent entendre les sons graves d'une fréquence inférieure à 20 ondes par seconde, bien qu'on puisse parfois en ressentir les vibrations dans nos os.

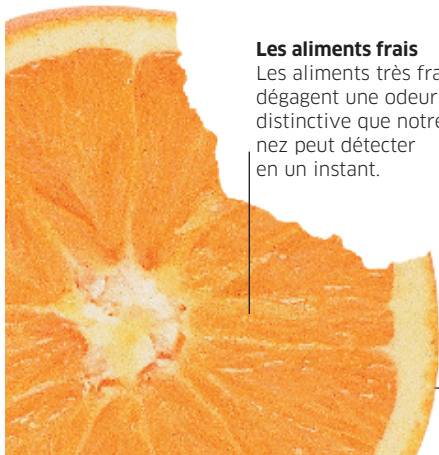
LES CHAUVES-SOURIS PEUVENT DÉTECTER DES SONS 10 FOIS PLUS AIGUS QUE NE LE PEUVENT LES OREILLES HUMAINES, MAIS LA VOIX HUMAINE EST TROP GRAVE POUR QU'ELLES PUISSENT L'ENTENDRE.



Les cellules olfactives
L'épithélium olfactif, une membrane de la taille d'un timbre, se trouve dans le haut du nez. C'est là que prend naissance le sens de l'odorat. Des molécules odorantes présentes dans l'air se dissolvent dans le liquide gluant qui couvre l'épithélium et y activent de petits poils (*en rose ci-dessus*) se trouvant sur des cellules détectrices d'odeurs. Ces cellules transmettent alors des signaux olfactifs au cerveau.



La surface de la langue
La surface de ta langue est rugueuse parce qu'elle est couverte de centaines de petites protubérances en forme de doigt appelées papilles qui aident la langue à retenir la nourriture que tu mastiques. Les plus grosses de ces papilles contribuent à créer le sens du goût. Engoncés à la surface de chacune d'elles se trouvent des douzaines de microscopiques bulbes: les bourgeons du goût. Ils renferment des cellules sensorielles qui détectent des substances comme le sel et le sucre.



Les aliments frais
Les aliments très frais dégagent une odeur distinctive que notre nez peut détecter en un instant.

La langue humaine comprend environ 10 000 bourgeons du goût contenant chacun jusqu'à 100 cellules réceptrices gustatives.

Bulbe olfactif
Une partie du cerveau, appelée bulbe olfactif, reçoit les signaux olfactifs provenant du nez.

Cavité nasale
La cavité nasale est un grand espace d'air situé à l'arrière du nez.

Odeur dans l'air
En inspirant, on aspire par les narines des molécules odorantes dans la cavité nasale.

Langue
La chaleur de la langue facilite le dégagement des odeurs de la nourriture qu'on a en bouche.

Molécules odorantes

Le goût et l'odorat

Le nez humain peut détecter environ 10 000 odeurs, mais nos bouches ne réagissent qu'à cinq saveurs différentes. Ces deux sens se combinent dans le cerveau pour donner à la nourriture qu'on mange une variété infinie de saveurs.

Le goût et l'odorat fonctionnent de façon similaire. Les deux détectent des substances chimiques particulières. Le goût distinctif de nos aliments préférés, de la pizza au jus d'orange frais, résulte du travail coordonné de ces deux sens. En fait, 75% du temps, ce qui nous semble être un goût est en réalité une odeur, d'où le goût fade de la nourriture quand tu as le nez bloqué. Nos sens du goût et de l'odorat nous procurent des sensations agréables nous indiquant que la nourriture est riche en énergie et sans danger. Ils nous avertissent aussi quand un aliment est dangereux en déclenchant en nous un sentiment intense de dégoût.

Le nez et la bouche

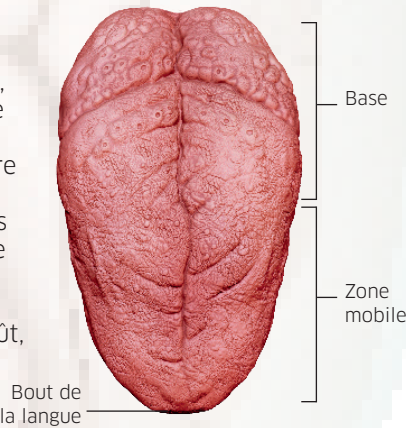
Le sens du goût vient principalement de ta langue, mais tu as aussi des bourgeons du goût sur le palais, dans la gorge et même dans les poumons. Le sens de l'odorat ne vient que du nez. La saveur complexe de la nourriture résulte des molécules odorantes qui circulent au fond de ta bouche et dans ton nez quand tu as de la nourriture dans la bouche.

Amygdale
Cette partie du cerveau contrôle les signaux provenant du nez, à la recherche de signes de danger potentiel, une odeur de fumée, par exemple.

Circulation d'air
L'air peut passer de la bouche au nez en transportant des odeurs.

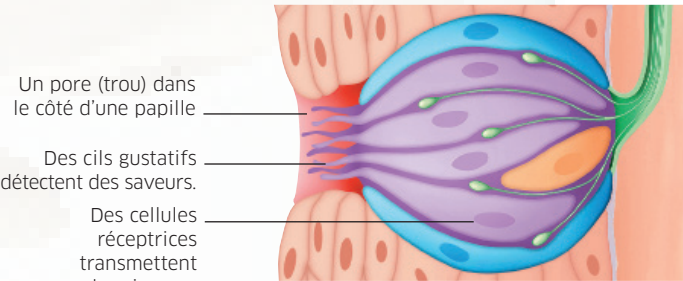
La langue

Faisceau complexe de huit muscles différents, la langue est un organe étonnamment fort et agile. Elle peut atteindre et manipuler de la nourriture partout dans la bouche, et sa surface rugueuse assure la propreté de la bouche. Principal organe du goût, la langue est aussi essentielle à la parole.



Le fonctionnement des bourgeons du goût

Les substances chimiques que contiennent les aliments se dissolvent dans la salive qui couvre la langue, et la salive pénètre dans les bourgeons du goût par des pores dans les papilles. À l'intérieur de ces pores, de petits cils au bout des récepteurs gustatifs détectent n'importe laquelle des cinq saveurs de base (*voir ci-après*), ce qui provoque des signaux. Ceux-ci sont acheminés à grande vitesse au cerveau, qui crée l'expérience consciente du goût.



Cinq saveurs

Les bourgeons du goût ne réagissent qu'à cinq types de substances chimiques.



Les aliments sucrés activent les bourgeons du goût qui détectent les sucres.



Les aliments toxiques ou non comestibles activent les bourgeons du goût qui créent une sensation d'amertume.



Les bourgeons du goût sensibles au sel activent une très puissante sensation de salé.



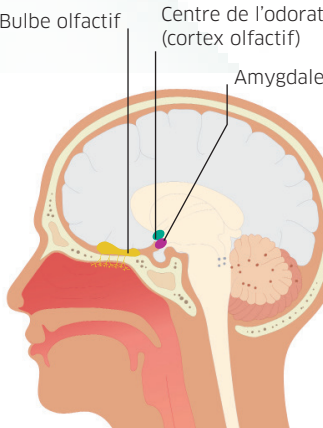
Le goût sur vient des bourgeons qui détectent les substances acides, comme le jus de citron.



L'umami est une réaction à la profonde et agréable saveur des aliments cuits.

L'odorat et la mémoire

Les odeurs éveillent parfois d'intenses souvenirs; l'odeur de la mer pourra raviver le souvenir impérissable de joyeuses vacances. Les scientifiques pensent que cela se produit parce que la partie du cerveau qui reconnaît les odeurs est étroitement liée à une aire appelée amygdale, laquelle joue un rôle clé dans l'émotion et la mémoire.



Le système endocrinien

Le système endocrinien est constitué d'un ensemble de glandes et de tissus répartis dans le corps. Les hormones qu'ils produisent sont sécrétées directement dans la circulation sanguine. De concert avec le système nerveux, le système endocrinien assure la coordination du corps. Il joue un rôle essentiel dans le processus appelé homéostasie, c'est-à-dire la maintenance d'un environnement interne stable dans le corps.

Glande thyroïde
Cette glande régularise ton taux métabolique, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les cellules de ton corps utilisent l'énergie.

Corps pinéal
La mélatonine, l'hormone que sécrète le corps pinéal, contrôle le cycle veille-sommeil.

Hypothalamus
Cette partie de l'encéphale contrôle l'hypophyse.

Hypophyse
L'hypophyse sécrète des hormones qui régulent plusieurs autres glandes qui sécrètent des hormones.

Pancréas
Cette glande produit l'insuline qui contrôle les niveaux de glycémie.

Estomac
La muqueuse de l'estomac produit des hormones qui déclenchent la sécrétion d'enzymes digestives.

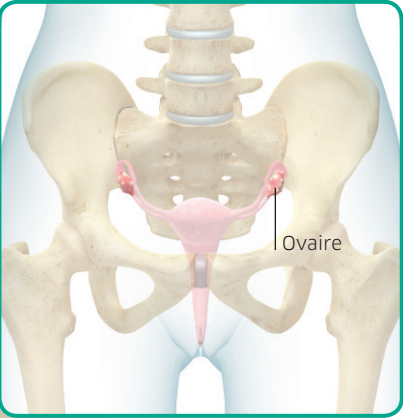
Glandes surrénales
Situées au-dessus des reins, ces glandes produisent l'adrénaline qui prépare le corps à l'action soudaine.

Cœur
Produite par le cœur, l'hormone atriopeptine réduit la pression et le volume sanguins.

Reins
L'érythropoïétine que sécrètent les reins stimule la production des globules rouges par la moelle osseuse.

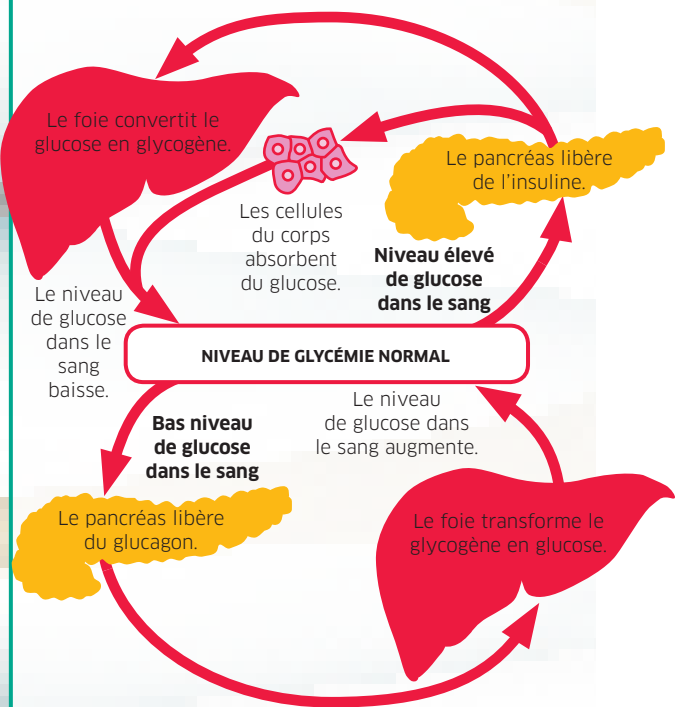
Ovaires
Les deux ovaires des femmes sécrètent de l'œstrogène et de la progestérone. Ces hormones stimulent le développement des caractéristiques sexuelles adultes chez les filles. Chez les adultes, elles régulent le cycle reproductif mensuel.

Testicules
Chez les garçons, la testostérone, l'hormone sexuelle fabriquée par les testicules, est responsable de l'apparition de caractéristiques comme le développement de la barbe.



L'équilibre glycémique

L'action des hormones vise à maintenir l'équilibre des niveaux de substances chimiques dans le corps. Par exemple, le pancréas sécrète deux hormones, l'insuline et le glucagon, qui régulent les niveaux de sucre dans ton sang. Le glucose, un sucre simple, est le « carburant » qui fournit l'énergie nécessaire à l'activité physique. L'insuline réduit les niveaux de glucose dans le sang, tandis que le glucagon les accroît. S'il y a trop de glucose dans le sang, le pancréas produit plus d'insuline; s'il n'y en a pas assez, il sécrète plus de glucagon. Ces deux hormones exercent une action concertée pour stabiliser les niveaux de glucose dans le sang.



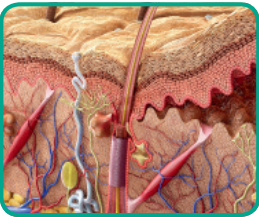
Les substances régulatrices

Chaque seconde, des substances chimiques appelées hormones se déversent dans ta circulation sanguine. Elles sont fabriquées dans ton corps et ciblent des organes dont elles contrôlent le fonctionnement.

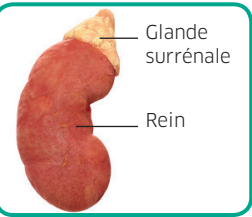
Les hormones régulent les fonctions du corps telles que la croissance, l'équilibre en eau et le développement sexuel. Elles sont fabriquées et libérées dans le sang par des organes appelés glandes endocrines. La transmission des hormones se fait plus lentement que celle des impulsions électriques qui courent à travers les nerfs, mais les effets hormonaux sont habituellement plus durables. Les hormones atteignent chaque partie du corps par l'intermédiaire du sang, mais n'exercent leur action que sur des tissus et des organes cibles spécifiques. Parvenues à destination, elles amorcent des changements chimiques majeurs à l'intérieur des cellules, excitant ou inhibant parfois certains gènes pour modifier le fonctionnement d'une cellule.

La glande maîtresse

L'hypophyse, une glande de la taille d'un pois située à la base du cerveau, est souvent appelée « glande maîtresse », car son rôle dans le système endocrinien est essentiel. L'hypophyse sécrète neuf hormones différentes, dont cinq contrôlent directement des fonctions organiques majeures, tandis que les quatre autres stimulent la libération d'hormones par d'autres glandes. On voit ci-dessous les parties du corps ciblées par des hormones de l'hypophyse.



Peau
L'hormone mélanostimuline ordonne aux cellules de la peau de produire de la mélanine, un pigment qui fonce la peau.



Glande surrénale
L'hormone ACTH amène les glandes qui surmontent les reins à sécréter des hormones qui aident le corps à composer avec le stress.



Glande thyroïde
L'hormone TSH commande à la glande thyroïde de libérer de la thyroxine, une hormone qui accélère le métabolisme du corps.

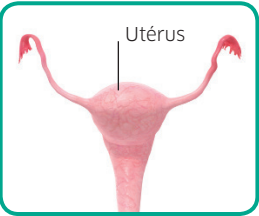
2,7 m Taille attestée de Robert Wadlow, l'individu le plus grand de l'histoire moderne, qui souffrait de gigantisme, c'est-à-dire d'une sécrétion excessive d'hormones de croissance.



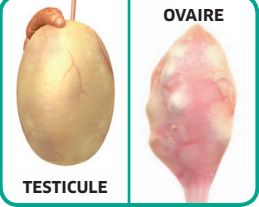
Production de lait
La prolactine, hormone sécrétée par l'hypophyse après l'accouchement, stimule la production de lait par le corps de la femme.



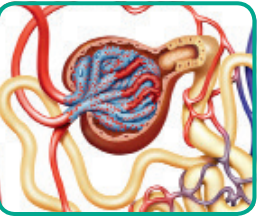
Les os
C'est grâce à une hormone de croissance qui stimule la croissance des cartilages de conjugaison des os que le corps grandit durant l'enfance.



L'utérus
Durant l'accouchement, l'ocytocine facilite l'expulsion du bébé hors du ventre de la mère en déclenchant des contractions musculaires.



Les organes sexuels
Deux hormones hypophysaires stimulent la fabrication d'hormones sexuelles par les testicules et les ovaires.



Les tubules rénaux
L'hormone ADH commande aux reins de réabsorber de l'eau contenue dans l'urine, ce qui aide le corps à retenir de l'eau.



L'éjection du lait
Quand un bébé tète, l'hypophyse sécrète l'ocytocine qui stimule l'éjection du lait maternel.

L'adrénaline

Quand tu as peur ou que tu t'excites, ton cœur bat la chamade et ta respiration s'approfondit. Ce sont là deux effets de l'adrénaline, une hormone à action rapide sécrétée par les glandes surrénales. On dit que l'adrénaline est l'hormone de la réaction de combat-fuite parce qu'elle prépare le corps à réagir rapidement en cas d'urgence, en faisant travailler davantage le cœur et les poumons.

Les sports générateurs d'adrénaline
Dans les sports nécessitant rapidité de réaction et manœuvres risquées, comme la planche aérotractée, le niveau d'adrénaline augmente en réponse à l'excitation, au risque et au stress de la compétition.



LE CYCLE DE LA VIE

Le cycle de la vie humaine s’amorce dans une seule cellule à peine visible à l’œil nu. Programmé par les gènes dont il a hérité, ce germe de vie se divise et se multiplie pour former une masse de cellules, et un nouveau corps humain commence à se développer. Notre croissance et notre développement se poursuivent jusqu’à 20 ans environ, alors qu’on est en âge d’avoir soi-même des bébés. Comme tous les êtres vivants, du plus infime virus au plus imposant des arbres, les êtres humains s’efforcent de se créer une progéniture avant d’être vieux, un processus appelé reproduction.

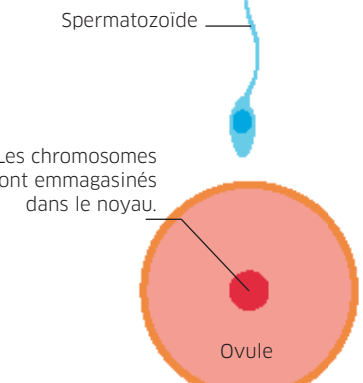
LA REPRODUCTION SEXUÉE

Les êtres humains se reproduisent sexuellement, ce qui signifie qu’il faut deux parents pour créer un descendant. La reproduction sexuée mélange les gènes provenant de ces deux individus. Des différentes combinaisons de leurs caractéristiques résulte l’unicité de chaque enfant (jumeaux identiques

exceptés). Les parents produisent des cellules spéciales dites sexuelles. Les cellules sexuelles mâle et femelle fusionnent dans le corps de la mère pour former un embryon. Au cours des neuf mois suivants, l’embryon se développe dans l’utérus pour devenir un bébé apte à vivre dans le monde extérieur.

Spermatozoïde et ovule

Les cellules sexuelles mâles sont appelées spermatozoïdes et les cellules sexuelles femelles, ovules. Les deux ne contiennent qu’un ensemble de gènes, emmagasiné dans des structures appelées chromosomes. Quand des cellules sexuelles s’unissent, ces deux ensembles de chromosomes se combinent, donnant au nouvel individu un ensemble complet de gènes.

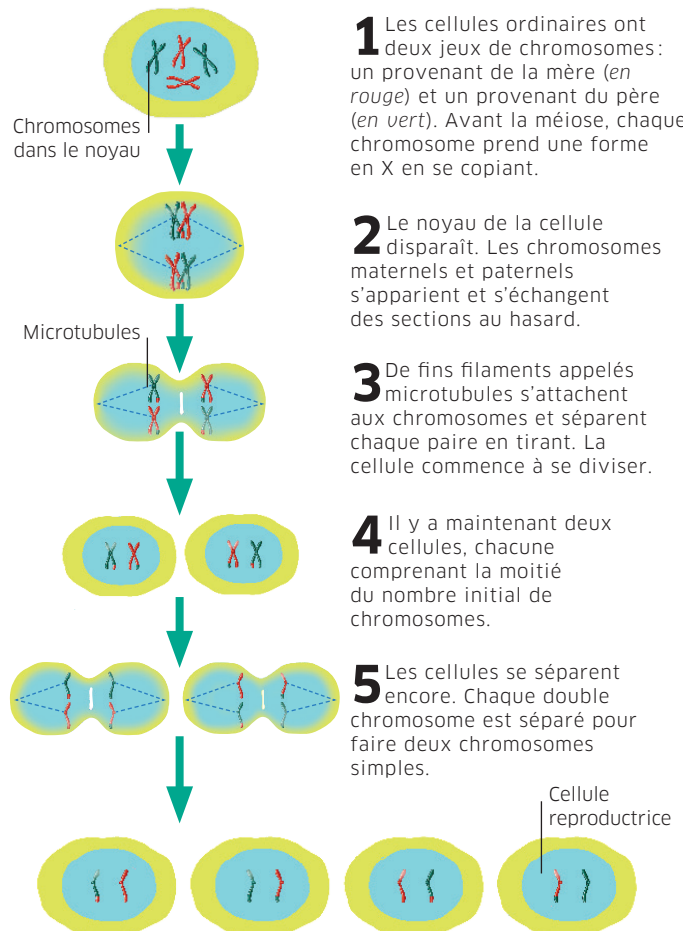


Un spermatozoïde rencontre un ovule
Les spermatozoïdes nagent à la recherche d'un ovule, puis ils tentent de s'y introduire.

LES SPERMATOZOÏDES SONT LES PLUS PETITES CELLULES DU CORPS HUMAIN, TANDIS QUE LES OVULES EN SONT LES PLUS GROSSES.

La fabrication des cellules sexuelles

Les cellules sexuelles résultent d'un type spécial de division cellulaire appelé méiose. Durant la méiose, des gènes sont répartis au hasard entre des chromosomes, et le nombre total de chromosomes est divisé par deux.



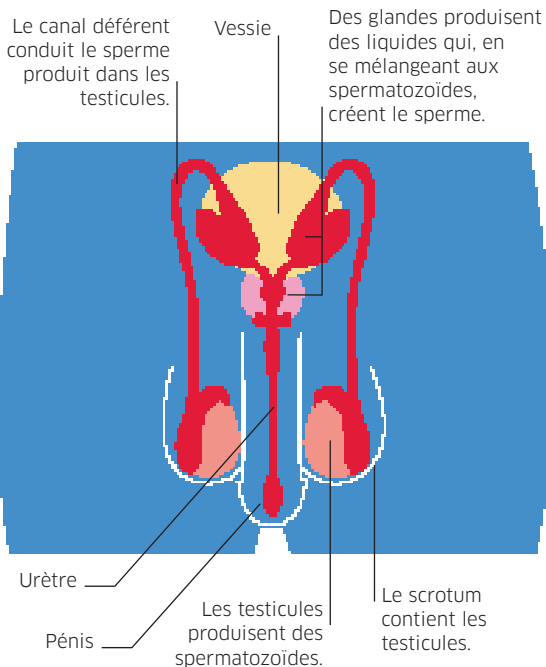
6 Il y a maintenant quatre cellules sexuelles possédant chacune une combinaison unique de gènes et la moitié du nombre normal de chromosomes. Quand deux cellules sexuelles s'unissent, le nombre complet de chromosomes est rétabli.

LE SYSTÈME REPRODUCTEUR

Le système reproducteur est constitué des parties du corps affectées à la création de bébés. Les systèmes reproducteurs mâle et femelle sont très différents. Les deux produisent des cellules sexuelles, mais celui de la femme doit aussi nourrir et protéger l'enfant qui s'y développe.

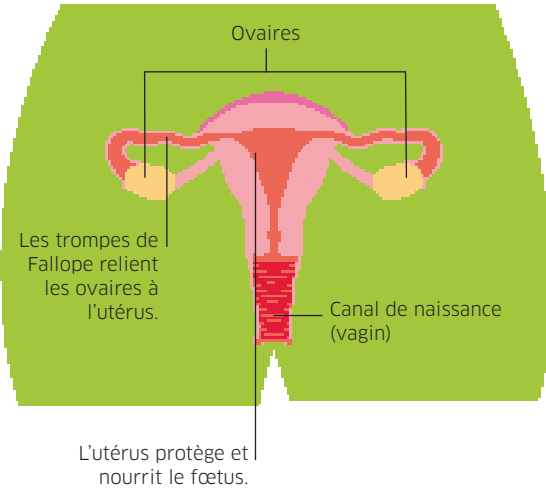
Le système reproducteur mâle

Les cellules sexuelles mâles (spermatozoïdes) sont fabriquées en permanence dans le corps de l'homme, à un rythme de 50 000 à la minute, dans des organes appelés testicules. Les testicules pendent hors du corps dans un sac de peau flasque, le scrotum. Les spermatozoïdes sont stockés dans un liquide, le sperme, qui est déversé dans le corps de la femme au moyen du pénis.



Le système reproducteur femelle

Les cellules sexuelles femelles sont fabriquées à l'intérieur du corps des filles avant même leur naissance et emmagasinées dans des organes appelés ovaires. Dans le corps d'une femme, un ovule est libéré de l'un des ovaires chaque mois et voyage à l'intérieur d'un tube vers l'utérus. Si cet ovule rencontre un spermatozoïde, la fécondation se produit, l'embryon qui en résulte se fixe dans l'utérus puis devient un bébé.



GÈNES ET ADN

Toutes les cellules vivantes portent un ensemble d'instructions qui contrôlent l'activité chimique qui se déroule en elles. Ces instructions, appelées gènes, sont stockées en un code de quatre lettres par la molécule ADN (acide désoxyribonucléique). Les cellules humaines contiennent environ 20 000 gènes. Ces gènes dirigent le processus de développement qui transforme un embryon unicellulaire en un corps humain fonctionnel fait de trillions de cellules.

Le code génétique

L'ADN est stocké dans des structures appelées chromosomes. Il y a 46 chromosomes dans le noyau des cellules ordinaires du corps. Chaque chromosome contient une seule molécule d'ADN étroitement enroulée. Si tu déroulais une molécule d'ADN, tu verrais qu'elle est faite de deux brins enroulés en forme de double hélice. Les « barreaux » qui relient ces deux brins sont faits de substances chimiques appelées bases. Il y a quatre bases différentes dans l'ADN qui forment un code à quatre lettres le long de la molécule. Un gène moyen se compose d'une séquence d'environ 3000 bases.

La molécule d'ADN

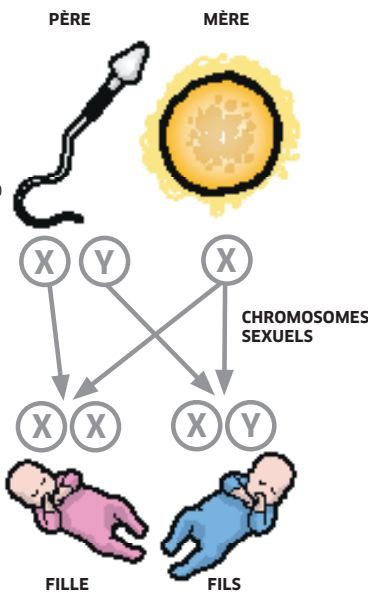
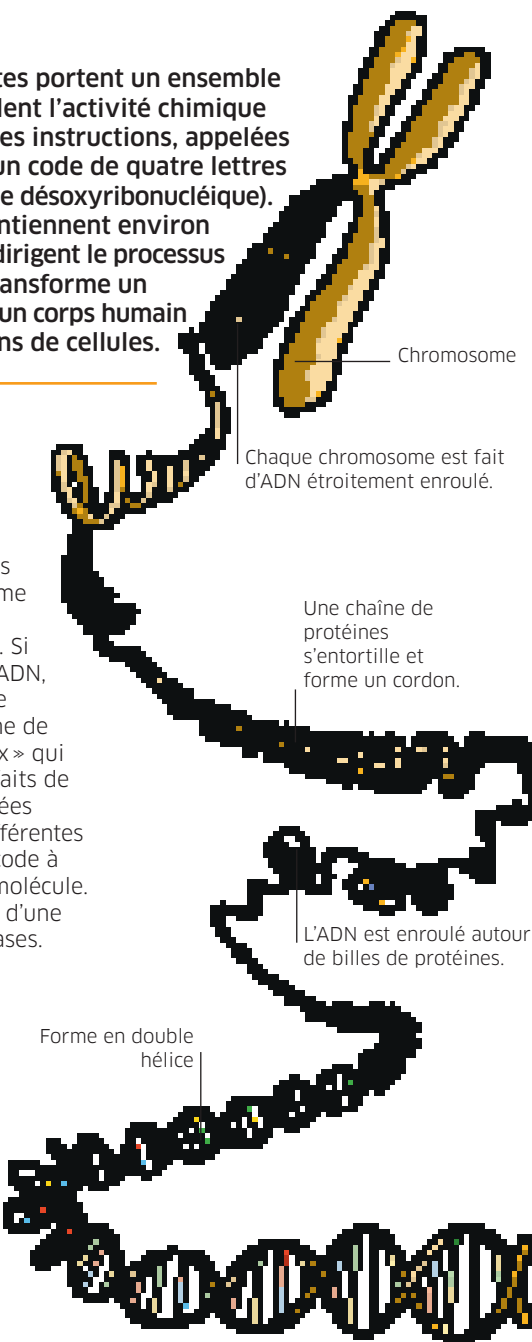
L'ADN a la remarquable capacité de faire des copies de lui-même en se séparant au milieu et en reconstruisant ensuite chaque côté. Chaque fois qu'une cellule du corps se divise, l'ADN dans le noyau se réplique, faisant une nouvelle copie de chaque chromosome et de chaque gène.

Les chromosomes sexuels

Le sexe d'une personne est déterminé par deux chromosomes particuliers, appelés X et Y d'après leur forme. Les femmes ont deux chromosomes X, et les hommes ont un chromosome X et un Y. Le chromosome Y est beaucoup plus petit que le X et contient moins de gènes (moins de 100, alors que le chromosome X en a 2000). Les ovules d'une mère portent toujours un chromosome X, tandis que les spermatozoïdes du père portent soit un chromosome X, soit un chromosome Y.

La détermination du sexe

Comme la mère transmet toujours un chromosome X à ses enfants, c'est le spermatozoïde du père qui détermine le sexe d'un bébé. Si ce spermatozoïde porte un chromosome X, le bébé sera une fille. S'il porte un chromosome Y, le bébé sera un garçon.



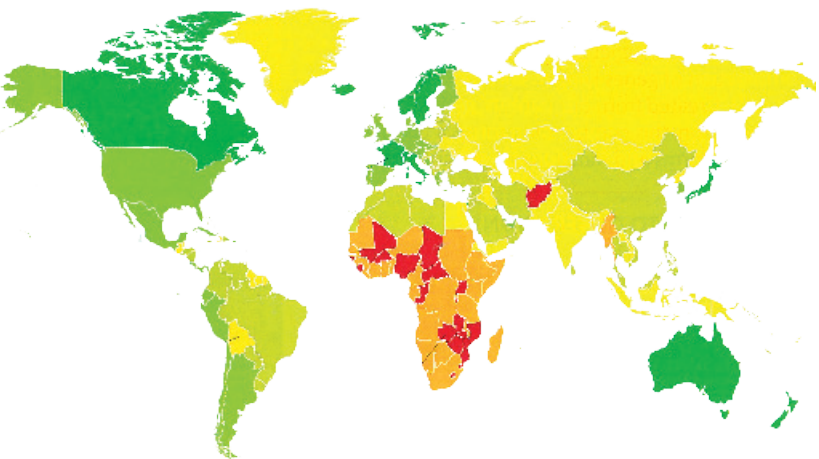
LA FIN DE LA VIE

Le corps humain n'est pas conçu pour durer toujours. Au cours de la vieillesse, plusieurs organes déclinent, et le risque de maladies comme le cancer s'accroît. Grâce aux progrès de la médecine, de l'hygiène et de la diététique, l'espérance de vie moyenne est aujourd'hui plus élevée que jamais et continue de s'améliorer. Ta durée de vie dépend en grande partie de la région du monde où tu vis.

L'espérance de vie

L'espérance de vie moyenne varie beaucoup dans le monde, en corrélation avec le niveau de richesse. Dans les parties riches, comme en Amérique du Nord et en Europe, les deux tiers des

gens vivent plus de 70 ans. Dans les parties pauvres du globe, comme en Afrique, cette moyenne est bien plus basse, en partie à cause du taux élevé de mortalité infantile.



Tranche d'âge



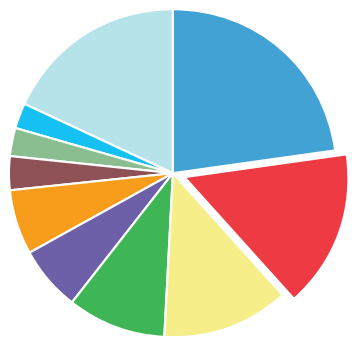
L'espérance de vie par pays

C'est au Japon que l'espérance de vie moyenne est la plus élevée, et en Afrique centrale, où une personne sur cinq seulement atteint 70 ans, qu'elle est la plus basse.

JEANNE CALMENT, UNE FRANÇAISE, EST OFFICIELLEMENT LA PERSONNE AYANT VÉCU LE PLUS LONGTEMPS. ELLE EST NÉE EN 1875 ET EST DÉCÉDÉE EN 1997 À L'ÂGE DE 122 ANS ET 164 JOURS.

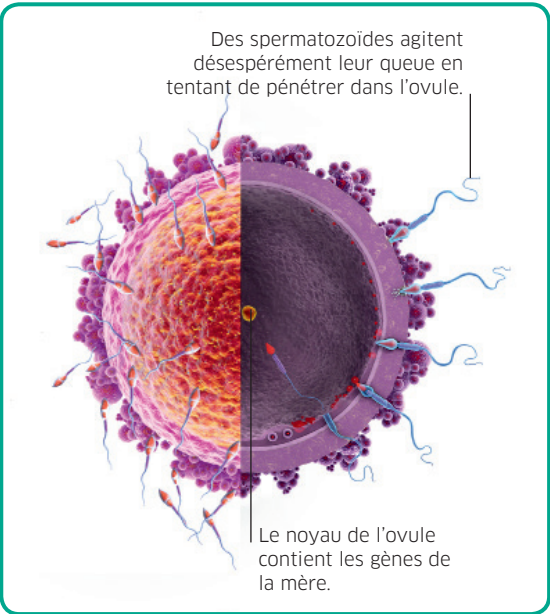
Les causes de la mort

Dans les pays en voie de développement, les maladies infectieuses dues au VIH (sida) et la malaria sont les principaux facteurs de décès. Les bébés et les jeunes enfants risquent de mourir de malnutrition ou de diarrhée dues à la présence de germes dans l'eau non potable. Dans les pays riches, où les soins de santé, les mesures d'assainissement et le régime alimentaire sont meilleurs, les principales causes de décès sont des maladies liées au vieillissement, comme les maladies du cœur ou le cancer. Les maladies pulmonaires sont une cause courante de décès dans le monde entier. Plusieurs d'entre elles sont liées au tabagisme.



Causes de décès dans le monde entier





L'ovule rencontre un spermatozoïde
Un nouvel embryon se forme quand un spermatozoïde réussit à pénétrer dans l'ovule pour y déposer ses gènes, un processus appelé fécondation. Environ 300 millions de spermatozoïdes sont libérés dans le corps de la femme durant le rapport sexuel, mais un seul d'entre eux réussira à féconder l'ovule. Les spermatozoïdes ont une queue à l'aide de laquelle ils se propulsent dans les liquides organiques, à la manière de têtards.

Ovule non fécondé
Les ovaires de la femme libèrent un nouvel ovule en moyenne une fois par mois. Les ovules sont les plus grosses cellules du corps humain, car ils sont remplis de nutriments.

Embryon
L'ovule fécondé est maintenant un embryon et commence à se diviser.

Amas de cellules
L'embryon a 4 à 5 jours quand il atteint l'utérus. Il est alors un amas de cellules ayant la forme d'une boule.

Trompe de Fallope
Un ovule met près d'une semaine à parcourir ce long tube qui relie l'ovaire à l'utérus.

Ovaire
Les femmes ont deux organes de stockage des ovules appelés ovaires. À sa naissance, le bébé fille a déjà formé ses ovules.

Paroi musculaire
La paroi de l'utérus est faite de muscles puissants qui se contractent pour expulser le bébé au cours de l'accouchement.

Dans l'utérus
L'embryon en croissance se débarrasse de l'enveloppe épaisse qui recouvrait l'ovule, ce qui l'aide à s'accrocher fermement à la paroi de l'utérus.

L'utérus
Les bébés se développent et grandissent dans l'utérus, un organe protecteur se trouvant dans le ventre de la mère. Une fois entré dans l'utérus, l'embryon s'implante lui-même dans la tendre muqueuse de cet organe et développe des prolongements en forme de doigts qui recueillent des nutriments à même le sang de la mère. La paroi musculaire de l'utérus est très extensible; elle s'agrandit à mesure que le bébé se développe.

Une nouvelle vie

Notre vie commence par une cellule ayant à peu près le diamètre du point à la fin de cette phrase. Dirigé par les gènes qui s'y trouvent et nourri par le corps de la mère, cet infime germe de vie se transforme bientôt en un être humain unique, constitué de trillions de cellules.

Une nouvelle vie s'amorce quand deux cellules sexuelles s'unissent et mettent en commun leurs gènes. La cellule sexuelle mâle (spermatozoïde) provenant du père et la cellule sexuelle femelle (ovule) provenant de la mère fusionnent à l'intérieur du corps de la mère et forment ainsi un embryon. Les premiers jours, l'embryon ne ressemble pas du tout à un corps humain, mais après quatre semaines, il a une tête, un début d'yeux, de bras et de jambes, et son cœur bat. Les images sur cette double-page illustrent ce qui se passe durant le premier mois de la vie d'un embryon.

La croissance de l'embryon

Un embryon subit une série de changements stupéfiants. Durant la première semaine, il ne grossit pas. Il se divise plutôt en deux cellules, puis en quatre, puis en huit et ainsi de suite, jusqu'à devenir un amas de cellules ressemblant à une framboise. La plupart des cellules dans cet amas vont devenir des structures qui soutiendront et nourriront la croissance du bébé, mais quelques-unes forment une plaque destinée à devenir un corps. En deux semaines environ, cette plaque prend une forme humaine reconnaissable avec tête, bras, jambes, yeux, un cœur qui bat et des organes internes.

À moins de 1 jour

Taille réelle (vue de près)

À 4 jours

Taille réelle

À 1 semaine

Taille réelle

À 2 semaines

Taille réelle

À 3 semaines

Taille réelle

À 4 semaines

Taille réelle

Implantation
Comme une graine dans le sol, l'embryon s'implante dans la tendre membrane de l'utérus et commence à se nourrir à partir des tissus de la mère.

La vie dans l’utérus

Nourri par le sang de sa mère et protégé par son corps, l'enfant à naître (fœtus) se développe rapidement dans l'utérus, doublant son poids toutes les quatre à cinq semaines.

On ne peut se rappeler notre vie avant la naissance, mais notre cerveau et les organes de nos sens fonctionnaient déjà durant cette période. Aux derniers stades de la grossesse, un enfant à naître peut voir la lueur rosée de la lumière qui filtre à travers la peau de sa mère et entendre la voix de celle-ci, ses battements cardiaques et le ressac sonore du liquide dans l'utérus. Il explore le monde aqueux qui l'entoure à l'aide de ses mains et de ses pieds et il palpe son propre corps. Submergé dans le liquide utérin, il ne peut respirer, mais il s'y exerce en aspirant du liquide qu'il avale. Pendant neuf mois, l'utérus lui procure un milieu sans danger, chaud et douillet, tandis que la circulation sanguine de la mère fournit à son corps en croissance tout l'oxygène et les nutriments nécessaires.

Prêt à naître

Vers la fin de la grossesse, le fœtus se retourne tête en bas, en préparation à la naissance. Son système digestif peut à présent assimiler de la nourriture, mais il continue à tirer des nutriments du sang de la mère par un faisceau de vaisseaux sanguins appelé cordon ombilical. À la fin de la grossesse, une couche de poils fins pousse sur tout le corps du fœtus, mais disparaît habituellement avant la naissance.

Le fœtus ouvre les yeux à six mois, mais ne peut distinguer que clarté et pénombre.

Placenta
L'oxygène et la nourriture passent du sang de la mère au sang du bébé à l'intérieur du placenta.

Vaisseaux sanguins de la mère dans le placenta

Vaisseaux sanguins du bébé dans le placenta

Cordon ombilical
Le cordon ombilical apporte au fœtus, par le placenta, l'oxygène et les nutriments provenant de la mère.

Liquide amniotique
Le fœtus flotte dans un liquide qui le protège des chocs.

Utérus
La paroi de l'utérus s'étire à mesure que le fœtus grandit.

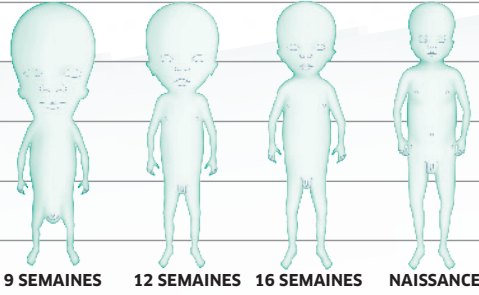
Peau
La peau du fœtus est couverte d'une substance blanche cireuse, appelée vernix caseosa, qui l'imperméabilise et l'empêche d'absorber du liquide amniotique.

Le cœur d'un bébé commence à battre quand son corps a la taille d'une lentille.

Canal de naissance
Pour naître, le bébé doit se glisser dans un étroit passage appelé canal de naissance, ou vagin.

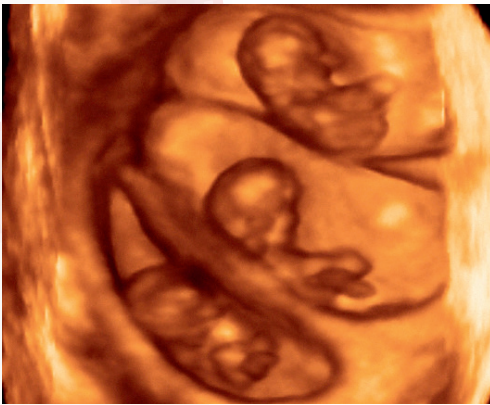
L'évolution des proportions

Comme le cerveau et le système nerveux se développent rapidement en début de grossesse, la tête grossit plus vite que le reste du corps. À neuf semaines, elle équivaut à la moitié de la longueur du fœtus et a l'air énorme. Le reste du corps se rattrape au cours des derniers mois de grossesse.



Les naissances multiples

Parfois, plusieurs bébés se développent simultanément dans l'utérus. Près d'une grossesse sur 80 produit des jumeaux et environ une grossesse sur 8000, des triplés. Les jumeaux peuvent provenir de deux ovules différents (jumeaux fraternels) ou d'un même ovule qui s'est divisé (jumeaux identiques).



Des triplés

Cette échographie fait voir des triplés qui grandissent dans un même utérus. Chaque fœtus repose dans sa propre cavité amniotique.

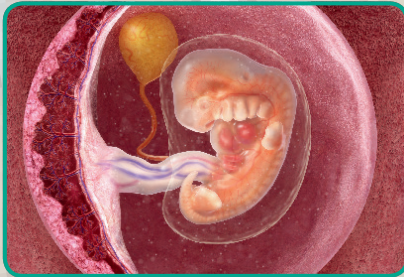
La croissance du fœtus

Les principaux organes apparaissent durant les neuf premières semaines de la vie, quand le bébé qui se développe est qualifié d'embryon. Ensuite, on l'appelle fœtus. Au cours des sept mois suivants, le fœtus grandit rapidement. Des tissus et des systèmes organiques complexes se forment, se renforcent et commencent à fonctionner. Un squelette se met en place, d'abord fait de tissu cartilagineux plutôt que d'os. Le cerveau se développe, de même que les sens: un fœtus peut voir, entendre, sentir, goûter et ressentir bien avant sa naissance.

À 4 semaines

À quatre semaines, l'embryon a la forme d'une crevette et possède une queue. Ses bras et ses jambes ne sont guère que des bourgeons. Ses yeux et ses oreilles se forment et son cœur se met à pomper du sang, au rythme de 150 battements à la minute, soit deux fois le taux d'un adulte.

GRANDEUR: 11 mm



À 6 semaines

Le visage se dessine. Les mains et les pieds se forment. Ils ont d'abord l'air de palmes, car les doigts et les orteils sont joints entre eux par de la peau. Certaines parties du squelette cartilagineux du fœtus commencent à durcir et à s'ossifier.

GRANDEUR: 1,6 cm



À 10 semaines

Le fœtus a des paupières, mais il faudra encore trois mois avant qu'elles puissent s'ouvrir. Le fœtus peut avaler et commence à uriner dans le liquide amniotique. Les articulations des coudes et des poignets sont formées, ce qui lui permet des gestes simples avec les bras et les mains.

GRANDEUR: 5,4 cm



À 15 semaines

Le fœtus a la taille d'un hamster, une énorme tête et un tout petit corps. Les traits de son visage sont bien formés et il fait des mimiques, dont des sourires et des froncements de sourcils. Il avale du liquide amniotique et hoquette si fort que sa mère le ressent.

GRANDEUR: 13 cm



À 22 semaines

A mi-chemin de la grossesse, le fœtus peut maintenant remuer ses doigts qui ont développé des empreintes digitales. Il réagit aux sons, et les grands bruits le font facilement sursauter. La mère commence à ressentir les mouvements du fœtus.

GRANDEUR: 30 cm



À 34 semaines

Le développement du fœtus est presque terminé. Ce dernier dort 90 % du temps et il rêve. Il s'exerce à respirer en inhalant du liquide environ 40 fois par minute. Il peut sentir les repas de sa mère et reconnaître sa voix.

GRANDEUR: 47 cm



À la naissance

Une fois le cordon ombilical coupé, le bébé prend sa première respiration. Du liquide s'écoule de ses poumons qui se remplissent d'air. À partir de ce moment, le bébé tirera son oxygène de l'air dans ses poumons et non plus du sang de sa mère par le placenta.

GRANDEUR: 53 cm



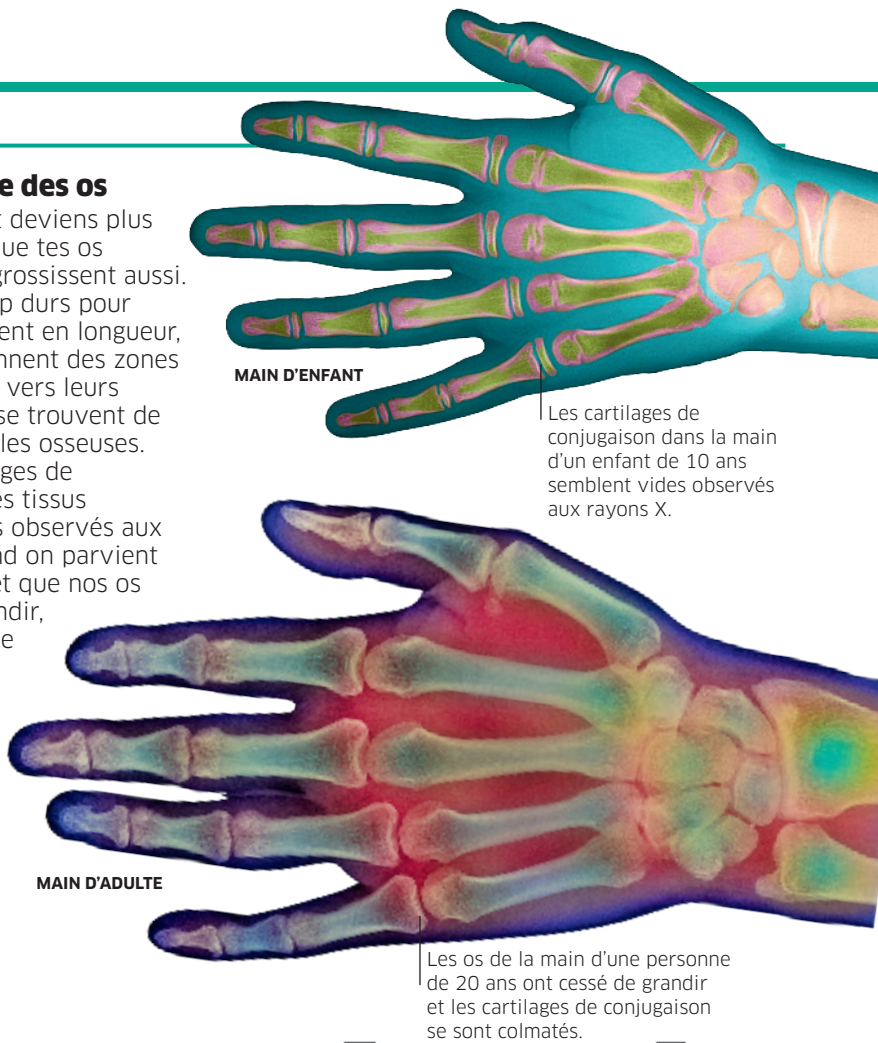
La croissance

Nos corps et nos cerveaux se transforment alors qu'on grandit. Les changements les plus spectaculaires se produisent pendant l'enfance et l'adolescence, mais on continue à changer la vie durant.

Un nouveau-né pèse environ 3 kg. Incapable de marcher, de se nourrir lui-même ou de voir à plus de quelques centimètres, il dépend totalement de ses parents. Vers 20 ans, on pèse 20 fois plus et on est capables de mener une vie indépendante. Le processus de développement qui transforme un bébé en un adulte est continu, mais il se produit deux importantes poussées de croissance durant l'enfance. L'une a lieu dans les six premiers mois de la vie, quand le poids du bébé double. La seconde se déroule à la puberté, quand la libération d'hormones sexuelles déclenche l'émergence de caractéristiques adultes. La croissance n'est pas qu'un processus physique. On se développe aussi sur les plans émotionnel et intellectuel, notre cerveau se modifie tandis qu'on acquiert lentement un savoir complexe et des aptitudes sociales nécessaires pour évoluer dans un monde d'adultes.

La croissance des os

Si tu grandis et deviens plus robuste, c'est que tes os s'allongent et grossissent aussi. Les os sont trop durs pour s'étirer seulement en longueur, mais ils contiennent des zones de tissus mous vers leurs extrémités où se trouvent de nouvelles cellules osseuses. Appelés cartilages de conjugaison, ces tissus semblent vides observés aux rayons X. Quand on parvient à l'âge adulte et que nos os cessent de grandir, les cartilages de conjugaison se remplissent d'os solide.



8 cm par an Taux de croissance maximal durant la puberté.

16 ans Âge auquel les filles atteignent généralement leur taille adulte.

18 ans Âge auquel les garçons atteignent généralement leur taille adulte.

59

Le développement du cerveau

À la naissance, la taille du cerveau d'un bébé équivaut à peu près au quart de celui d'un adulte, mais il contient presque le même nombre de cellules (environ 100 milliards). Le cerveau grandit rapidement jusqu'à l'âge de 6 ans environ, alors qu'il atteint 90 % de sa taille adulte. Au cours de la petite enfance, les neurones forment entre eux un dense réseau de connexions, donnant ainsi au cerveau de formidables possibilités d'apprentissage.

AU DÉBUT DE LA GROSSESSE, LE CERVEAU D'UN BÉBÉ PRODUIT 250 000 NOUVEAUX NEURONES PAR MINUTE.

Le cerveau de l'enfant

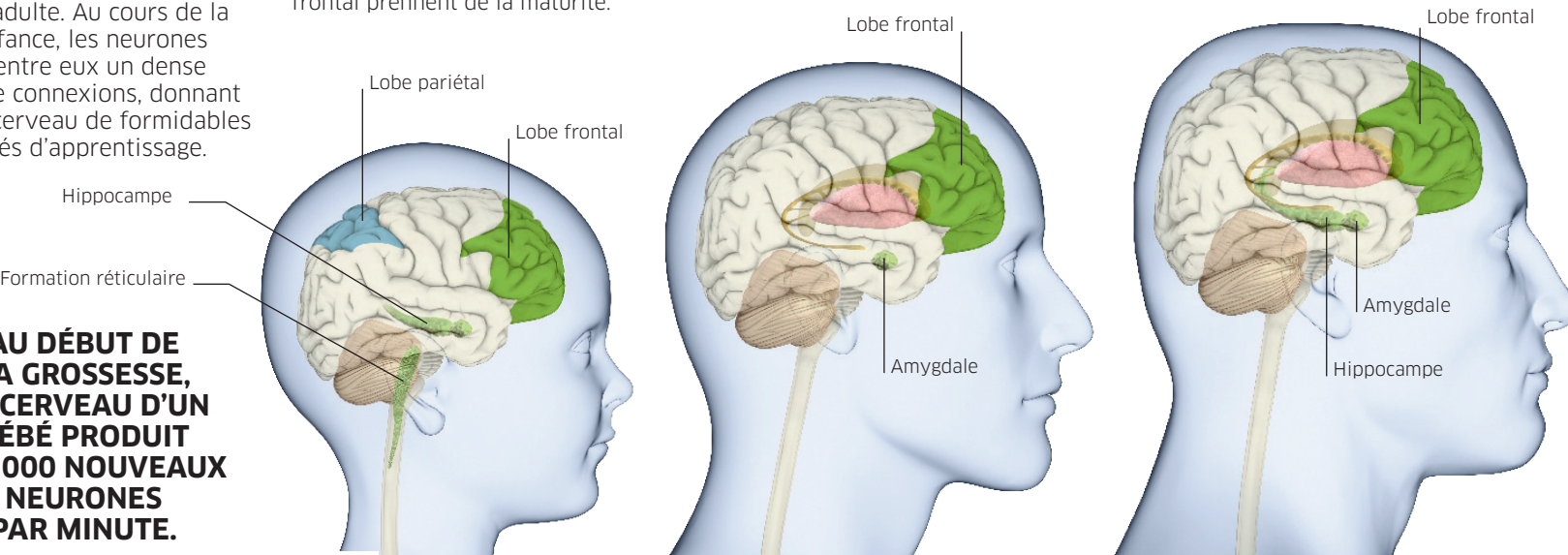
Vers l'âge de 3 ans, une partie du cerveau appelée hippocampe parvient à maturité, ce qui permet la formation de vifs souvenirs. Des changements dans l'aire appelée formation réticulaire rendent l'enfant capable d'une attention plus soutenue. Les capacités langagières s'améliorent et l'adaptation sociale se développe, tandis que le lobe temporal et le lobe frontal prennent de la maturité.

Le cerveau adolescent

La partie du cerveau qui génère les émotions (l'amygdale) est mature à l'adolescence, mais l'aire qui intervient dans la réflexion et la planification (le lobe frontal) ne l'est pas. C'est pourquoi les adolescents sont portés à réagir impulsivement sans réfléchir. Les réseaux neuronaux peu utilisés sont élagués au cours de l'adolescence.

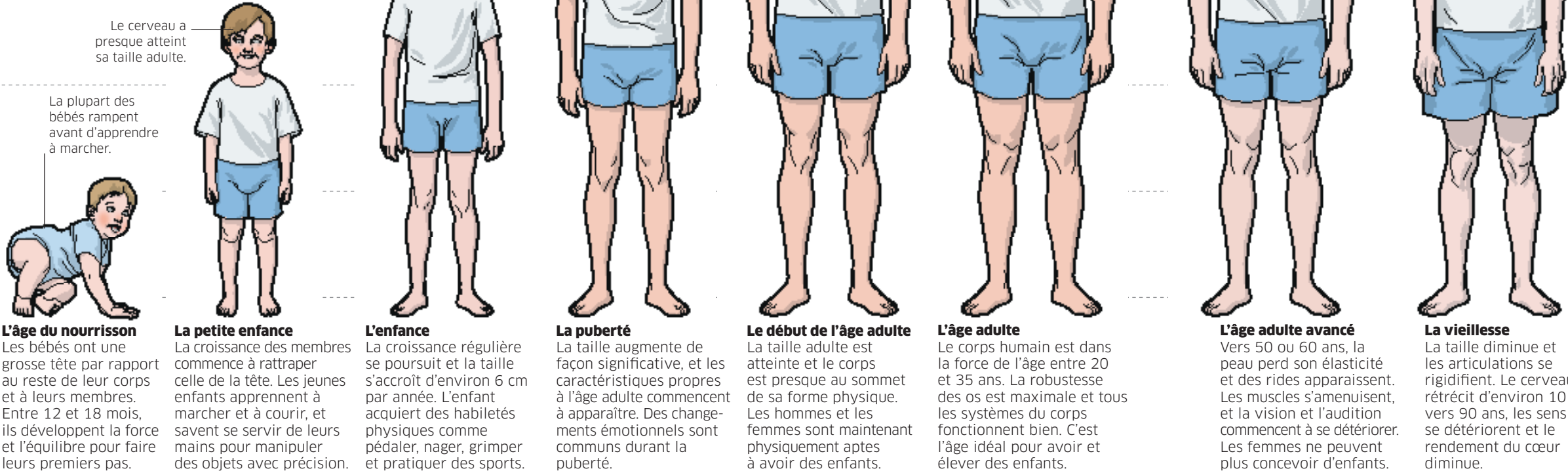
Le cerveau adulte

À l'âge adulte, le lobe frontal mûrit, ce qui permet des perceptions plus réfléchies et tempère l'influence de l'amygdale. Les circuits non utilisés ont été élagués, ce qui diminue l'aptitude du cerveau à acquérir de nouvelles habiletés. Mis à part une zone appelée hippocampe, la plupart des parties du cerveau ne peuvent générer de nouveaux neurones.



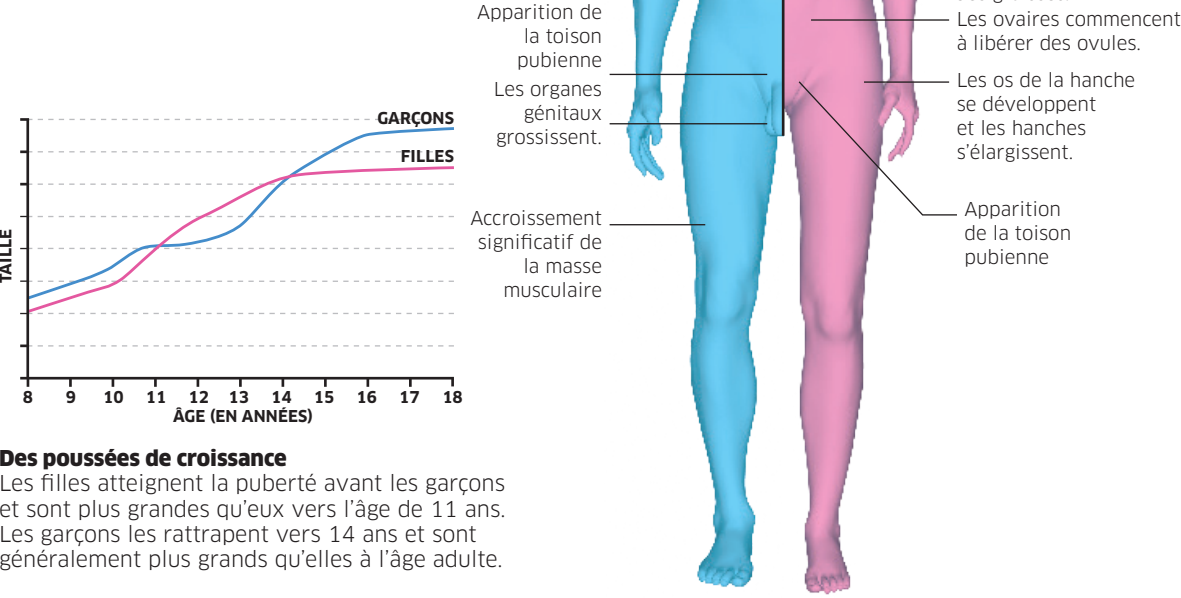
Le corps se transforme

Le corps humain change continuellement durant la vie. De la naissance à 18 ans, une personne se développe, passant d'un bébé sans défense, dont la survie dépend de ses parents, à un adulte indépendant, capable d'élever ses propres enfants. Durant la vingtaine et la trentaine, les hommes et les femmes sont dans la fleur de l'âge. Après la mi-trentaine, toutefois, le corps commence lentement à décliner. La vitesse de détérioration varie d'un individu à l'autre, selon la génétique et le style de vie.



La puberté

Entre 10 et 14 ans chez les filles et entre 11 et 15 ans chez les garçons, le corps connaît une période de croissance rapide et un développement sexuel appelé puberté. Les hormones sexuelles libérées par les organes reproducteurs génèrent plusieurs changements : l'apparition de poils, le développement des seins, le déclenchement du cycle menstruel, la modification de la forme du corps, etc. La maturation du cerveau entraîne aussi des changements émotionnels et comportementaux.



Des poussées de croissance

Les filles atteignent la puberté avant les garçons et sont plus grandes qu'eux vers l'âge de 11 ans. Les garçons les rattrapent vers 14 ans et sont généralement plus grands qu'elles à l'âge adulte.

Les gènes et l'ADN

Empaquetées à l'intérieur de chaque noyau cellulaire dans ton corps, des instructions gèrent le fonctionnement et le développement de ton organisme. Ces instructions, les gènes, sont enregistrées sous la forme d'un code de quatre lettres par la molécule d'ADN.

À moins d'être une jumelle ou un jumeau identique, tu as un ensemble de gènes unique qui te différencie de quiconque. La moitié de tes gènes proviennent de ton père et l'autre moitié, de ta mère. Ces deux ensembles se sont unis pour former un ensemble complet, ou génome, doté d'une version maternelle et paternelle de chaque gène. Ton génome contrôle la plupart de tes caractéristiques physiques. Il influe de plus sur tes aptitudes et sur ta personnalité.

L'ADN

L'ADN est une molécule formidablement longue mais fine. Elle a la forme d'une échelle torsadée dont les barreaux épellent un code composé de quatre lettres. Ces lettres représentent des substances chimiques dans les barreaux: A (adénine), T (thymine), C (cytosine) et G (guanine). Un gène est un segment d'ADN formé d'une certaine séquence de lettres, comme un paragraphe dans un livre. Les gènes les plus courts ne comportent que quelques centaines de lettres; les plus longs en contiennent des millions.

Les quatre bases

- Guanine
- Cytosine
- Thymine
- Adénine

Si tu mettais bout à bout l'ADN contenu dans chaque cellule de ton corps, tu obtiendrais une longueur suffisante pour l'étendre jusqu'au Soleil aller et retour **400 fois.**

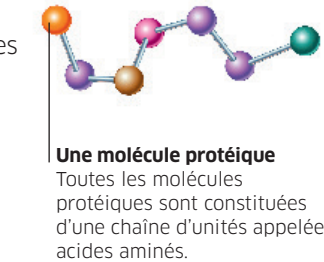
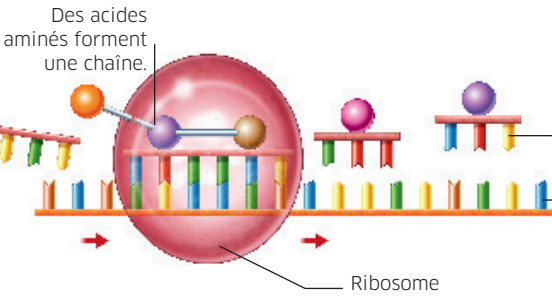
Double hélice
L'ADN est une molécule double: elle se compose de deux brins parallèles, tous deux porteurs du code génétique. La molécule peut se copier elle-même en se scindant au milieu et en reconstruisant ensuite les deux moitiés manquantes.

Paires de bases
Chaque « barreau » comprend deux bases appariées. L'adénine s'apparie toujours avec la thymine, et la cytosine, toujours avec la guanine.

Structure
La structure de l'ADN se compose d'une alternance d'unités de sucre et de phosphate qui forment une chaîne.

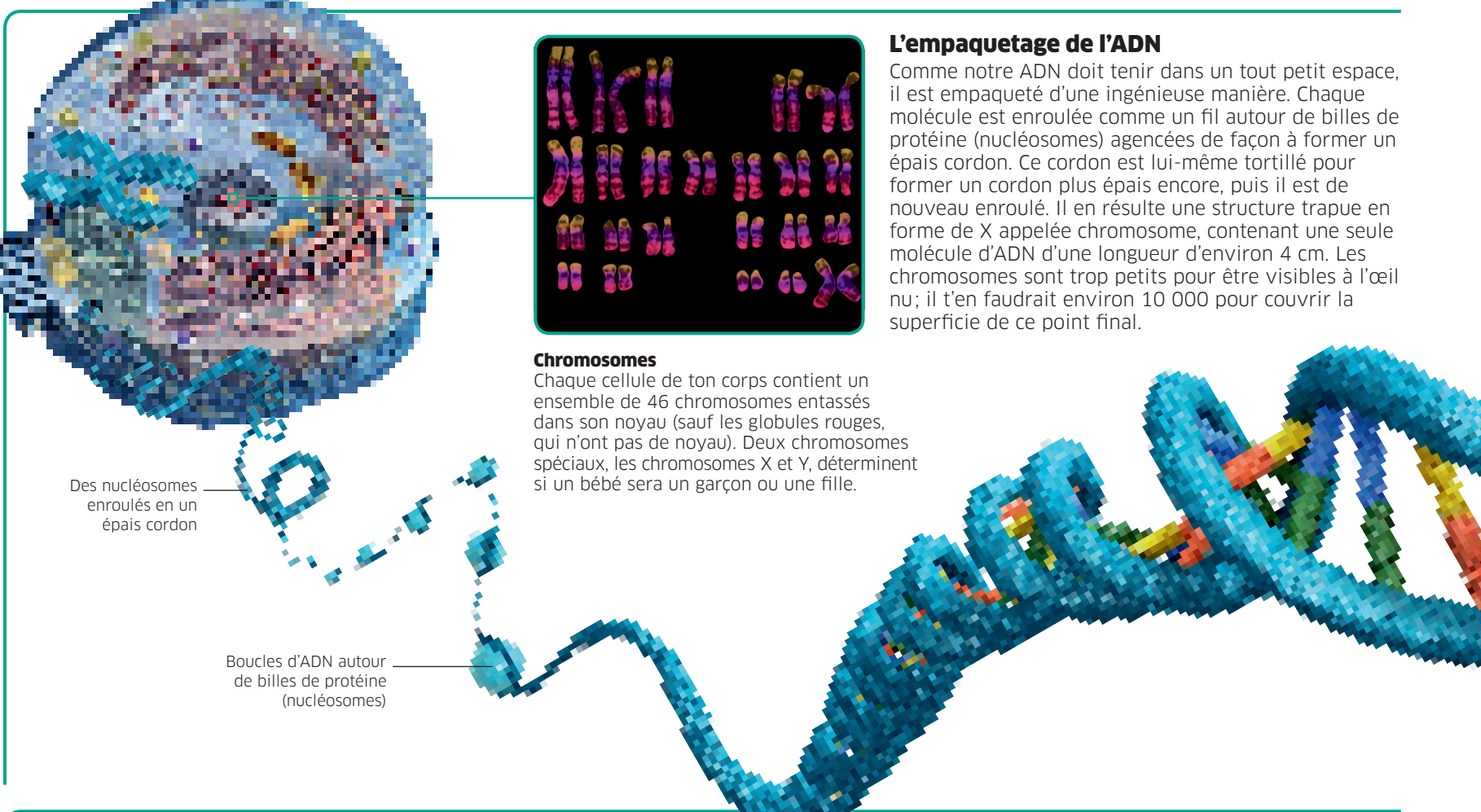
La fabrication des protéines

Dans la plupart des gènes, la séquence des lettres est un code de la séquence d'acides aminés nécessaire à la fabrication d'une molécule appelée protéine. Les protéines constituent les tissus de ton corps et contrôlent l'activité chimique à l'intérieur des cellules. Chaque type d'acide aminé est épelé par une séquence de trois lettres dans l'ADN. Pour fabriquer une protéine, une cellule copie le code provenant d'un gène sur une molécule appelée ARN messager. Celui-ci sert de modèle à l'ARN de transfert, qui met en place les acides aminés.



L'ARN de transfert
Ces courts brins d'ARN transportent des acides aminés spécifiques à l'intérieur d'une cellule.

L'ARN messager
Cette molécule porte le code génétique d'un gène à un ribosome (site de fabrication de protéines).



L'héritage génétique

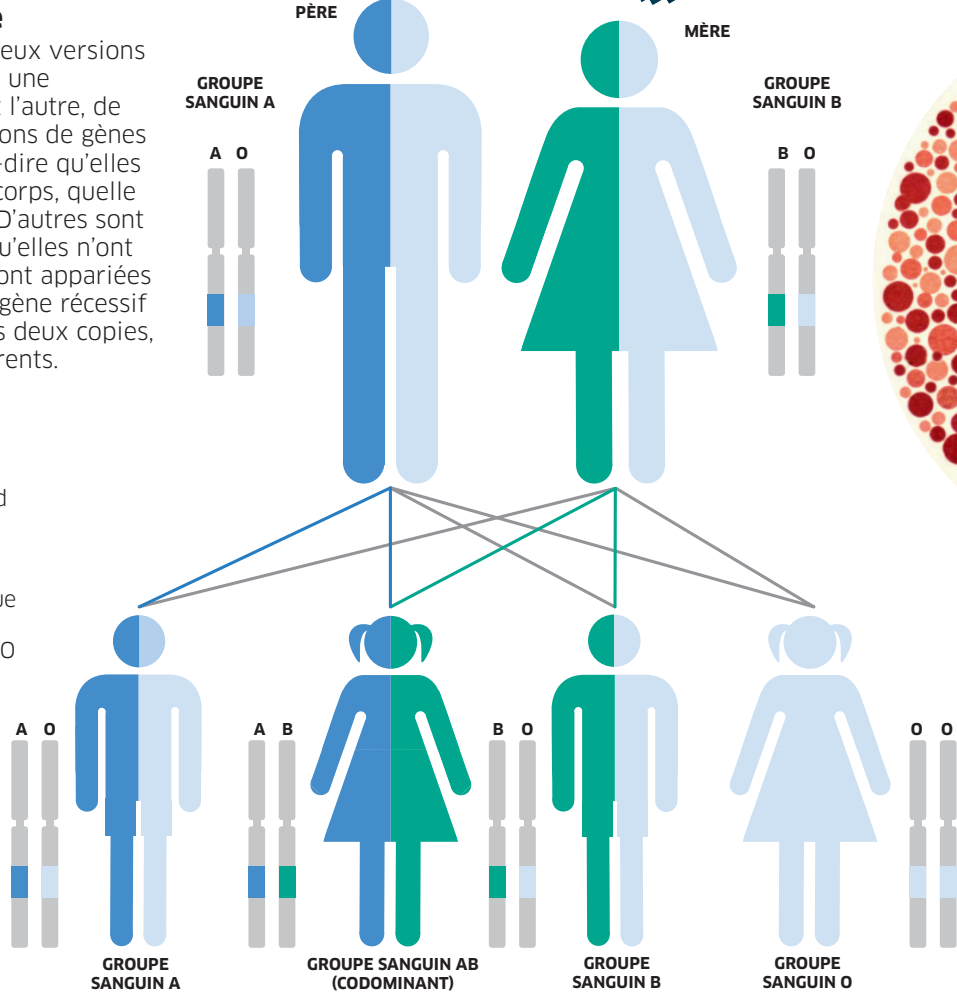
Ton génome comprend deux versions (allèles) de chaque gène: une provenant de ta mère, et l'autre, de ton père. Certaines versions de gènes sont dominantes, c'est-à-dire qu'elles exercent un effet sur le corps, quelle que soit l'autre version. D'autres sont récessives, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas d'effet quand elles sont appariées à un gène dominant. Un gène récessif n'a d'effet que si tu en as deux copies, une de chacun de tes parents.

Les groupes sanguins

Ton groupe sanguin dépend de la combinaison d'allèles que tu portes. Les allèles A et B sont tous deux des gènes dominants, tandis que l'allèle O est récessif. Seuls les gens ayant deux gènes O sont de groupe sanguin O.

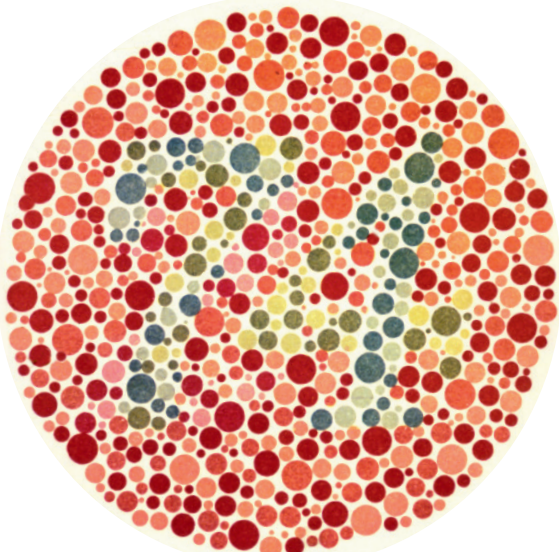
Légende

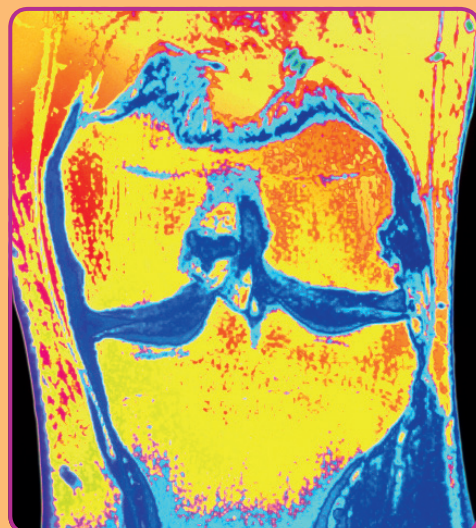
- Allèle A
- Allèle B
- Allèle O



Les gènes liés au sexe

Certains gènes sont portés par le chromosome X. Comme les garçons n'ont qu'un chromosome X, alors que les filles en ont deux, la probabilité que des gènes déficients causent des problèmes est plus élevée chez les garçons que chez les filles. On parle alors de troubles liés au sexe. Le daltonisme est un exemple courant d'un trouble lié au sexe que l'on détecte à l'aide d'images comme celle apparaissant ci-dessus. Qui ne voit pas le nombre 74 dans cette image porte peut-être le gène du daltonisme. Le daltonisme affecte 8 % des garçons de descendance européenne, mais seulement 0,5 % des filles.





MÉDECINE ET TECHNOLOGIE

La technologie nous permet aujourd'hui d'examiner le corps dans des détails stupéfiants et on comprend maintenant l'influence de notre style de vie sur notre santé. Les scientifiques ont conçu des traitements révolutionnaires de maladies et sont même en train de découvrir comment les êtres humains pourraient s'adapter à la vie dans l'espace !

1665 : Les découvertes de Hooke
Le chercheur anglais Robert Hooke présente des dessins de ce qu'il a vu à travers son microscope dans un livre intitulé *Micrographia*. Il invente le terme « cellule » pour désigner les plus petites unités de vie qu'il trouve.



1735: Un succès chirurgical
Claudius Amyand, un chirurgien anglais né en France, extrait l'appendice enflammé du corps d'Hanvil Anderson, un jeune patient. Au grand étonnement de tous, Hanvil se rétablit après l'opération.



1796: La vaccination contre la variole
Le médecin anglais Edward Jenner effectue avec succès la première vaccination. Il immunise un garçon contre la variole en lui inoculant du pus tiré d'une lésion causée par la variole.

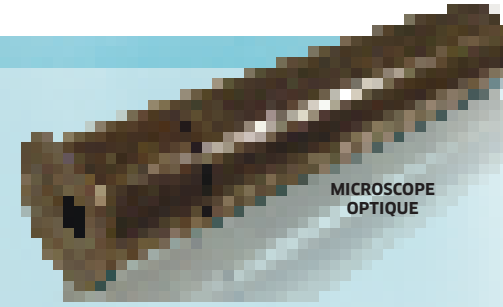


1816: Le premier stéthoscope
Le médecin français René Laennec invente le stéthoscope. Ce simple tube en bois est devenu aujourd'hui le dispositif à deux oreillettes dont les médecins se servent pour écouter les battements du cœur.



1628: William Harvey

Le médecin anglais William Harvey explique le circuit fermé de veines et d'artères qui véhiculent le sang par tout le corps dans le système circulatoire. Il comprend que le cœur fonctionne comme une pompe.



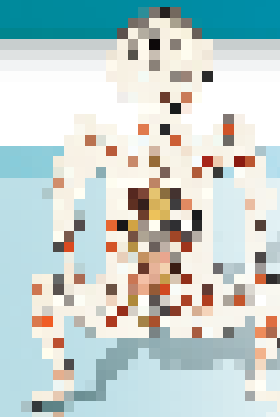
1590 : Le microscope optique

Zacharias Janssen, un lunetier hollandais, est considéré comme l'inventeur du microscope optique, un dispositif de grossissement comprenant deux ou plusieurs lentilles. La recherche médicale est transformée à jamais par cette invention.



1306 : Les premières lunettes

Première mention connue d'une paire de lunettes. Cela se fait dans le cadre d'un sermon du frère Giordano de Pise.



1242: Révélation sur le sang
Ibn al-Nafis de Damas est le premier à décrire la circulation du sang entre le cœur et les poumons. Galien avait cru que le sang passait d'une chambre du cœur à l'autre, mais c'est Ibn al-Nafis qui avait raison.

Points tournants de la médecine

Les humains ont cherché des façons de traiter les maladies et de guérir les blessures pendant des millénaires. Les premiers peuples ne pouvaient guère que prier leurs dieux ou compter sur la chance. Peu à peu, avec les progrès de la médecine et de la connaissance du corps, des traitements efficaces ont été mis au point.

En s'appuyant sur des percées antérieures, de nouvelles générations de médecins et de scientifiques ont fait progresser la connaissance. Aujourd'hui, on comprend mieux que jamais le fonctionnement du corps humain, mais il reste encore beaucoup à découvrir. La machine incroyablement complexe qui nous tient tous en vie ne cesse jamais de nous étonner.

vers 390: Un hôpital public

Fabiola, une patricienne romaine, met sur pied le premier hôpital public en Europe occidentale. Elle travaille comme infirmière dans son hôpital et est canonisée sainte Fabiola, après sa mort.



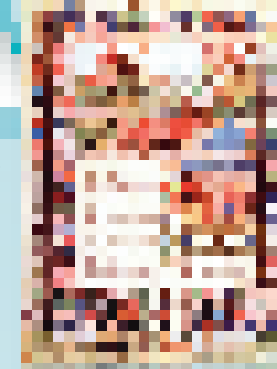
vers 1020: Traitement de la cataracte

En Irak, Ammar ben Ali al-Mawsili invente un tube de verre dont il se sert à la manière d'une seringue pour retirer les cataractes des yeux des patients.



vers 1025: Canon de la médecine

Le philosophe persan Avicenne publie son *Canon de la médecine*, qui servira de manuel aux médecins pendant 500 ans et qui sera traduit en plusieurs langues.



entre 129 et 200 environ : Galien
Galien est un médecin grec qui prend soin de plusieurs empereurs romains. Il fait de nombreuses découvertes en disséquant des singes et des porcs. Il agit comme médecin auprès des gladiateurs de sa ville natale, Pergame.



vers 250 av. J.-C. : l'école d'anatomie
Les médecins grecs Érasistrate et Hérophile ouvrent une école d'anatomie à Alexandrie, en Égypte. Ils font d'importantes découvertes sur le cœur et sur le cerveau, mais auraient, pour ce faire, disséqué vivants des criminels.

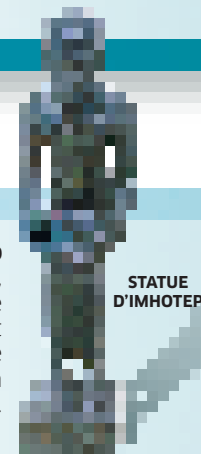


vers 420 av. J.-C. : Hippocrate
Hippocrate, un médecin de la Grèce antique, est l'un des premiers à comprendre que les maladies ont des causes naturelles et non magiques. Le serment d'Hippocrate, un vœu d'intégrité des professionnels de la santé, porte son nom.

vers 5000 av. J.-C. : La trépanation
D'anciennes civilisations de l'Afrique et des Amériques recourent à la trépanation pour traiter diverses maladies, depuis l'épilepsie jusqu'à la cécité. En perçant un trou dans le crâne du malade, on espère que les mauvais esprits qui s'y trouvent s'en échappent.



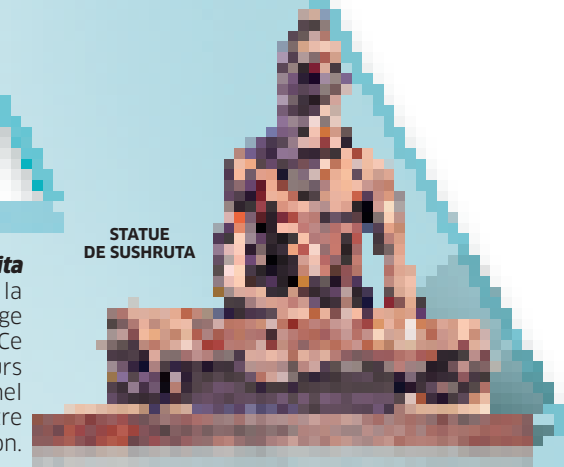
vers 2650 av. J.-C. : Imhotep
Imhotep, un Égyptien de l'Antiquité, est le guérisseur le plus célèbre de son époque. Il pose des diagnostics et conçoit des traitements pour plus de 200 maladies. Il fut adoré comme un dieu en Égypte, en Grèce et à Rome.



vers 2500 av. J.-C. : L'acupuncture
L'acupuncture est une pratique thérapeutique d'origine chinoise. Pour soulager la douleur, on insère de fines aiguilles dans le corps pour atteindre des points spécifiques sous la peau.



vers 500 av. J.-C. : Sushruta Samhita
Le médecin indien Sushruta publie la *Sushruta Samhita*, un énorme ouvrage sur la médecine et sur la chirurgie. Ce texte devient l'un des textes fondateurs de l'Ayurveda, le système traditionnel indien de santé, de bien-être et de guérison.



1849: La première femme médecin
Elizabeth Blackwell, une Britannique, est la première femme à obtenir son diplôme de médecine tant aux États-Unis qu'au Royaume-Uni. Elle va exercer sa profession à Londres et à New York.



Portrait d'Elizabeth Blackwell

1860: Des maladies atmosphériques
Le savant français Louis Pasteur prouve que des bactéries et d'autres micro-organismes se trouvant dans l'air peuvent propager des maladies contagieuses.



Louis Pasteur

1865: Des traitements antiseptiques
Le chirurgien anglais Joseph Lister fait des applications de phénol sur la blessure d'un jeune garçon. Ces traitements antiseptiques tuent les germes et préviennent les infections. Lister se voit gratifié du titre de « père de la chirurgie moderne ».

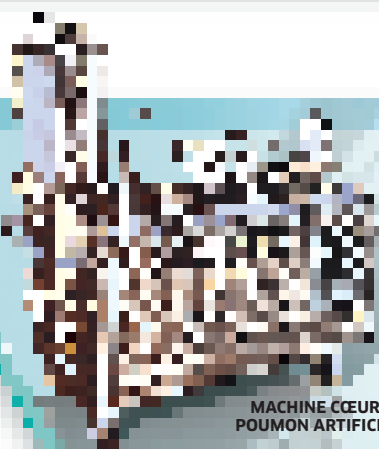


Pulvérisateur d'antiseptiques du 19^e siècle

1895: La radiographie
Le physicien allemand Wilhelm Röntgen découvre les rayons X et s'en sert pour prendre les premières images de l'intérieur du corps humain. Sa première radiographie met en vedette la main de son épouse.

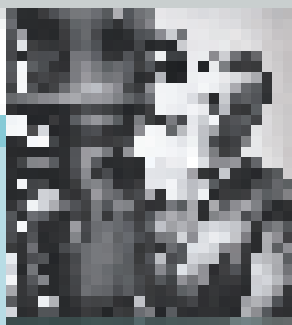


Première radiographie humaine



Machine cœur-poumon artificiel

1953: Une pompe chirurgicale
L'inventeur américain John Gibbon crée le cœur-poumon artificiel, une pompe qui assure la circulation extracorporelle du sang en remplaçant le cœur et les poumons durant la chirurgie. On l'utilise avec succès au cours d'une opération à cœur ouvert.



Ruska et son microscope

1933: Le microscope électronique
Les scientifiques allemands Ernst Ruska et Max Knoll produisent le premier microscope électronique. Cet appareil révolutionne l'imagerie médicale en produisant des images beaucoup plus détaillées que celles des microscopes optiques.



Boîte de pénicilline de Fleming

1928: La mise au point des antibiotiques
Le scientifique écossais Alexander Fleming cultive par mégarde une moisissure qui tue des bactéries. Il vient de découvrir la pénicilline, le tout premier antibiotique. Dans les années 1940, la pénicilline est produite en quantité et a sauvé, depuis, la vie de millions de personnes.



Globules rouges

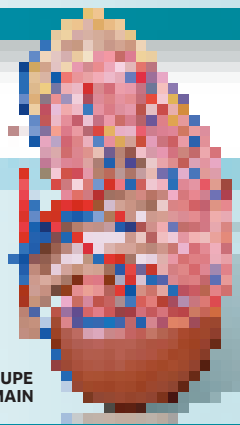
1901: Percée sur le sang
Le biologiste Karl Landsteiner découvre et nomme les groupes sanguins, qui sont plus tard appelés A, B, AB et O. Aujourd'hui, les médecins établissent la correspondance entre le groupe sanguin du patient et celui du donneur pour faire une transfusion (injection de nouveau sang).

1953: La structure de l'ADN
James Watson, Francis Crick et Rosalind Franklin montrent que l'ADN a une structure rappelant une échelle torsadée, ce qu'on appelle une double hélice.



Molécule d'ADN

1954: La transplantation d'un rein
Le chirurgien américain Joseph Murray réussit la première transplantation d'un rein humain, à Boston. Le receveur, Richard Herrick, vivra huit autres années.



Section en coupe d'un rein humain

1955: Le vaccin contre la polio
Le virologue américain Jonas Salk crée un vaccin contre la polio, une maladie qui affecte les enfants. En 2018, la polio est près d'être éradiquée.



Jonas Salk

1967: La transplantation cardiaque
Le chirurgien sud-africain Christiaan Barnard effectue la première transplantation cardiaque. Un homme de 56 ans reçoit le cœur d'une jeune femme tuée dans un accident de la route.

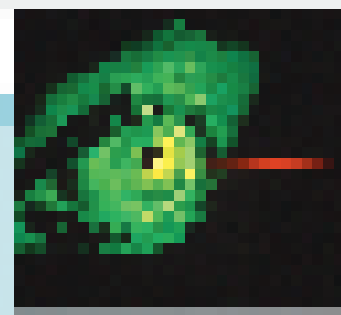


Christiaan Barnard

Le chercheur Ian Wilmut et Dolly

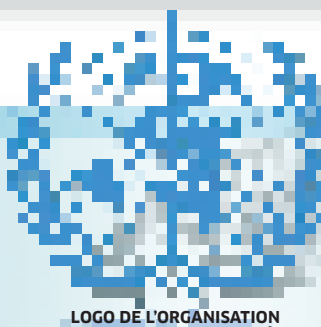


1996: Le clonage d'une brebis
La brebis Dolly est le premier mammifère à avoir jamais été cloné: elle a été cultivée en laboratoire à partir d'une seule cellule souche. Le clonage présente un potentiel immense en matière de traitement et de prévention des maladies humaines.



Chirurgie oculaire au laser

1980-1983: Les ciseaux optiques
Les chercheurs Rangaswamy Srinivasan, Samuel Blum et James J. Wynne utilisent un laser à excimère pour couper des tissus biologiques. Ce travail devient essentiel au développement de la chirurgie oculaire au laser.



Logo de l'Organisation mondiale de la Santé

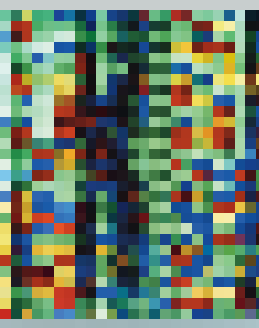
1979: Une initiative mondiale de vaccination
L'Organisation mondiale de la santé des Nations unies déclare que la variole est la première maladie à avoir été officiellement éradiquée, grâce à une campagne de vaccination mondiale.



Damadian (à gauche) avec un patient et son appareil d'IRM

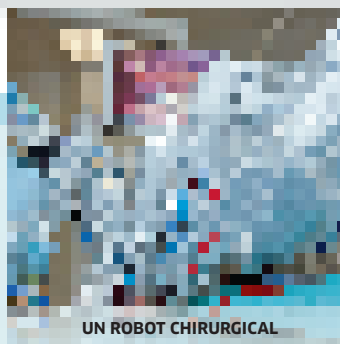
1974: L'imagerie par résonance magnétique
L'Américain d'origine arménienne Raymond Damadian obtient un brevet pour des pièces d'une machine d'imagerie par résonance magnétique (IRM), un dispositif qui crée des images médicales au moyen de champs magnétiques.

2003: Le Projet génome humain
Des scientifiques annoncent que le Projet génome humain est terminé: on dispose maintenant d'une carte électronique de l'ADN humain qui pourrait faciliter le traitement, la guérison ou la prévention de maladies héréditaires.



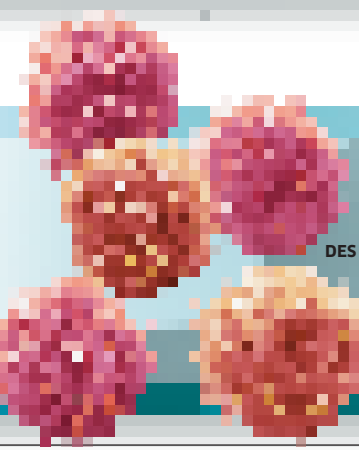
Séquence d'ADN humain

2010: Une chirurgie robotisée
Da Vinci et McSleepy, un robot chirurgien et un robot anesthésiste, effectuent à Montréal la première chirurgie entièrement robotisée. Des chirurgiens humains contrôlent les mouvements des robots à partir d'une salle de contrôle.



Un robot chirurgical

2013: La science des cellules souches
Au Japon, des scientifiques cultivent de minuscules foies humains à partir de cellules souches. Ce processus pourrait régler le problème des pénuries de donneurs d'organes et sauver des millions de vies.



Des cellules souches

2016: L'édition génique
Les scientifiques ont fait de grands progrès avec le locus CRISPR, un système biologique de modification de l'ADN. Il pourrait être bientôt possible aux médecins de remplacer des sections déficientes de notre séquence génétique de façon à prévenir une maladie.

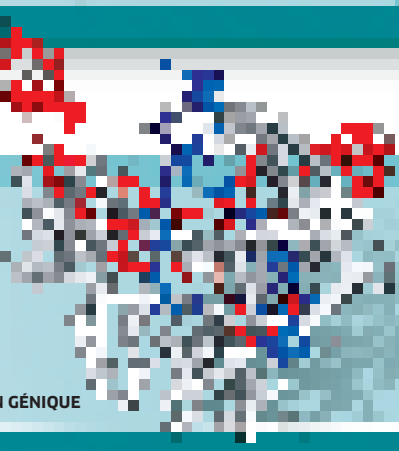


Illustration de l'édition génique

VUES DE L'INTÉRIEUR

Pendant très longtemps, la connaissance du corps humain n'a progressé que par l'observation directe: en examinant les vivants et les morts, des gens ont cherché à comprendre le corps et à traiter les maladies. En 1895, la découverte des rayons X a permis de voir des images de la structure interne d'un corps vivant. Depuis, plusieurs autres méthodes pour examiner l'intérieur du corps ont été mises au point. Les médecins recourent maintenant à des techniques d'imagerie pour améliorer diagnostic, chirurgie et traitement.

L'électroencéphalogramme (EEG)

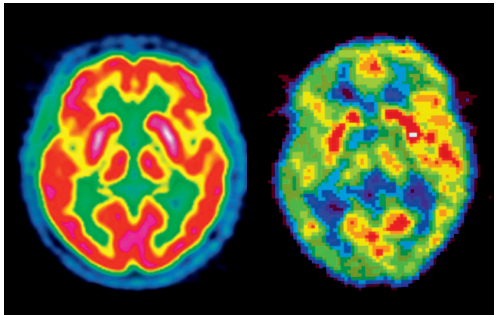
Cette technique d'imagerie permet de vérifier l'activité électrique dans le cerveau. En détectant des changements dans les niveaux d'activité cérébrale, les EEG facilitent le diagnostic de troubles comme l'épilepsie.



L'activité cérébrale
Des électrodes posées sur la tête fournissent de l'information sur l'activité cérébrale.

La tomographie par émission de positons (TEP)

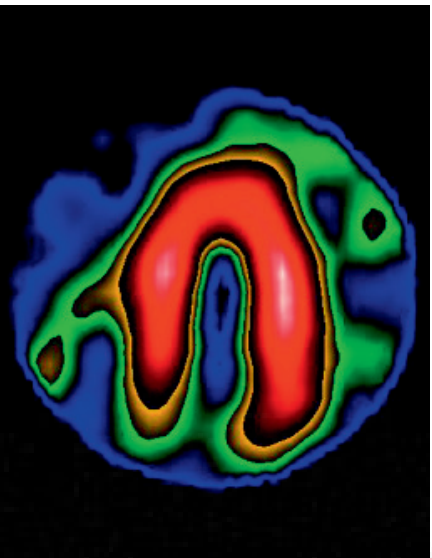
Des substances radioactives sont injectées dans l'organisme. Elles montrent les niveaux élevés et faibles d'activité cellulaire et peuvent détecter des anomalies au cerveau.



Cerveau actif et endormi
Ces deux TEP comparent l'activité cérébrale d'une personne éveillée (gauche) et endormie (droite).

Tomographie par émission de simple photon (TEMP)

Cette technique d'imagerie fonctionne au moyen de rayons gamma. Les images peuvent être composées de sections en 2D ou de reconstructions en 3D. La TEMP sert à examiner les processus corporels, comme le flux sanguin.



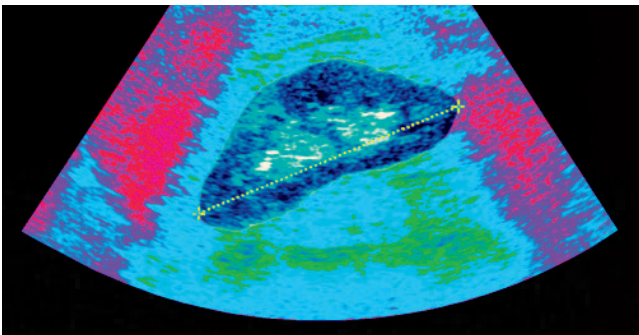
Imagerie cardiaque

Les médecins utilisent un type spécifique de TEMP pour examiner le flux sanguin dans le cœur. La TEMP peut les aider à décider si toutes les parties du muscle cardiaque sont suffisamment irriguées. Cette imagerie est celle d'un cœur en bonne santé.

L'échographie

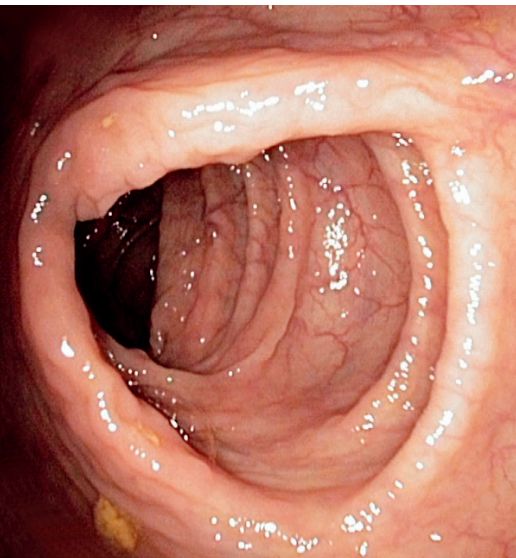
Cette technique d'imagerie produit des images à partir d'ondes sonores. L'échographie est sans danger et sert à vérifier la santé des organes ou des bébés dans l'utérus de leur mère.

Un rein
Cette échographie mesure un rein sain à l'intérieur de l'abdomen.



L'endoscopie

Un endoscope est un tube mince et flexible au bout duquel se trouve une caméra. Les médecins font pénétrer ce tube dans le corps par un orifice comme la bouche, puis examinent les images qu'il produit sur un moniteur.



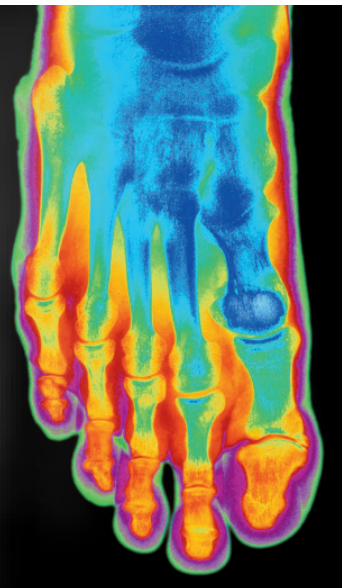
Une image endoscopique

Cette image endoscopique montre l'intérieur d'un intestin sain. Elle donne une vision claire des anneaux musculaires et de plusieurs vaisseaux de la paroi intestinale. L'endoscopie est utilisée pour détecter des ulcères et d'autres problèmes.

Les rayons X

Les rayons X sont un type de rayonnement de haute énergie. Les rayons sont projetés à travers le corps et sur un film photographique. Les parties dures du corps, comme les os, absorbent ces rayons et forment une image claire sur le film. Les tissus mous ne sont pas aussi visibles, car les rayons les traversent aisément.

Les os d'un pied
Les os d'un pied droit apparaissent en jaune, en vert et en bleu sur cette radiographie couleur. Les zones rouges et pourpres sont des tissus mous.

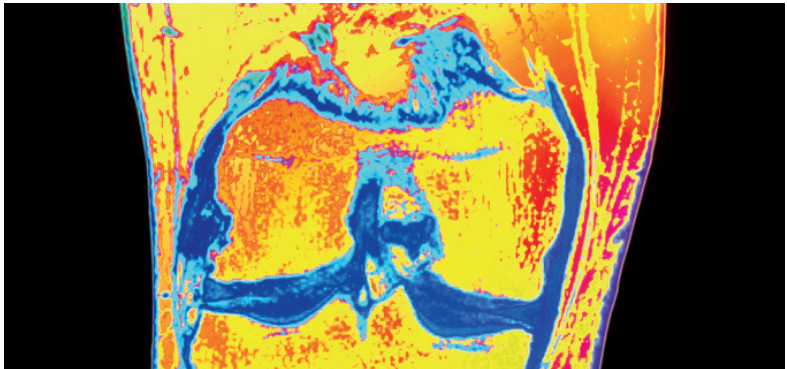


L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

Les appareils d'IRM utilisent des aimants puissants pour stimuler les tissus du corps et les amener à émettre des ondes radio. Ces ondes radio peuvent alors servir à créer des images détaillées de structures à l'intérieur du corps.

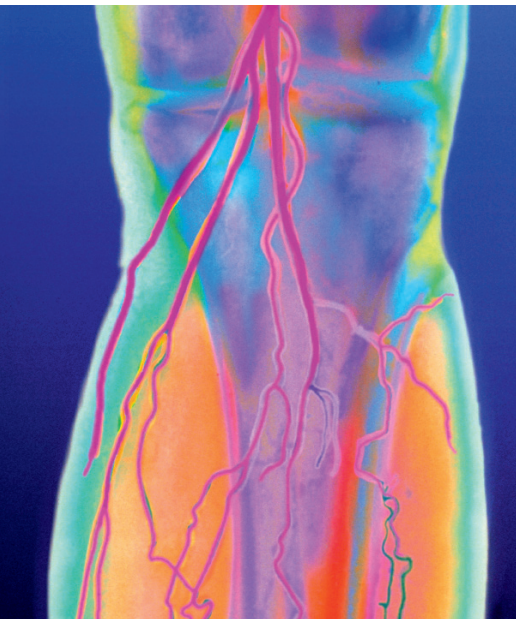
À l'intérieur d'un genou

Cette IRM montre le genou d'un homme. Les zones en jaune sont des os et les cartilages apparaissent en bleu. Ce type d'imagerie est souvent utilisé pour diagnostiquer des blessures sportives.



L'angiographie

Pour réaliser ce type d'imagerie, on doit d'abord injecter au patient un colorant spécial qui se verra aux rayons X. Le colorant fait ressortir les vaisseaux sanguins abîmés ou bloqués.

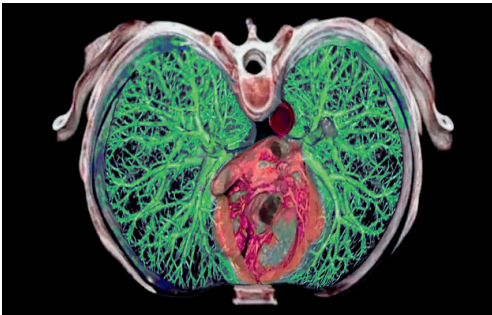


Les artères d'un genou et d'une jambe

Les artères dans le genou et le mollet apparaissent clairement comme des tubes mauves sur cette angiographie.

La tomodensitométrie (TDM)

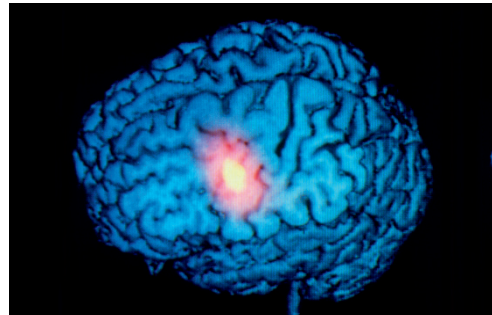
Les tomodensitomètres tournent autour d'une personne et prennent des radiographies par « tranches » en 2D de son corps. Ces images peuvent être disposées les unes sur les autres pour produire des images en 3D.



Les poumons et le cœur
Cette image présente des poumons (en vert) et un cœur (en rouge). En l'examinant, les médecins peuvent dire si les organes sont sains ou non.

La magnétoencéphalographie (MEG)

La MEG enregistre les courants électriques dans le cerveau et les forces magnétiques qu'ils génèrent. Les lectures produisent des images digitales du cerveau appelées « images de la pensée ».



Des neurones en action
Cette MEG du cerveau révèle la zone (brillante) où des neurones transmettent aux muscles la commande de bouger un doigt.

EN BONNE SANTÉ

Au 21^e siècle, la population mondiale est généralement en meilleure santé que jamais auparavant et les gens vivent plus longtemps. Des découvertes médicales, l'accès aux hôpitaux et des programmes de vaccination ont permis de prévenir des maladies et de mettre au point des traitements efficaces. Toutefois, les gens peuvent aussi faire leur part en adoptant un style de vie plus sain, avec une bonne alimentation, un exercice physique régulier et un bon sommeil.

LA RECETTE D'UNE BONNE SANTÉ

La plupart des gens des pays développés peuvent choisir un style de vie qui contribuera à les garder en bonne santé. Toutefois, les gens vivant dans le monde en développement ont moins de choix et il peut leur être difficile de vivre sainement.

Un bon régime alimentaire

Il est important d'avoir un régime équilibré et de manger en quantité appropriée. Il est nuisible de manger trop ou trop peu. L'Organisation mondiale de la santé estime que 39 % des adultes sur Terre ont un excès de poids, alors que 14 % sont sous-alimentés. La grande majorité des gens qui souffrent de la faim vivent dans les pays en développement.



Le poisson, c'est la santé

Ce marché japonais vend toutes sortes de poissons et de fruits de mer. Le Japonais moyen mange 85 g de poisson par jour, ce qui équivaut à la ration hebdomadaire de poisson d'un Américain. Ce régime alimentaire riche en poisson contribue sans doute à faire du Japon l'une des nations ayant la meilleure santé au monde.

L'exploitation du corps

Le corps humain est bâti pour l'activité. L'exercice physique régulier renforce le cœur et contribue à la santé du cerveau, des cheveux et de la peau. Dans le monde développé, la plupart des gens ne font pas suffisamment d'exercice. De récentes études démontrent qu'au Canada 85 % des adultes ne font pas même la quantité minimale d'exercice recommandée.

Les soins de santé

Grâce à l'amélioration des soins de santé, on peut désormais prévenir et traiter plusieurs maladies, et de l'aide est disponible en cas d'urgence. Des systèmes de santé efficaces transforment les communautés en donnant accès à des cliniques, à des médecins, à des sages-femmes et aux médicaments. En leur apprenant à détecter les signes de maladie, l'éducation sanitaire permet aux gens d'accéder à un traitement médical en temps opportun.



L'élévation des standards

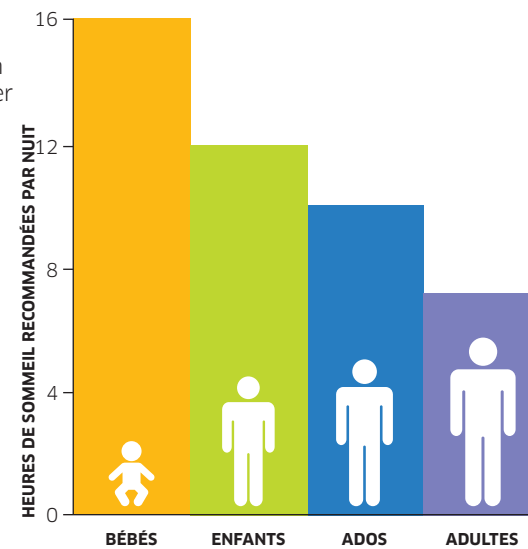
Grâce à la mise en place d'un plan de santé communautaire, les femmes du Rwanda accouchent maintenant dans de meilleures conditions, et le nombre de bébés qui survivent à la naissance a connu une énorme augmentation.

La détente

Le cerveau humain a besoin de sommeil pour fonctionner correctement. En fin de journée, le corps se met à libérer des substances chimiques qui limitent l'activité neuronale. Cela restreint l'activité cérébrale en prévision d'une nuit de sommeil réparateur.

Les endormis

En général, plus une personne est jeune, plus elle a besoin de sommeil. Les bébés dorment jusqu'à 16 heures par jour, tandis qu'environ 7 heures de sommeil suffisent aux adultes pour rester en forme.



Le travail ardu

Le corps humain est en mesure d'effectuer des tâches extrêmement exigeantes physiquement, comme le travail dans les mines. Ces emplois sont cependant dangereux à cause des risques liés à la poussière, aux vapeurs ou aux accidents de travail.

ON PROGRESSE

Il y a environ 200 ans, seule la moitié des nouveau-nés dans le monde auraient vécu jusqu'à cinq ans, alors que plus de 90 % d'entre eux survivent à présent. À l'échelle mondiale, l'espérance de vie moyenne des gens est maintenant de 70 ans, ce qui est deux fois plus qu'en 1913. Des plans de santé globaux, comme ceux qu'administrent les Nations unies, ont joué un rôle clé dans ce progrès.

L'eau potable

L'eau non potable est l'une des plus importantes menaces pour la santé humaine. Des millions de personnes meurent encore chaque année de maladies causées par l'eau non potable. La contamination de l'eau peut provenir de germes qui s'y trouvent, mais aussi de substances chimiques comme l'arsenic qu'elle contient naturellement. Fournir de l'eau potable est un moyen rapide d'améliorer la santé de communautés entières.

Une pompe à eau

Des projets de service d'eau publique peuvent sauver des vies en zones rurales. Ces gens, en République centrafricaine, tirent de l'eau d'une pompe qui vient d'être réparée.

UNE PERSONNE SUR NEUF N'A PAS ACCÈS À UN APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE.



LES MENACES POUR LA SANTÉ

Nous sommes impuissants face à certains facteurs qui affectent la santé. Les catastrophes naturelles, les guerres et les épidémies mettent la santé en danger. L'environnement dans lequel nous vivons influe aussi sur notre bien-être. Les scientifiques cherchent continuellement des moyens de réduire les conséquences de ces situations auxquelles les gens doivent faire face.

Le changement climatique

Élévation des températures, conditions météorologiques extrêmes, élévation du niveau de la mer et périodes de sécheresse : les signes du changement climatique sur la Terre sont accablants. Ce changement pourrait provoquer des famines résultant de mauvaises récoltes, un accroissement des maladies infectieuses et des blessures causées par des tempêtes et des inondations.



Le dommage causé par les inondations

Cette vue aérienne montre le résultat d'une inondation en Allemagne en 2016. Les inondations peuvent causer l'itinérance, la perte de terres agricoles et la propagation de maladies hydriques.

La pollution atmosphérique

La fumée des usines et des incendies, les gaz d'échappement des voitures et la pollution chimique sont autant de menaces à la santé des gens. On estime qu'en 2012, la pollution atmosphérique a causé la mort de 3,7 millions de personnes dans le monde.

Des masques protecteurs

Des habitants de Zhongwei, en Chine, portent des masques pour filtrer l'air pollué.

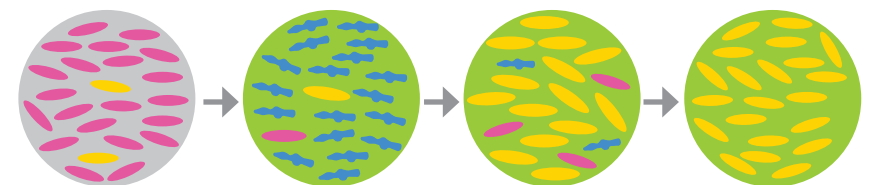


La résistance aux antibiotiques

Le traitement des infections à l'aide d'antibiotiques est l'un des plus importants progrès de la médecine. Toutefois, certains microbes ont développé une résistance à tous les antibiotiques connus.

Légende

● Bactérie normale ● Bactérie résistante ● Bactérie morte



Des bactéries résistantes
Cette séquence illustre la rapidité avec laquelle un petit nombre de bactéries résistantes peuvent se développer.

Stade 1
Quelques bactéries s'adaptent et deviennent résistantes.

Stade 2
Un antibiotique tue les bactéries « normales ».

Stade 3
Les bactéries résistantes se multiplient.

Stade 4
Les bactéries résistantes au médicament prennent les commandes.

Le recul de la maladie

Le contrôle des maladies infectieuses a fait d'immenses progrès. Aux États-Unis, en 1900, ces maladies causaient 53 % des décès, mais, en 2010, elles n'étaient plus responsables que de 3 %. Les principaux facteurs de ce recul ont été : l'amélioration des conditions de vie, les antibiotiques et la vaccination.



Faire échec à la polio

Ce petit garçon reçoit un vaccin contre la polio, une grave maladie infantile. Depuis la mise au point d'un vaccin dans les années 1950, les cas de polio ont diminué de 99 %.

Un meilleur assainissement

La collecte et le traitement des excréments humaines empêchent la contamination des sols, de la nourriture et de l'eau, ainsi que l'afflux d'insectes nuisibles. Encore 2,4 milliards de personnes n'ont pas accès à des toilettes hygiéniques.

Une latrine communale

Cette simple toilette, ou latrine, améliore la vie dans un village du Libéria.



LES CORPS DU FUTUR

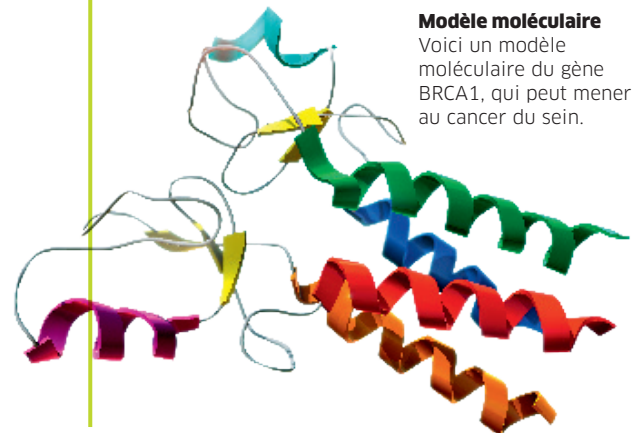
Les scientifiques cherchent constamment de nouveaux moyens de nous aider à nous sentir bien et à vivre plus longtemps. Certains s'attachent à la prévention et au traitement des maladies en étudiant notre ADN et notre constitution génétique. D'autres conçoivent des implants bioniques pour remplacer des membres et des organes internes. Ces progrès sont en train de transformer la vie de gens du monde entier.

LA THÉRAPIE GÉNIQUE

Dans les années 1980, de nouvelles découvertes sur la structure de l'ADN ont mené à la création de la thérapie génique. Les scientifiques n'ont pas fini d'apprendre comment utiliser l'information contenue dans nos gènes pour prédire et guérir des problèmes de santé. Dans le futur, il pourrait être possible de modifier notre constitution génétique de façon à éviter des maladies.

Le dépistage génétique

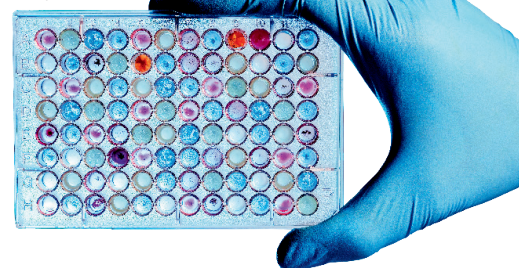
Le dépistage génétique est une bouée de sauvetage pour les gens ayant hérité des gènes d'une maladie ou d'un trouble spécifiques. En apprenant qu'elle était porteuse d'une mutation du gène BRCA1, associé à un risque de 87% de développer une certaine forme de cancer du sein, l'étoile de cinéma Angelina Jolie s'est résolue à subir une chirurgie préventive afin de réduire ce risque à 5%.



Modèle moléculaire
Voici un modèle moléculaire du gène BRCA1, qui peut mener au cancer du sein.

Le dépistage

Il n'est pas toujours nécessaire de passer en revue la séquence complète d'ADN. Un tableau de dépistage génétique permet de repérer les mutations génétiques.

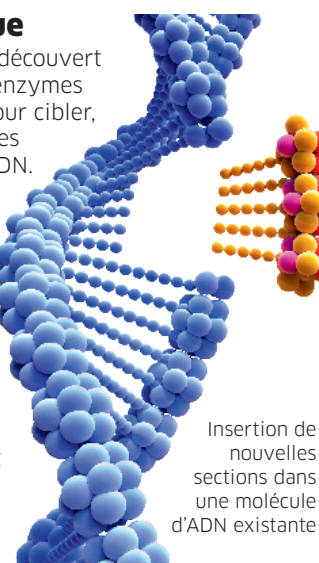


Échantillon d'ADN

Cet échantillon révolutionnaire permet de tester 60 gènes potentiellement porteurs de mutations, pour déterminer qui risque de contracter une maladie donnée.

L'édition génique

Des scientifiques ont découvert comment se servir d'enzymes appelées nucléases pour cibler, retirer et remplacer des sections d'un brin d'ADN. Les plus récentes technologies permettent aux équipes de recherche d'extraire des zones spécifiques de la molécule d'ADN, avec une précision sidérante. Grâce à cette capacité, les scientifiques espèrent pouvoir identifier des gènes défectueux qui causent des maladies génétiques.



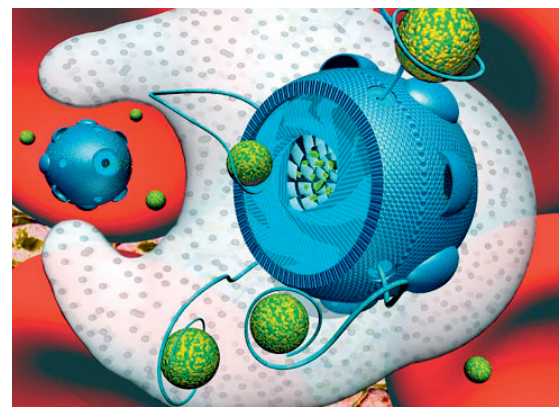
Insertion de nouvelles sections dans une molécule d'ADN existante

LA NANOMÉDECINE

Dans le futur, des ingénieurs pourraient mettre au point de minuscules nanorobots et les injecter dans la circulation sanguine pour qu'ils y détruisent des bactéries, qu'ils y réparent des cellules endommagées et qu'ils y livrent des médicaments ou de nouveaux brins d'ADN.

La capture de germes

Appelé Pathogen Rustler, ce prototype de nanorobot devrait se servir de globules blancs artificiels comme d'autant de minuscules robots « cowboys », capables d'attraper au lasso germes et bactéries, à l'aide de leurs bras rétractables.

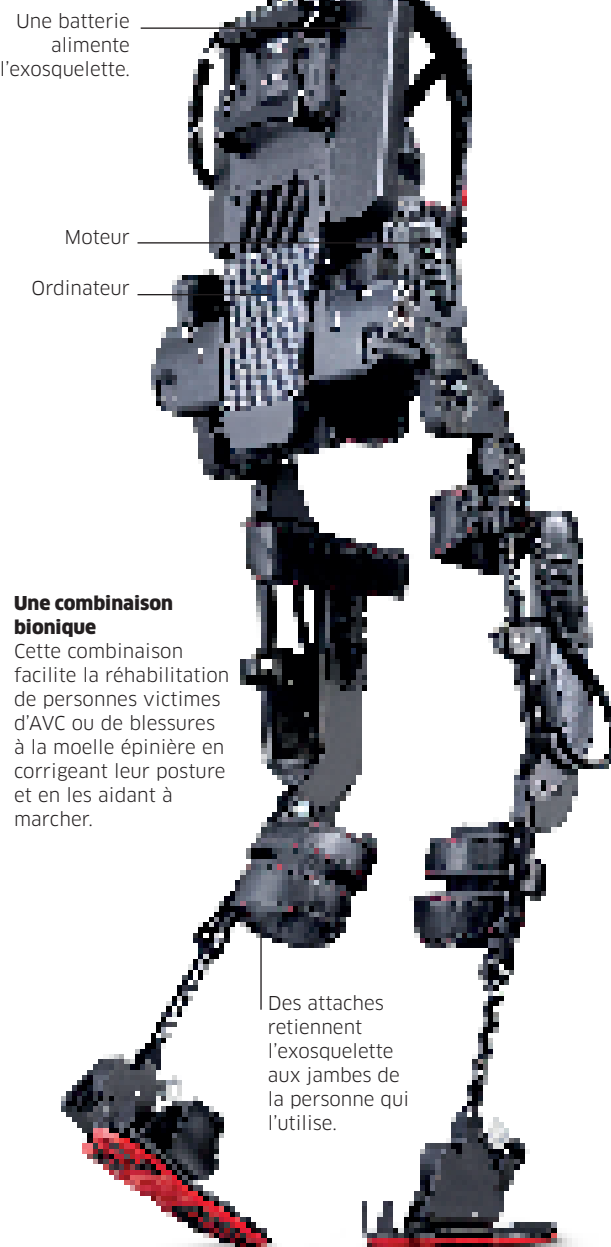


DES CORPS BIONIQUES

Les prothèses sont des appareils de remplacement artificiels de parties du corps. Les scientifiques travaillent maintenant à des prothèses qui communiquent plus directement avec le cerveau humain. Dans le futur, les corps humains pourraient comprendre communément des parties naturelles et artificielles, capables d'interagir sans intermédiaire.

Des exosquelettes

Il est parfois difficile, voire impossible, de marcher à cause de diverses maladies ou de blessures graves à la moelle épinière. La compagnie américaine Ekso Bionics a conçu un exosquelette robotisé pour atténuer ces problèmes. D'abord conçue pour donner à des travailleurs la force nécessaire pour soulever des poids très lourds, cette combinaison sert maintenant à des personnes en fauteuil roulant à regagner les capacités motrices dont elles ont besoin pour marcher.



Une batterie alimente l'exosquelette.

Moteur
Ordinateur

Une combinaison bionique

Cette combinaison facilite la réhabilitation de personnes victimes d'AVC ou de blessures à la moelle épinière en corrigeant leur posture et en les aidant à marcher.

Des attaches retiennent l'exosquelette aux jambes de la personne qui l'utilise.

Des yeux bioniques

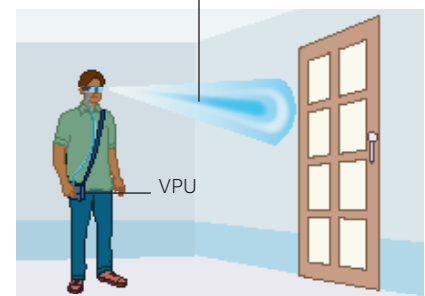
Des millions de personnes sont atteintes de graves problèmes de vision. La mise au point d'yeux bioniques se révèle être un épineux problème pour les biotechnologues. Pour l'instant, il existe l'Argus II, implanté dans l'œil, et le système MVG, implanté dans le cerveau.



MVG SYSTEM

CAMÉRA ARGUS II

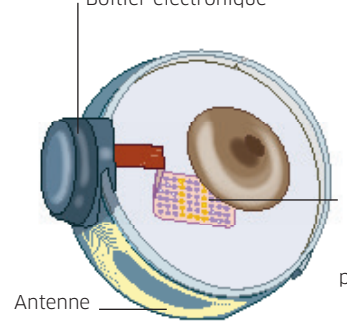
La caméra capte l'image d'une porte.



1 SAISIE D'IMAGE

Le dispositif Argus II a été conçu pour les personnes ayant des rétines endommagées. Une minuscule caméra, montée sur une paire de lunettes, enregistre l'image et la convertit en signal électrique, qui est transmis à une unité de traitement du signal vidéo (VPU).

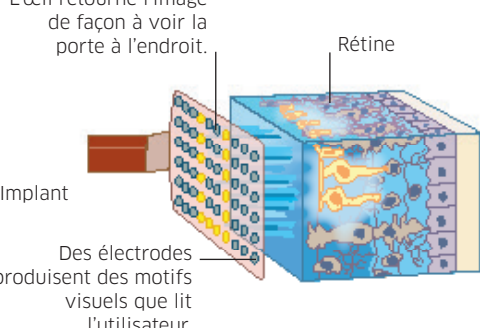
Boîtier électronique



2 UNE ANTENNE

Une fois traité, le signal vidéo est transmis à une antenne radio se trouvant sur le côté des lunettes. Puis ce signal est capté par un récepteur attaché à l'œil et finalement relayé à un implant rétinien à l'intérieur de l'œil.

L'œil retourne l'image de façon à voir la porte à l'endroit.



3 DES ÉLECTRODES

Le signal atteint des électrodes placées à l'intérieur de l'œil qui stimulent les cellules fonctionnelles restantes de l'utilisateur. Ces dernières transmettent le signal au cerveau le long du nerf optique, et l'utilisateur perçoit des sensations lumineuses qu'il peut identifier.

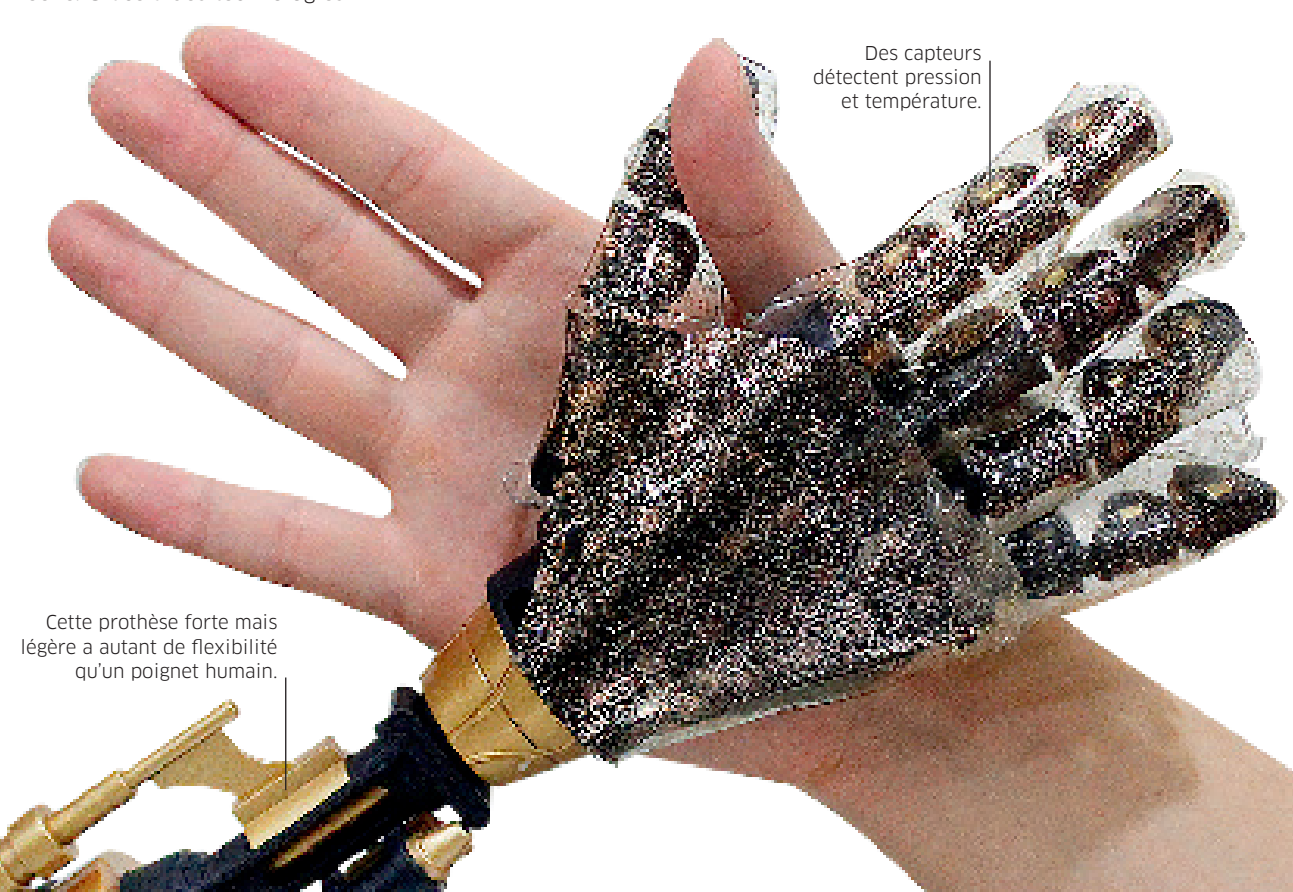
De la peau synthétique

Au 21^e siècle, de nouveaux progrès en matière de peau synthétique permettent de créer des membres artificiels plus pratiques faits d'une matière rappelant davantage la peau réelle. Grâce à des technologies

novatrices, cette matière a autant de sensibilité au toucher que la peau humaine. Les utilisateurs pourront dans le futur éprouver des sensations autant par leurs prothèses que par leurs membres naturels.

Un bon coup de main

Cette main révolutionnaire, sensible au toucher, a été conçue par une équipe américano-sud-coréenne. Elle est faite de silicone et d'or et recouverte d'un plastique flexible. De minuscules capteurs électroniques peuvent capter la chaleur, le froid et l'humidité, comme le fait la peau humaine.



Des capteurs détectent pression et température.

Cette prothèse forte mais légère a autant de flexibilité qu'un poignet humain.

THÉRAPIE PAR CELLULES SOUCHES

Les cellules souches du corps se divisent chaque jour et produisent 300 milliards de nouvelles cellules. Les scientifiques peuvent maintenant stimuler certains gènes dans les cellules souches pour les faire se développer de manières spécifiques.

Des solutions souches

Les cellules souches peuvent servir, entre autres, à créer des cellules pancréatiques productrices d'insuline, qui pourraient être implantées dans le corps des personnes diabétiques.



Des cultures cellulaires

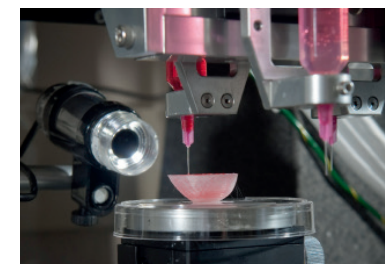
Ces pots contiennent des cellules souches, qui pourraient être implantées à des personnes ayant des cellules à faire réparer.

LA BIO-IMPRESSION

Le chirurgien américain Anthony Atala est l'un des chercheurs pour qui la solution au problème du manque d'organes à transplanter pourrait se trouver dans la bio-impression, la fabrication sur mesure de pièces corporelles, à l'aide d'une imprimante 3D.

L'impression d'un rein

Pour fabriquer leur rein artificiel, ces chercheurs font d'abord un tomodensitogramme d'un rein existant. Cette image leur sert ensuite à programmer l'imprimante pour qu'elle fabrique le nouvel organe.



L'impression par couche

Ce rein est constitué de multiples couches de bio-encre, un mélange de gel et de cellules humaines.

DES CORPS DANS L'ESPACE

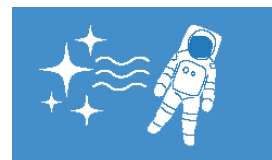
La vie dans l'espace a un effet spectaculaire sur le corps humain. Les scientifiques tentent de trouver des moyens de faire séjourner des astronautes dans l'espace sans trop hypothéquer leur santé. En orbite à 390 km au-dessus de la Terre, la Station spatiale internationale (SSI) sert de foyer et de lieu de travail aux astronautes qui y demeurent pendant des mois. L'air leur vient d'un réservoir de bord, les niveaux de radiation sont élevés et la simple réalisation des activités quotidiennes courantes met leur corps à très rude épreuve.

EN ZONE DANGEREUSE

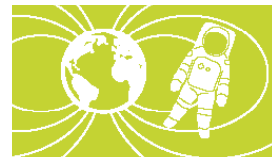
Sans combinaison spatiale, toute personne mourrait rapidement dans l'espace. Outre le manque d'oxygène pour respirer, les températures atteignent des hauts et des bas qu'un corps ne peut supporter. De plus, les niveaux de radiation sont tels qu'un être humain n'a aucune chance de survie. Les astronautes de la SSI assistent à 16 levers du Soleil par 24 heures, ce qui peut troubler leur sommeil et les rendre dangereusement fatigués.

Les dangers liés aux radiations

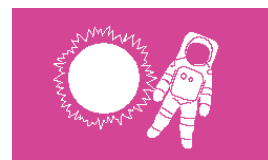
La Terre est entourée d'un immense champ magnétique, qui nous protège contre les radiations provenant du Soleil et de l'espace. Dans l'espace, la combinaison spatiale protège les astronautes des rayons ultraviolets (UV) du Soleil et offre une certaine protection contre les rayons cosmiques de haute énergie provenant d'au-delà de notre système solaire.



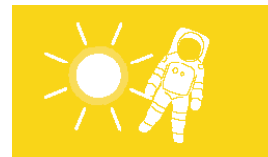
Des rayons cosmiques galactiques
Ces minuscules particules ne proviennent pas de notre système solaire. Si on ne s'en protège pas, elles peuvent causer des cancers.



Des particules éjectées lors d'une éruption solaire
Le Soleil éjecte ces particules qui peuvent endommager l'équipement des astronautes.



Des radiations piégées
Des fragments d'atomes gravitent autour du champ magnétique de la Terre. Elles peuvent endommager les cellules du corps.



Le rayonnement ultraviolet
Ce puissant rayonnement se déplace dans la lumière solaire. Il peut gravement endommager les yeux.

Le sommeil dans l'espace

Dans la SSI, les astronautes peuvent voir le Soleil se lever toutes les 90 minutes. Ils attachent leurs sacs de couchage au plancher pour les empêcher de flotter. Ils se couvrent aussi les yeux d'un masque pour bloquer la lumière et se mettent des bouchons d'oreilles pour atténuer le bruit de la station.



Lever de Soleil dans l'espace
Voici l'un des innombrables levers de Soleil quotidiens vus depuis la SSI vers la Terre.

LES BATAILLES DU CORPS

Dans l'espace, le corps affronte des difficultés très différentes de celles de la vie sur Terre. La gravité dans un vaisseau spatial est minime par rapport à la force gravitationnelle qui s'exerce sur Terre. Cette microgravité fait flotter les astronautes dans l'espace, comme s'ils ne pesaient rien. Comme leurs corps ne travaillent pas à cause de l'apesanteur, les astronautes font de l'exercice pour conserver le tonus de leurs muscles et de leurs os.

La puissance musculaire

Sans un programme d'entraînement physique spécialisé, les astronautes perdraient jusqu'à 40% de leur masse musculaire en quelques mois. C'est comme si les muscles d'une personne de 30 ans ressemblaient à ceux d'un octogénaire.

L'élasticité de la colonne vertébrale

Sans la pression continue de la gravité, la colonne vertébrale des humains s'étire et se relâche. Résultat : la taille des astronautes augmente d'environ 3% dans l'espace. Cette grandeur accrue se perd dans les quelques mois qui suivent le retour sur Terre.



Une histoire de taille
L'astronaute américain Garrett Reisman avait grandi de près de 5 cm lors de son séjour de 5 mois dans la SSI.

Des fluides flottants

Sur Terre, la gravité tend à déplacer le sang et les autres liquides du corps vers le bas, à travers les organes et les tissus. Dans la microgravité de l'espace, le sang est poussé vers le haut du corps où il flotte sans être tiré vers le bas. Le haut du corps se gonfle, le visage devient bouffi et les jambes perdent du volume. Le sang peut aussi exercer une pression sur le nerf optique et troubler la vision.



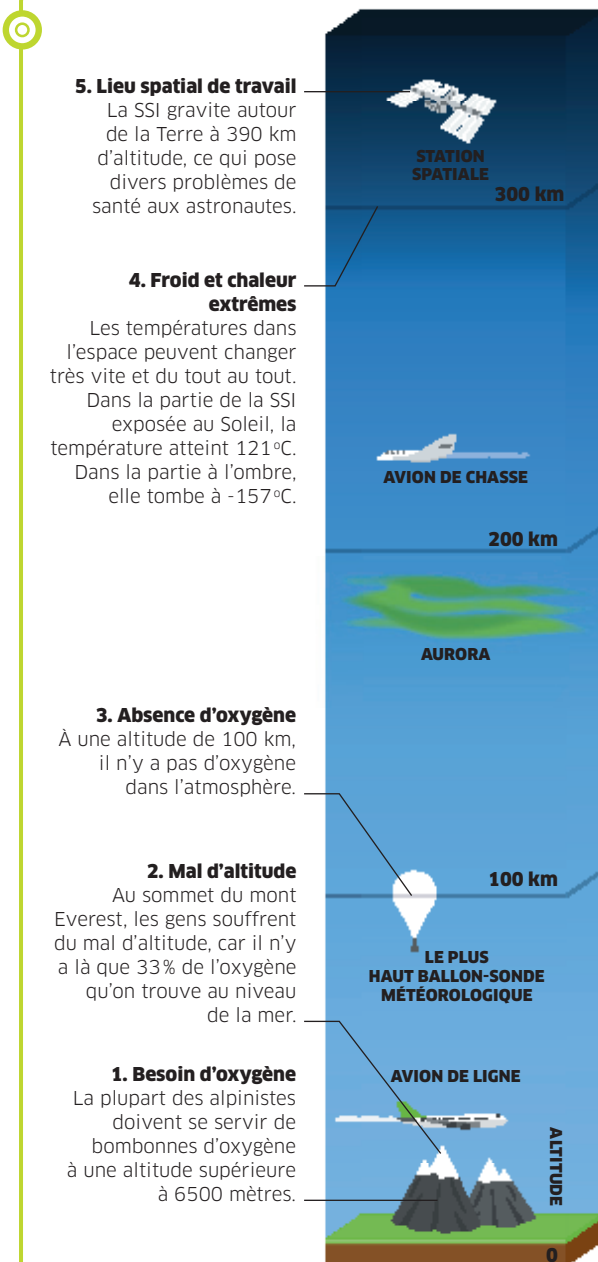
Le séjour prolongé

L'astronaute Scott Kelly a passé plus d'un an dans l'espace, où il a présenté plusieurs des symptômes de mauvaise circulation sanguine auxquels les scientifiques s'attendaient.



L'équilibre des liquides

Trompé par l'accumulation de liquide dans le haut du corps, le cerveau conclut à tort à un trop-plein d'eau dans l'organisme. Les astronautes urinent donc plus souvent que la normale et doivent boire régulièrement pour éviter de se déshydrater.



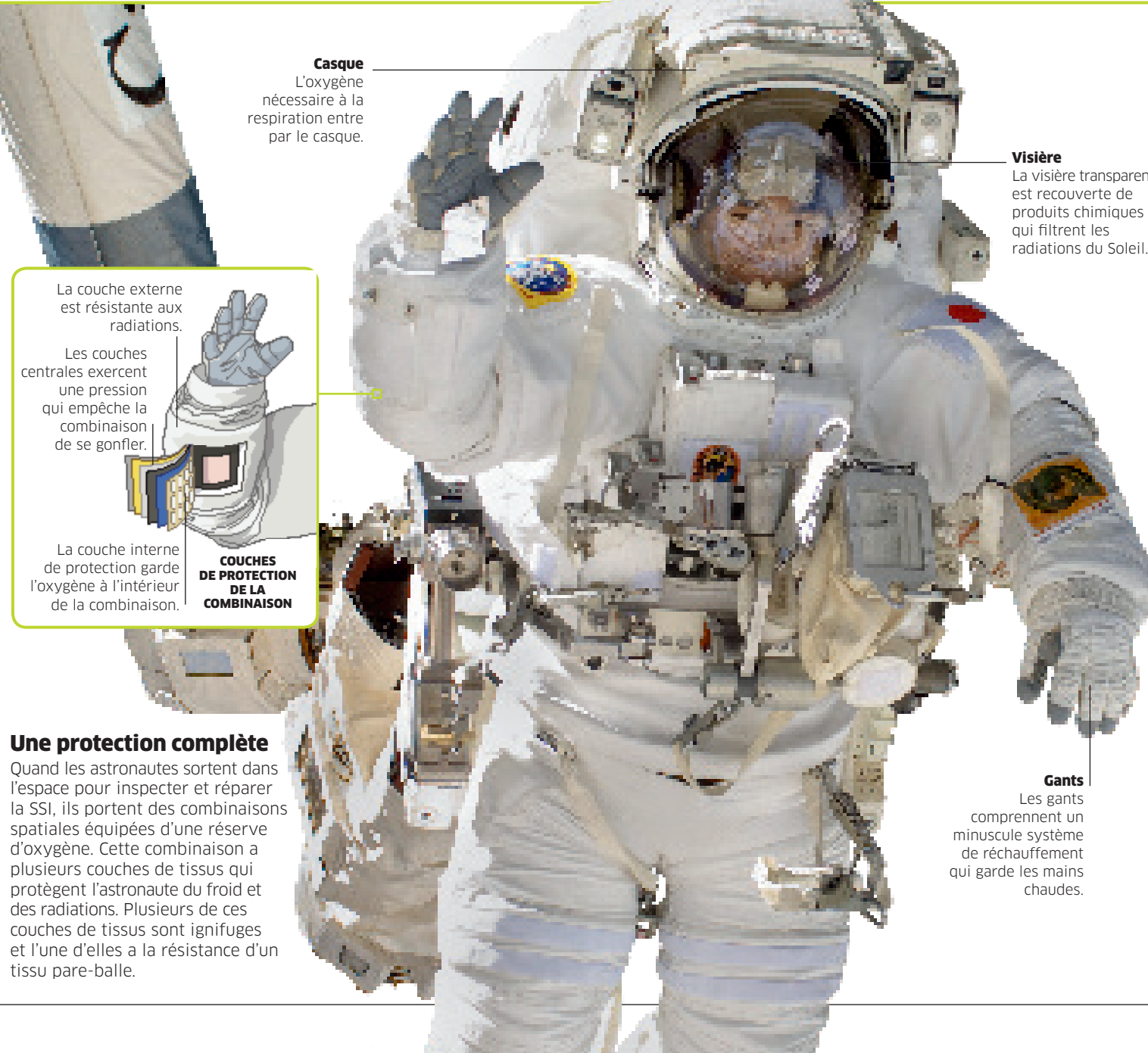
SURVIVRE DANS L'ESPACE

Comme il n'y a pas d'air à respirer dans l'espace, tout astronaute mourrait rapidement par manque d'oxygène. Des produits technologiques permettent les séjours dans l'espace dans de bonnes conditions de sécurité, mais le corps humain n'en ressort pas indemne. Les astronautes doivent se soumettre à une intensive batterie de tests avant la mission, à des bilans de santé réguliers une fois dans l'espace, ainsi qu'à un programme de réhabilitation au retour.

L'oxygène essentiel

Cette figure illustre comment l'oxygène, qui est essentiel à la vie humaine, disparaît graduellement de l'atmosphère au-dessus de la Terre.

DANS L'ESPACE, LES ASTRONAUTES NE RONFLENT PAS, CAR LA GRAVITÉ NE TIRE PAS LEUR LANGUE VERS L'ARRIÈRE DE LEUR BOUCHE QUAND ILS DORMENT.



Une protection complète

Quand les astronautes sortent dans l'espace pour inspecter et réparer la SSI, ils portent des combinaisons spatiales équipées d'une réserve d'oxygène. Cette combinaison a plusieurs couches de tissus qui protègent l'astronaute du froid et des radiations. Plusieurs de ces couches de tissus sont ignifuges et l'une d'elles a la résistance d'un tissu pare-balle.

ABDOMEN

Partie inférieure du corps, entre la poitrine et le bassin, qui contient la plupart des organes digestifs.

ABSORPTION

Processus par lequel les nutriments des aliments digérés traversent la paroi de l'intestin grêle et passent dans le sang.

ACIDE AMINÉ

Molécule simple utilisée par le corps pour former les protéines. Le système digestif décompose les protéines alimentaires en acides aminés.

ADN

Abréviation d'acide désoxyribonucléique; le matériel présent dans les chromosomes qui porte toutes les instructions nécessaires à la vie.

ADRÉNALINE

Hormone qui prépare le corps à une action soudaine en réponse au danger ou à l'excitation.

ALLERGIE

Maladie causée par une réaction excessive du système immunitaire à une substance normalement inoffensive.

ALVÉOLE

Minuscule poche d'air dans les poumons par laquelle l'oxygène entre et le dioxyde de carbone sort lorsque nous respirons.

ANTICORPS

Substance qui se lie aux germes et qui les marque afin de permettre aux globules blancs de les détruire.

AORTE

La plus grosse artère du corps, située du côté gauche du cœur. L'aorte achemine du sang riche en oxygène vers toutes les autres artères, excepté l'artère pulmonaire.

ARTÈRE

Vaisseau sanguin qui transporte le sang loin du cœur, vers les tissus et les organes du corps.

ARTÈRE PULMONAIRE

Artère qui transporte le sang pauvre en oxygène jusqu'aux poumons pour l'y recharger d'oxygène. Les autres artères transportent du sang riche en oxygène.

ARTICULATION

Jonction entre deux os. La plupart des articulations permettent au corps de bouger. Celles de la hanche et de l'épaule comptent parmi les plus mobiles.

ATOME

La plus petite particule d'un élément, qui a la même composition chimique que cet élément.

ATRIUM

L'une des deux chambres situées dans la partie supérieure du cœur.

AXONE

Long prolongement fibreux d'une cellule nerveuse (neurone). Il conduit les signaux électriques de la cellule à grande vitesse.

BACTÉRIE

Type de micro-organisme de petite taille. Certains types de bactéries causent des maladies, tandis que d'autres contribuent au bon fonctionnement du corps.

BASSIN

Grande enceinte osseuse à laquelle sont reliées les jambes. Il comprend les os des hanches et ceux situés à la base de la colonne vertébrale.

BÂTONNET

Cellule photosensible située au fond de l'œil. Les bâtonnets travaillent dans la pénombre et ne captent pas les couleurs.

BRONCHIOLE

Conduit très fin par lequel passe l'air qui entre dans les poumons ou en sort.

CAGE THORACIQUE

Enceinte protectrice extensible composée de 12 paires de côtes (os) qui entoure les organes mous dans la poitrine, comme le cœur et les poumons.

CAPILLAIRE

Minuscule vaisseau sanguin qui véhicule le sang entre les artères et les veines.

CARTILAGE

Type de tissu conjonctif solide et extensible qui permet de soutenir le corps et qui recouvre les extrémités des os et des articulations.

CAVITÉ NASALE

Espace vide derrière le nez par lequel l'air circule lorsque nous respirons.

CELLULE

L'une des billions de minuscules unités vivantes qui composent le corps humain.

CERVELET

Région du cerveau située derrière le tronc cérébral. Le cervelet contrôle l'équilibre et la motricité fine.

CHROMOSOME

Structure en forme de filament présente dans le noyau des corps cellulaires, formée de brins spiralés d'ADN (le code génétique d'un organisme).

CIL CELLULAIRE

Structures microscopiques semblables à des poils présentes à la surface de certaines cellules du corps.

CÔNE

Cellule réceptrice située au fond de l'œil qui détecte différentes couleurs et qui renvoie des messages au cerveau pour qu'il les interprète.

CONTRACTION

Le raccourcissement d'un muscle, qui permet de bouger une partie du corps.

CORPS CELLULAIRE

Partie d'une cellule nerveuse (neurone) qui contient son noyau.

CORTÈX CÉRÉBRAL

Couche extérieure plissée du cerveau. Le cortex cérébral est responsable de fonctions cérébrales de haut niveau comme la réflexion, la mémoire et le langage.

DENDRITE

Courte ramification qui est le prolongement d'une cellule nerveuse (neurone) et qui reçoit des signaux électriques d'autres neurones.

DENTINE

Tissu dur semblable à de l'os qui forme une dent et ses racines.

DIAPHRAGME

Cloison de muscles en forme de dôme qui sépare le thorax (poitrine) de l'abdomen et qui joue un rôle essentiel dans la respiration.

DIGESTION

Processus qui décompose les aliments en substances simples pouvant être assimilées et utilisées par l'organisme.

DIOXYDE DE CARBONE

Gaz expulsé du corps lors de l'expiration.

ÉCHOGRAPHIE

Technique d'imagerie qui projette des ondes sonores de haute fréquence (ultrasons) pour produire des images de tissus de l'organisme ou d'un fœtus.

EMBRYON

Le premier stade de développement d'un animal ou d'une plante. L'embryon humain se forme lors de la rencontre des cellules sexuelles.

ENZYME

Substance présente chez les animaux et les plantes qui accélère une réaction chimique.

FÈCES

Une autre façon de nommer les selles. Déchets solides composés d'aliments non digérés, de cellules mortes et de bactéries qui sont expulsés du corps par l'anus.

FÉMUR

Le plus gros os du corps, situé dans la jambe entre le bassin et le genou.

FERTILISATION

La rencontre d'un ovule femelle et d'un spermatozoïde mâle, qui crée un nouvel individu.

FŒTUS

Petit à naître d'un animal. Chez l'humain, ce mot désigne le bébé à partir de la neuvième semaine de grossesse.

GASTRIQUE

Décrit un élément lié à l'estomac, comme le suc gastrique.

GÈNE

L'une des minuscules unités présentes à l'intérieur des cellules, qui détermine l'apparence d'un organisme vivant et le fonctionnement de son corps. Les gènes sont transmis de génération en génération.

GÉNOME

Tout l'ADN contenu dans une paire de chromosomes. L'humain possède 46 chromosomes.

GERME

Micro-organisme pouvant entrer dans le corps et entraîner des maladies. Les bactéries et les virus sont des types de germes.

GLANDE

Groupe de cellules spécialisées qui fabriquent et sécrètent une substance particulière, comme une enzyme ou une hormone.

GLANDE ENDOCRINE

Type de glande qui produit des hormones et qui les libère dans la circulation sanguine.

GLOBULE ROUGE

Cellule qui contient de l'hémoglobine, une protéine qui véhicule l'oxygène et qui donne au sang sa couleur rouge.

GLUCIDE

Groupe alimentaire, incluant les sucres et les féculents, qui est la principale source d'énergie de l'organisme.

GLUCOSE

Sucre simple qui circule dans le sang et principale source d'énergie des cellules du corps.

GRAS

Substance présente dans de nombreux aliments. Le gras fournit de l'énergie et d'importants ingrédients aux cellules.

HÉMOGLOBINE

Substance présente dans les globules rouges qui véhicule l'oxygène dans tout le corps.

HIPPOCAMPE

Partie du cerveau responsable de faire passer de l'information dans la mémoire à long terme.

HORMONE

Substance chimique naturelle sécrétée par des glandes. Les hormones circulent dans le sang et agissent sur certaines parties du corps.

HUMÉRUS

Long os du bras qui va de l'épaule au coude.

HYPOTHALAMUS

Petite structure située à la base du cerveau qui contrôle de nombreuses activités corporelles, comme la température et la soif.

IMAGERIE NUMÉRIQUE

Toute technique utilisée pour produire des images des organes et des tissus mous à l'intérieur du corps.

IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE (IRM)

Technique qui fait appel au magnétisme et aux ondes radio pour produire des images de l'intérieur du corps.

INFECTION

Lorsque des germes envahissent l'organisme et se multiplient, ils entraînent une infection. Certaines maladies sont causées par des infections.

IRIS

La partie colorée de l'œil. L'iris contrôle la pupille.

KÉRATINE

Protéine robuste et hydrofuge présente dans les cheveux, les ongles et la peau.

LARYNX

Structure située en haut de la trachée qui génère des sons lorsque nous parlons. Le son est créé par les cordes vocales.

LIGAMENT

Bande de tissu solide qui lie les os à la jonction des articulations.

LYMPHE

Liquide produit par les tissus qui circule dans le système lymphatique avant de retourner dans la circulation sanguine.

MACROPHAGE

Globule blanc qui absorbe et détruit les germes, comme les bactéries, les cellules mutées ou les débris de tissus endommagés.

MALADIE

Tout problème touchant le corps qui rend une personne indisposée. Les maladies infectieuses sont causées par des germes.

MÉLANINE

Pigment foncé qui donne sa couleur à la peau; elle est également présente dans les cheveux et la partie colorée de l'œil (l'iris).

MINÉRAL

Matière solide inorganique (inerte) naturellement présente sur Terre; les différents minéraux sont classifiés en fonction des éléments qui les composent et de leur structure cristalline.

MITOCHONDRIE

Minuscule organte à l'intérieur d'une cellule qui produit de l'énergie afin de garder la cellule vivante.

MITOSE

Division d'une cellule en deux nouvelles cellules identiques.

MOELLE ÉPINIÈRE

Épaisse colonne de cellules nerveuses qui borde la colonne vertébrale et qui connecte le cerveau au reste du corps.

MOLÉCULE

Ensemble d'atomes liés les uns aux autres.

MUCUS

Fluide épais et visqueux produit dans la bouche, le nez, la gorge et les intestins.

MUSCLE

Type de tissu. La plupart des muscles se contractent afin d'entraîner un mouvement.

MUSCLE CARDIAQUE

Type de muscle présent uniquement dans le cœur.

MUSCLE LISSE

Type de muscle présent dans les parois d'organes creux, comme l'intestin grêle et la vessie. Les muscles lisses se contractent de façon lente et rythmée.

MUSCLE SQUELETTIQUE

Type de muscle attaché aux os du squelette et qui fait bouger le corps.

NÉPHRON

L'une des millions d'unités de filtration microscopiques que contiennent les reins.

NERF

Faisceau de fibres qui permet le passage d'instructions à partir du système nerveux central et vers celui-ci.

NEURONE

Terme désignant une cellule nerveuse. Les neurones transmettent de l'information dans tout le corps sous forme de signaux électriques.

NEURONE MOTEUR

Type de cellule nerveuse qui achemine des signaux du système nerveux central aux muscles, en leur indiquant de se contracter ou de se détendre.

NEURONE SENSORIEL

Type de cellule nerveuse qui achemine les signaux des organes sensoriels jusqu'au système nerveux central.

NOYAU

Le centre de contrôle d'une cellule. Il contient les chromosomes porteurs de l'ADN.

NUTRIMENTS

Substance alimentaire nécessaire à la vie et à la croissance.

ŒSOPHAGE

Tube musculaire qui relie la gorge à l'estomac, par lequel passent les aliments.

ORGANE

Ensemble de tissus formant une partie du corps qui remplit une fonction précise. Le cœur et les poumons sont des organes.

ORGANE SENSORIEL

Organe, comme les yeux ou les oreilles, qui contient des récepteurs qui détectent les changements se produisant à l'intérieur ou à l'extérieur du corps, et qui envoie des signaux nerveux au cerveau, ce qui nous permet de voir, d'entendre, de goûter, de sentir et d'assurer notre équilibre.

ORGANISME

Tout organisme vivant, comme un animal, une plante ou une forme de vie microscopique comme une bactérie.

ORGANITE

Minuscule structure à l'intérieur d'une cellule qui joue un rôle précis.

OS

Partie du corps dure et solide composée principalement de minéraux riches en calcium. Il y a 206 os dans le corps humain.

OVAIRE

L'une des deux glandes qui contiennent, puis libèrent, les ovules d'une femme.

OVULE

Cellule sexuelle femelle libérée par les ovaires.

OXYGÈNE

Gaz présent dans l'air et essentiel à la vie. L'oxygène est inspiré, absorbé par le sang et utilisé par les cellules pour libérer de l'énergie.

PAPILLE

Récepteur à la surface de la langue qui capte les différentes saveurs des aliments et des boissons.

PHALANGE

Os des doigts, des pouces et des orteils.

PLACENTA

Chez les mammifères, organe qui se développe dans l'utérus pendant la grossesse. Il sert à l'approvisionnement, en faisant passer des nutriments et de l'oxygène du sang de la mère au bébé qui se développe.

PLASMA

Liquide jaune pâle qui compose la plus grande partie du sang, et dans lequel baignent trois types de globules.

POUMON

L'un des deux organes de la respiration. Les poumons occupent la majeure partie de l'espace dans la poitrine et font partie de l'appareil respiratoire.

PROTÉINE

Nutrimnt essentiel qui permet au corps de produire de nouvelles cellules.

PULMONAIRE

Désigne quelque chose qui est relatif aux poumons, comme l'artère pulmonaire ou la veine pulmonaire.

RAYONS X

Technique d'imagerie qui permet de voir les structures du corps, particulièrement les os,

en projetant un type de radiation à travers le corps et sur un film photographique.

RÉCEPTEUR

Cellule nerveuse, ou terminaison d'un neurone, qui répond à un stimulus, comme la lumière ou les sons.

RÉCEPTEUR SENSORIEL

Cellule nerveuse spécialisée ou terminaison d'un neurone sensoriel qui détecte un stimulus, comme la lumière, le toucher, les odeurs ou les sons.

RÉNAL

Désigne quelque chose qui est relatif aux reins, comme la veine rénale.

RÉTINE

Couche de cellules photosensibles qui tapissent l'intérieur du globe oculaire.

SALIVE

Liquide produit dans la bouche. La salive permet de goûter, d'avaler et de digérer les aliments.

SÉBUM

Substance huileuse qui rend la peau souple, douce et hydrofuge.

SPERMATOZOÏDE

Cellule sexuelle mâle. Les spermatozoïdes sont produits et libérés par les testicules.

SPERME

Fluide qui contient les spermatozoïdes (cellules sexuelles mâles).

SPHINCTER

Anneau de muscle disposé autour d'un orifice du corps, qui s'ouvre et se referme pour laisser passer des matières comme la nourriture ou l'urine.

SYNAPSE

Jonction à l'endroit où deux cellules nerveuses (neurones) se rencontrent sans se toucher.

SYSTÈME IMMUNITAIRE

Ensemble de cellules et de tissus qui protègent le corps des maladies en cherchant et en détruisant les germes et les cellules mutées.

SYSTÈME LYMPHATIQUE

Réseau de vaisseaux qui recueille le liquide produit par les tissus du corps et qui le filtre à la recherche de germes avant de le retourner dans la circulation sanguine.

SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

Ensemble, le cerveau et la moelle épinière composent le système nerveux central.

TENDON

Cordon de tissu conjonctif robuste qui fixe les muscles aux os.

TISSU

Groupe de cellules du même type ou de type similaire qui travaillent ensemble pour accomplir une tâche précise. Les muscles sont un type de tissu. Le sang est un tissu sous forme liquide.

A
abdominaux 16
acides, estomac 23, 25
acide chlorhydrique 30
acide désoxyribonucléique *voir* ADN
acides aminés 25, 60
acides, estomac 23, 25
actions automatiques 38
actions réflexes 41
acupuncture 65
adénine 60
ADN 9, 11, 53, 60-61
dépistage génétique 72
structure 66
adolescents *voir* puberté
adrénaline 51
Afrique 53
âge adulte 58-59
aliments (régime) 20, 49, 70
allèle 61
al-Mawsili, Ammar bin Ali 65
alvéole 34, 36
Amérique du Nord 53
amnios 55
Amyand, Claudius 64
amygdale 30, 49
amylase 22
anatomie 9
angiographie 69
antibiotiques 67, 71
anticorps 31
antiseptiques 67
anus 24
aorte 26, 28
appareil de Golgi 10
appareil digestif 8, 20, 22-23, 24-25, 56
appareil olfactif, bulbe, cortex 48, 49
appendice 64
apprentissage 42, 43
ARN (molécule) 60
artère pulmonaire 28
artères 27, 28-29, 32
techniques d'imagerie 69
artères coronaires 29
articulations, os 15
assainissement 71
astronautes 74
Atala, Anthony 73
atomes 8
atrium (cœur) 29
Avicenne 65
axone 39

B
bactéries 25, 31, 66
antibiotiques 67
dans les poumons 36
nanomédecine 72
Barnard, Christiaan 67
bassin 14

bâtonnets 45
battement cardiaque 29
bébé
humain 54-55, 56-57, 58-59, 70
biceps 16
bile 24
bio-impression 73
Blackwell, Elizabeth 66
blessures 27, 31
Blum, Samuel 66
bouche (biologie) 20, 22-23, 34
bras (membres) 14

C
caillot de sang 27 *voir aussi* plaquettes
calories 20
canal de naissance 57
canaux, oreille 46, 47
canines (dents) 23
capillaires 26-27, 33
carbone 9
cartilages 14-15, 58, 69
cataractes 65
cavité nasale 48
cavité pulpaire 23
cellules 8, 21, 28
cellules souches 12-13, 67
cerveau 42, 59
division des 52
muscle 16, 17
nerf 39, 40
sang 10, 11, 34
sexe 52, 54
thérapie par cellules souches 73
cellules épithéliales 11
cellules sexuelles 52, 54
cellules souches 12-13, 67
cerveau 38, 40-41, 42-43, 48, 59 *voir aussi* encéphale
techniques d'imagerie 68
cervelet 38, 43
chaleur
corps 26, 39
changement climatique 70-71
chat 38
chémosensibles 48
cheville 15
chirurgie 64-67
chromosomes 11, 52-53, 61
chromosomes X 53, 61
chromosomes Y 53, 61
circulation d'air
pour les odeurs 49
clonage 66
cochlée 46, 47
code
ADN 60
cœur 26-27, 28-29, 35, 50, 51, 68

colonne vertébrale (ADN) 60
colonne vertébrale (squelette)
moelle épinière 38, 40, 43, 75
complexe de Merkel 18
cordon ombilical 56
cornée 44
corps bioniques 72-73
corps pinéal 50
corpuscules 18
corpuscules de Meissner 19
corpuscules de Pacini 18
corpuscules de Ruffini 18
cortex cérébral 43
côtes 14, 35, 82
cou 16
couleur, peau 19
crâne 14
Crick, Francis 9, 66
croissance
fœtus 56-57
humain 58-59
croûte 27
cuisses 15, 17
cycle de la vie 52-53
humaine 52-53
cycle menstruel 59
cytoplasme 11
cytosine 60
cytosquelette 11

D
daltonisme 61
Damadian, Raymond 67
défense
contre les germes 31
déglutition 22
dendrites 40
dentine 23
dents 22, 23
derme 18
déshydratation 33, 75
diaphragme 35
dioxyde de carbone 21, 34, 35, 36
dissection 9
double hélice 60
douleur 39

E
eau
astronautes 75
dans le corps humain 21, 33
potable 70
échographie 9, 69
édition génique 72
éducation *voir* apprentissage
Égypte ancienne 9
électroencéphalogramme (EEG) 68
email 23

embryon 52, 54-56
émotions 43, 58
empreintes digitales 19
encéphale, *voir* cerveau
endoscope 9, 69
énergie, corps humain 20
enfance 58-59
enzymes 20, 24-25, 50
épaule 14, 16
épiderme 18
épithélium 48
équilibre 46-47
Érasistrate 65
espérance de vie 53, 70
estomac 23-25, 30, 50
étrier 46
évolution 38
exosquelette 72

F
Fabiola, sainte 64
fèces 24
fémur 14-15
fertilisation, de l'ovule 54
fibres, muscles 17
fibres, nerfs 40
fibres (régime) 20
fibula 15
Fleming, Alexander 61
focalisation 45
fœtus 56-57
foie 21, 24
follicule 18-19
fovéa 45
Franklin, Rosalind 9, 66
fréquences 47

G
Galien 64-65
gènes 11, 52, 53-54, 60-61
génétique 67
génome humain 66
genou 15, 69
germes 8, 30-31, 36 *voir aussi* bactéries
Gibbon, John 66
Giordano de Pise, frère 65
glande surrénale 50, 51
glande thyroïde 50
glandes 18, 22, 30, 50
globules blancs 21, 26, 31, 36
globules rouges 11, 21, 26, 36
glucides 20, 25
glucose 51
goût 39, 48-49 *voir aussi* langue
gras 11, 20, 24-25
gravité 39, 75
grenouille 38

gros intestin 25, 69
guanine 60

H
Harvey, William 64
hauteur (son) 47
hémoglobine 11, 21
Hérophile 65
Hippocrate 9, 65
homéostasie 50
Hooke, Robert 64
hormones 26, 39, 50-51
hormones hydrosolubles 39
hormones sexuelles 58-59
humérus 14
humeur aqueuse 44
hydrogène 9
hydroxyapatite 14
hypophyse 50-51
hypothalamus 50

I, J, K
Ibn an-Nafis 65
image en 3D 45
imagerie par résonance magnétique (IRM) 67, 69
Imhotep 64
implantation 55
incisives 23
infections *voir* maladies; germes
instinct, survie 43
insuline 51
intestin grêle 24
intestins 18, 24-25, 51
iris 44
jambes 15
Janssen, Zacharias 64
Jenner, Edward 65
jumeaux 57
jumeaux fraternels 57
jumeaux identiques 57
Kelly, Scott 75
kératine 18-19
Knoll, Max 66

L
Laennec, René 65
Landsteiner, Karl 67
langue 22, 48, 49 *voir aussi* parole
larmes 30
larynx 34
Leeuwenhoek, Antonie van 9
lentille (œil) 44
ligaments 15
lipase 22
liquide amniotique 57
Lister, Joseph 67
lobes *voir aussi* oreilles

cerveau 43
poumons 35
longueurs d'onde 47
lunettes 65
lysosome 11
lysozyme 30

M
mâchoire 14, 23
macrophages 31
magnétoencéphalographie (MEG) 68
mains 15
prothèses 73
maladies 9, 31, 53, 70-71
mammifères 38
médecins 64-67
méiose 52
mélanine 19, 44, 50
membranes 10
membres 58 *voir aussi* jambes, bras
prothèses 72-73
mémoire (cerveau) 43
mémoire (ordinateur) 49
métabolisme 33, 50
microorganismes *voir* germes
microscope 9, 64, 66
microtubules 52
microvillosités 10
minéraux 14
mitochondrie 11, 21
mitose 11
moelle osseuse 13, 27
molaires 23
molécules *voir aussi* ADN
aliments 20-21, 25
dans le corps humain 8, 22, 24, 48
momification 9
mort 53
mucus 23, 30, 35
Murray, Joseph 66
muscle ciliaire 44
muscle lisse 16
muscles 16-18, 28-29, 44-55, 75
muscles faciaux 16
muscles squelettiques 16
myéline 39

N
naissance 56-57
naissances multiples 57
nanomédecine 72
néphrons 33
nerf optique 45
nerf sciatique 41
nerf tibial 41
nerf ulnaire 40
nerf ulnaire (coude) 40
nerfs 18, 29, 39, 47

nerfs des doigts 41
neurone moteur 41
neurones 40, 42
neurones bipolaires 39
neurones multipolaires 39
neurones unipolaires 39
neurotransmetteurs 41
nez 22, 34, 48
niveaux de sucre, sang 51
noyau 10-11, 61
nucléosomes 61
nutriments 26, 56

O
odorat 22, 39, 48-49 *voir aussi* nez
œsophage 22, 24
œstrogène 51
ongles 18-19
oreille 46-47
organes 8-9 *voir aussi* organes spécifiques
bio-impression 73
organites 10
orteils 18
os 14-15, 46, 51, 69, 75
croissance des 58-59
os spongieux 15
ouïe 39, 42, 46 *voir aussi* oreilles
ovaires 51-52, 54, 59
ovules 11, 52, 54
don 33
oxygène 9, 20-21, 26, 36, 74
voir aussi système circulatoire

P
pancréas 24-25, 50-51
panel de dépistage génétique, ADN 72
papilles 19, 48-49
parole 42-43 *voir aussi* langue
passage du temps
sens du 39
Pasteur, Louis 66
pavillon 46
pays en développement 53
peau 18-19, 50, 57 *voir aussi* toucher
animaux 30
blessures à la 27, 30
synthétique 73
pénicilline 67
pensée 42-43
péricarde 28
petite enfance, *voir* bébé, humain
phospholipides 10
pied 15, 17
placenta 56

plaquettes 21, 26
plasma 21, 26
podocytes 33
poils 18-19
poitrine, humain 16
polio 67, 71
pollution 71
pores 18
poumons 34-35
prémolaires 23
production de lait, humains 51
progestérone 51
progrès de la médecine 64-67
proportions, corps 57
protéines 18, 20, 25, 60
prothèses 72-73
puberté 58-59
pupille 44

R
radiations, voyages dans l'espace 74-75
radiographie 9, 67, 69
rate 31
rayons 44-45
rayons ultraviolets (UV) 74-75
récepteurs 41
rectum 24, 39
régime alimentaire 20
reins 32-33, 50-51, 66, 69, 73
Reisman, Garrett 75
reproduction
système reproducteur 8, 52
reproduction sexuée 52
respiration cellulaire 21
réticulum endoplasmique 11
rétine 44-45, 73
ribosomes 11
robot 66
Röntgen, Wilhelm 67
Ruska, Ernst 66

S
sacrum 14
salive 22, 30, 49
Salk, Jonas 67
sang 21, 26-27, 28-29, 33, 56
astronautes 75
caillots 14, 27
cellules 10-11, 34
groupes 61
groupes sanguins 67
niveaux de sucre dans le 51
santé 70-71
sclère 44
scrotum 52

sébum 30
seins 51
sens 38, 48-49
sexe 53
sexe (genre) 53
signaux électriques
système nerveux 38, 41, 42
sommeil 68, 70, 75
spermatozoïde 52-54
sperme 52
sphincter 23, 32
squelette 14-15, *voir aussi* os
Srinivasan, Rangaswamy 66
substances chimiques
digestion 24
hormones 39
suc gastrique 23
sucres 25
sueur 18, 30
synapses 41-42
système circulatoire 8, 21, 26-27
système endocrinien 50-51
système immunitaire 8, 30-31
système limbique 38, 43
système lymphatique 30-31
système nerveux 38, 40-41
système nerveux autonome 38
système nerveux central 38
système nerveux périphérique 38
système nerveux somatique 38
système reproducteur femelle 52
système reproducteur mâle 52
système respiratoire 8, 20-21
système urinaire 21, 32-33
systèmes, corps 8

T
tabagisme 53
tache aveugle 45
techniques d'imagerie 68-69
technologie médicale
radiographie 9
tomodensitogramme 9, 38, 68-69
tendons 17
testicules 51-52, 59
testostérone 51
tête 57
thérapie génique 72
thérapie par cellules souches 73
thymine 60
tissus, corps 8, 10, 14, 31
tomodensitométrie, médical 9, 38
radiographie 9
tomographie par émission de positons (TEP) 68

tomographie par émission de simple photon (TEMP) 68
toucher 39, 43 *voir aussi* peau
trachée 20, 34
traitement des excréments humains 71
transplantation 66-67, 73
trépanation 64
triplets 57
trompes de Fallope 54
tympan 46

U, V
urée 21
utérus 51-52, 55, 57
vaccination 59, 67, 71
vacuoles 10
vagin 57
vaisseaux sanguins 19, 21, 26, 28-29, 35, 64-65
cordon ombilical 56
valves, cœur 29
valves, veines 27
variole 65
veine cave 26, 32
veine jugulaire 26
veine pulmonaire 29
veine saphène 27
veines (animaux) 26-27, 28-29, 32
veines coronaires 29
ventricules 29
vernis 57
vertèbres 40
Vesalius, Andreas 9
vésicule biliaire 24
vésicules de sécrétion 10
vessie 32, 39
vieillesse 58
villosité 24
vision 43-45, 73
vitamines 20
vitré 45
voies respiratoires (appareil respiratoire) 20-21
voyages dans l'espace 74-75
vue 44-45

W, X, Y
Watson, James 9, 66
Wynne, James J. 66
yeux (biologie) 44-45
bioniques 73
chirurgie 65-66
vision 43

L'éditeur aimerait remercier les personnes suivantes pour leur précieux concours dans la préparation de cet ouvrage:

Sam Atkinson, Ann Baggaley, Alexandra Beeden, Sreshtha Bhattacharya, Lili Bryant, Jane Evans, Pakshalika Jayaprakash, Suefa Lee, Vibha Malhotra, Monica Saigal, Steve Setford, Sarah Tomley et Debra Wolter pour leur aide au travail éditorial; Steve Crozier, Paul Drislane, Mandy Earey, Gadi Farfour, Nidhi Mehra, Anjana Nair, Priyabrata Roy Chowdhury, Ankita Mukherjee, Ranjita Bhattacharji, Niyati Gosain, Mark Lloyd, Payal Rosalind Malik, Vaibhav Rastogi, Laura Roberts, Mary Sandberg et Sharon Spencer pour leur collaboration à la conception; Caroline Hunt pour la correction d'épreuves; Elizabeth Wise pour l'index; Aldebaran Robotics, Mark Burdett et Rachel Smart, Sarah Fowler, Thomas Hildebrandt, Richard Hook et Francoise Delplancke-Stroebele de l'European Southern Observatory, et KwaZulu-Natal Sharks Board pour leur avis d'experts; Kennis & Kennis Reconstructions pour les modèles de nos premiers ancêtres humains; et Surya Sarangi pour son soutien à la recherche iconographique.

Smithsonian Enterprises:

Kealy E. Gordon, directeur du développement des produits; Ellen Nanney, directrice des licences; Brigid Ferraro, vice-présidente, éducation et produits de consommation; Carol LeBlanc, vice-présidente principale, éducation et produits de consommation; Chris Liedel, président.

Experts du Smithsonian:

Musée national d'histoire naturelle:
Don E. Wilson, conservateur émérite, Département de zoologie des vertébrés; Sally Kuhn Sennert, USGS/Global Volcanism Program, Département des sciences minérales; Jeffrey E. Post, géologue et conservateur en chef, collection nationale de gemmes et minéraux; Nancy Knowlton, Chaire Sant de sciences marines; Michael Brett-Surman, Musée spécialisé en fossiles de dinosaures, reptiles, amphibiens et poissons, Département de paléobiologie; Thomas F. Jorstad, agent d'information en paléobiologie, Département de paléobiologie; Gary Krupnick, chef de l'unité de conservation des plantes, Département de botanique; Christopher L. Mah, assistant de recherche, Département de zoologie des invertébrés; Gary F. Hevel, assistant de recherche, Département d'entomologie; Jeremy F. Jacobs, directeur des collections, Division des amphibiens et reptiles; Christopher M. Milensky, spécialiste muséal, Division des oiseaux, Département de zoologie des vertébrés; M. G. (Jerry) Harasewych, zoologiste et conservateur des mollusques marins, Département de zoologie des invertébrés; Jim Harle, bénévole à la conservation des

cartes; Briana Pobiner, paléoanthropologue et enseignante, Human Origins Program; Salima Ikram, chef de l'unité d'égyptologie, Département d'anthropologie; William W. Fitzhugh, conservateur en archéologie et directeur du Centre des études arctiques, Département d'anthropologie; J. Daniel Rogers, conservateur en archéologie, Département d'anthropologie.

National Portrait Gallery:
James G. Barber, historien

National Air and Space Museum:
F. Robert van der Linden, président, Division aéronautique; Roger Connor, conservateur, Division aéronautique; Andrew Johnston, géographe, Center for Earth and Planetary Studies.

National Museum of African American History and Culture:
Ester Washington, directeur de l'enseignement.

Freer Gallery of Art and Arthur M. Sackler Gallery:
Alexander Nagel, assistant conservateur du Proche-Orient ancien; James T. Ulak, conservateur sénior en art japonais; J. Keith Wilson, conservateur en Chine ancienne; Debra Diamond, conservatrice associée en art de l'Asie du Sud et du Sud-Est.

National Museum of American History, Kenneth E. Behring Center:
David K. Allison, directeur associé à la conservation; Dwight Blocker Bowers, conservateur, Division de la culture et des arts; Roger E. Sherman, conservateur associé, Division de la médecine et des sciences; Ann M. Seeger, vice-présidente et conservatrice, Division de la médecine et des sciences; Paul F. Johnston, conservateur, Division du travail et de l'industrie; L. Susan Tolbert, vice-présidente et conservatrice, Division du travail et de l'industrie; Jennifer Locke Jones, présidente et conservatrice, Division de l'histoire des forces armées.

Le nom et le logo du Smithsonian sont des marques déposées de la Smithsonian Institution.

L'éditeur aimerait remercier les personnes et institutions suivantes pour leur aimable permission de reproduire les photographies de cet ouvrage:

Légende: s: supérieur; i: inférieur; c: centre; e: extérieur; g: gauche; d: droite; h: haut.

9 Corbis: Zephyr / Science Photo Library (cg). Dorling Kindersley: Spike Walker (Microworld Services) (ig). Dreamstime.com: Irochka (ic). Fotolia: Dario Sabljak (cs). Getty Images: Stone / UHB

Trust (c). PunchStock: Image Source (ecg). SuperStock: Science Picture Co. / Science Faction (eig). 10 Science Photo Library: Hybrid Medical Animation (cg). 12-13 Science Photo Library. 16 Science Photo Library: (id); Steve Gschmeissner (eid); Prof. P. Motta / Dept. Of Anatomy / University "La Sapienza", Rome (ic). 17 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (id/unipennate, id/fusiform, id/multipennate, id/strap, id/triangular, id/circular) . 23 Science Photo Library: Susumu Nishinaga (ic). 25 Corbis: Paul Anton (hd); Piet Mall / Stock4B (cd); Tetra Images (cds). 27 Dorling Kindersley: Halli Verrinder (id). 28 Science Photo Library: Steve Gschmeissner (ig). 29 Science Photo Library: (c). 30 Corbis: Mike Watson / Moodboard (hc). Dorling Kindersley: Tony Graham (ic). 31 Corbis: Photo Quest Ltd / Science Photo Library (hd). 33 Science Photo Library: Thomas Deerinck / NCMIR (cdi). 34 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (ig). 35 Science Photo Library: Eye Of Science (cgs). 36-37 Science Photo Library: Thomas Deernick / NCMIR. 38 Fotolia: Aptyp_koK (ic). Science Photo Library: Sovereign, ISM (cg). 39 Alamy Images: Image Source (cd). Dorling Kindersley: Zygote Media Group (g, hd, ehd). 40 Dorling Kindersley: Medimation (cg). 41 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (c). 42 SuperStock: Science Photo Library (hg). 42-43 Dorling Kindersley: Zygote Media Group. 43 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (c, id). The Natural History Museum, London: (cd). 45 Science Photo Library: Omikron (hc). 46 Science Photo Library: Steve Gschmeissner (ci). 47 Science Photo Library: Susumu Nishinaga (c). 48 Science Photo Library: Steve Gschmeissner (cg, hg). 50 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (id, eid). 51 Dorling Kindersley: Zygote Media Group (hc, ecgi, cgi, ci, eig, ig/g, ig/d, ic). 57 Getty Images: Flickr / Gen Umekita (eid). Science Photo Library: Dr. Najeeb Layyous (cd). 58-59 Getty Images: Stone / Michel Tcherevkoff (i). 58 Science Photo Library: (cgs); AJ Photo (hd). 61 Corbis: Ocean (ecd); Visuals Unlimited (hc). 62 NASA: (c). Science Photo Library: Simon Fraser (cg); Tek Image (cd). 64 Alamy Stock Photo: ART Collection (cd). The Trustees of the British Museum: Peter Hayman (id). National Museum of Health and Medicine: Alan Hawk (c). Science Photo Library: (hc, hd); Photo Researchers (cgs); Science Source (cdi). Science Museum, London: Adrian Whicher (ic). 65 Alamy Stock Photo: Art Directors & TRIP / Harish Luther / ArkReligion.com (id). Getty Images: De Agostini / A. Dagli Orti (cgs); DEA / A. Dagli Orti (ci). Science Photo Library: (hd); Paul D. Stewart (hg); Sheila Terry (cs); New York Public Library Picture Collection (cg); National Library of Medicine (cd); John Greim (ig). Wellcome Images <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>:

(cgi). 66 Getty Images: Colin McPherson / Corbis (cgi). Science Photo Library: (cgs); National Library of Medicine (hc); Humanities and Social Sciences Library / New York Public Library (hd); Thomas Hollyman (cgs); Evan Otto (c); Alexander Tsiaras (ci); J. C. Revy, ISM (ic); Dr P. Marazzi (id). 67 Getty Images: Bettmann (ci); PhotoQuest (cg); Mondadori Portfolio (cd). Science Photo Library: (hd); St. Mary's Hospital Medical School (cgs); Sebastian Kaulitzki (cs); Steve Gschmeissner (ig); Molekuul (id); Dorling Kindersley (hg). World Health Organisation: (cgi). 68 Alamy Stock Photo: Roger Bacon / Reuters (cg). Science Photo Library: Centre Jean Perrin / ISM (eig); Sovereign, ISM (id); Hank Morgan (ig, ic); ISM (hd). 69 Science Photo Library: (hg); Gastrolab (hd); Simon Fraser (ig); Mehau Kulyk (cd); BSIP VEM (id). 70 123RF.com: myroom (cgi). Alamy Stock Photo: Paul Felix Photography (ic). Getty Images: William Campbell / Corbis (cgs). 71 Alamy Stock Photo: Olivier Asselin (cd); My Planet (hd); Peter Treanor (cd); dpa picture alliance (ig). Getty Images: Jean Chung (hg). 72 123RF.com: angellodeco (c). Courtesy of Ekso Bionics: (id). Copyright 1999 by Tim Fonseca: (ic). Science Photo Library: Evan Oto (cgi); Alfred Pasiaka (ci). 73 Getty Images: New York Daily News Archive (hc). Science Photo Library: Tek Image (cd). Seoul National University: Dae-Hyeong Kim / Nature Communications 5, 5747, 2014 (i). Wake Forest Institute for Regenerative Medicine: (id). 74-75 NASA: (ic). 75 NASA: (cgs, cdi); Reid Wiseman (cgs); Bill Ingalls (c); ESA (id).

Pour toutes les autres illustrations
© Dorling Kindersley.
Pour de plus amples informations:
www.dkimages.com