

Objectif 4 : Mobiliser des savoirs et des savoir-faire en biologie humaine pour répondre aux besoins des populations

4.1- caractériser l'immunité de l'être humain (**Fait en 1ere**)

- 4.1.1- identifier des grands groupes d'agents pathogènes
- 4.1.2- Préciser les particularités des bactéries
- 4.1.3- Rappeler, en les contextualisant, les caractéristiques de la réponse immunitaire
- 4.1.4- Présenter les particularités de la vaccinothérapie

4.2- Caractériser la transmission du message héréditaire de l'être humain

- 4.2.1- Présenter les caractéristiques de la gamétogenèse
- 4.2.2- Présenter les caractéristiques de la transmission des caractères héréditaires de l'être humain

4.3- Présenter des particularités de la communication humorale chez l'être humain

- 4.3.1- Décrire des caractéristiques de l'unité de l'organisme
- 4.3.2- Décrire les caractéristiques de la régulation hormonale

4.4- Préciser des particularités de la transmission du message nerveux chez l'être humain

- 4.4.1- Décrire des caractéristiques du motoneurone
- 4.4.2- Décrire des mécanismes de la transmission du message nerveux

Les différents types de pathogènes

Qu'est-ce qu'un organisme pathogène ?

Un agent pathogène est un agent infectieux biologique qui est responsable d'une maladie infectieuse.

Ces agents infectieux peuvent être des virus, des bactéries, des parasites (protozoaires, helminthes).

1. Les parasites

Les parasites se nourrissent aux dépens d'un hôte sans lequel ils sont incapables de survivre. Les parasites touchent pratiquement tous les êtres vivants.

A. Les différents types de parasites

Les parasites faits d'une seule cellule : Les protozoaires

Ils se déplacent soit grâce à des flagelles, soit grâce à des ondulations ou des structures de sa membrane externe.

Vie :

- Hors des cellules dans le plasma sanguin comme les trypanosomes ;
- dans un milieu naturel de l'organisme (le tube digestif pour les amibes);
- dans les cellules comme c'est le cas des toxoplasmes .

Les parasites microscopiques faits de plusieurs cellules : les métazoaires.

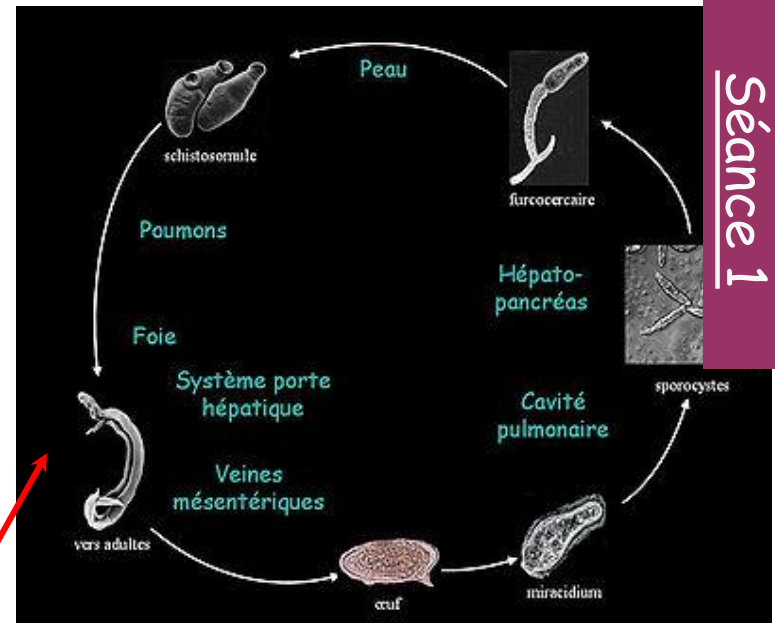
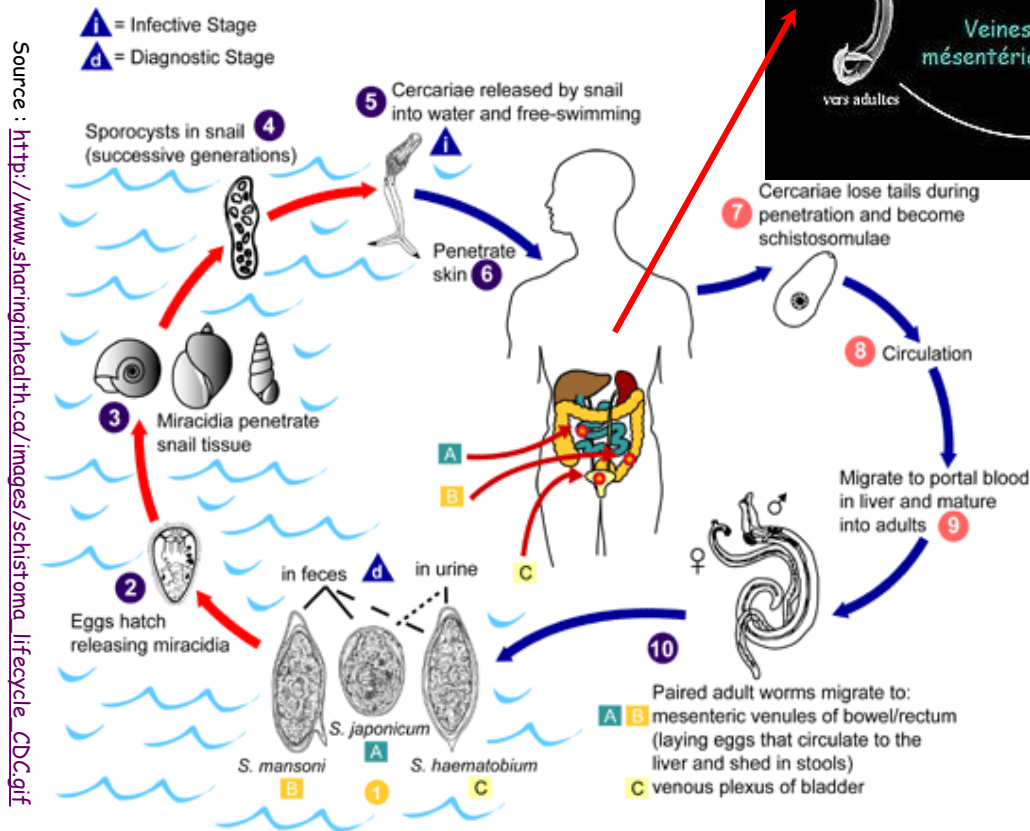
En général ce sont des vers qui peuvent se développer dans le tube digestif, dans le foie ou encore sous la peau comme les filaires.

B. Des exemples de parasites

Cycle de vie du schistosome

Schistosoma est un genre de trématodes. En général, ces vers plats sont accouplés en permanence. Ils sont responsables en tant que parasites de l'homme et des animaux des bilharzioses. Les signes cliniques durant la phase d'état sont dus à la formation de granulomes dans les tissus.

Leurs hôtes intermédiaires sont des mollusques d'eau douce (bulin, planorbe, ... selon l'espèce).



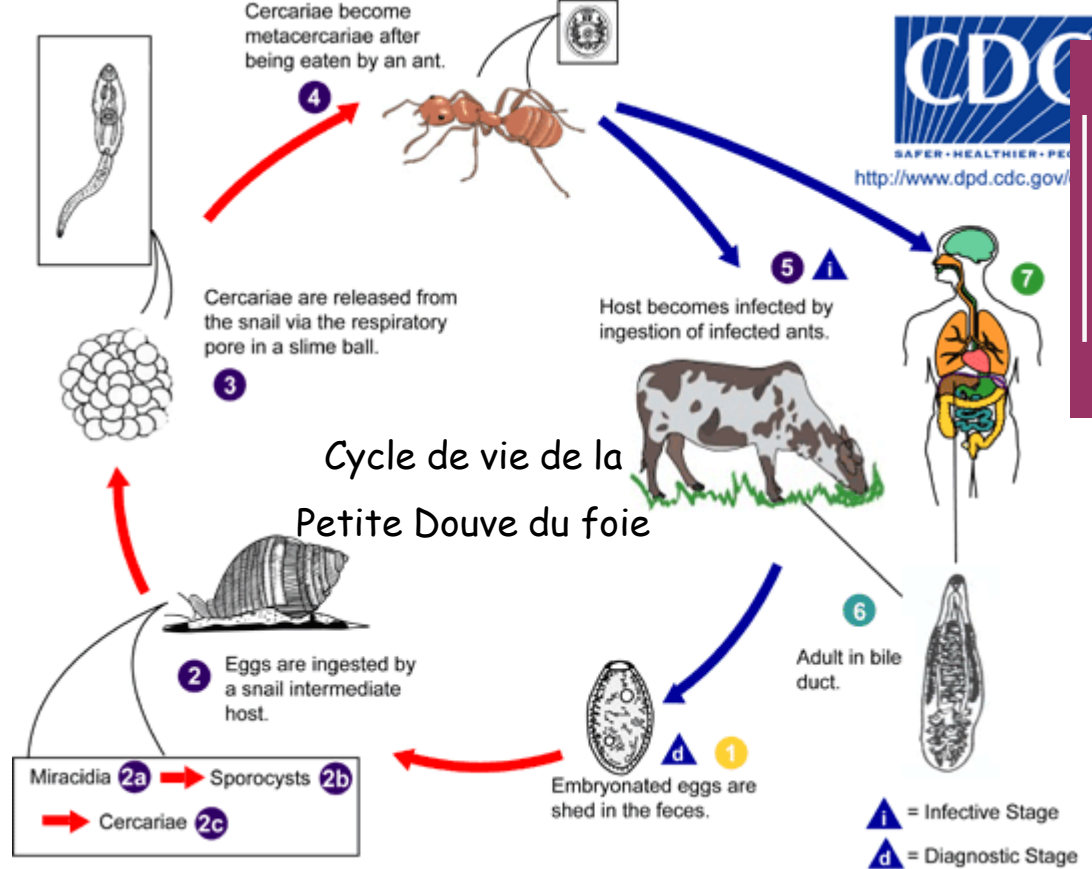
Séance 1

Cycle de vie du Schistosome

La petite douve du foie.

Elle vit dans les canaux biliaires du mouton, souvent en association avec la grande douve *Fasciola hepatica*. Le cycle de développement se fait sans passage par la phase aquatique.

Ce cycle comprend trois hôtes intermédiaires : un mollusque terrestre qui avale les œufs et rejette les cercaires agglomérées dans des balles muqueuses, une fourmi qui avale ces balles et héberge les métacercaires enkystées infectieuses, cette fourmi est ensuite ingérée par un ruminant, qui expulse les œufs par défécation, pour ensuite repasser chez un mollusque.



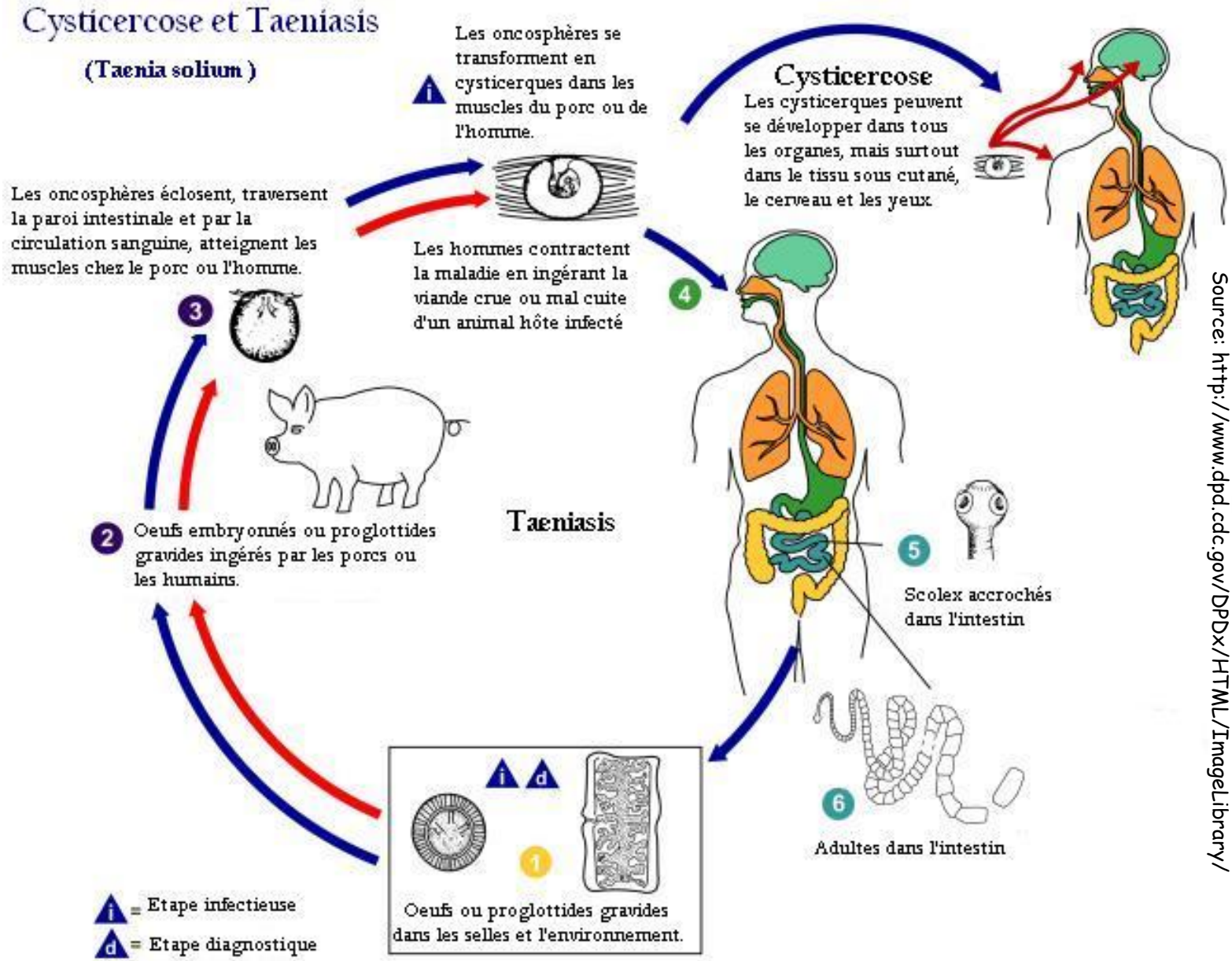
Source : <http://lamaisondalzaz.files.wordpress.com/2010/05/cycle-de-la-douve-du-foie.gif?w=754&h=534>

Les ténias sont de longs vers parasites de l'intestin, et couramment appelés **vers solitaires**. Les ténias sont des vers plats rubanés et segmentés, hermaphrodites, appartenant à la classe des Cestodes, parasites du tube digestif des vertébrés.

On distingue deux espèces de ténias touchant l'être humain :

- ténia inerme dont l'hôte intermédiaire est le bœuf ;
- ténia armé dont l'hôte intermédiaire est le porc.

Ils peuvent entraîner des douleurs abdominales, des nausées, des troubles du transit intestinal ou encore des troubles de l'appétit (Anorexie, boulimie).



Source: <http://www.dpd.cdc.gov/DPDX/HTML/Imagelibrary/>

2. Les virus

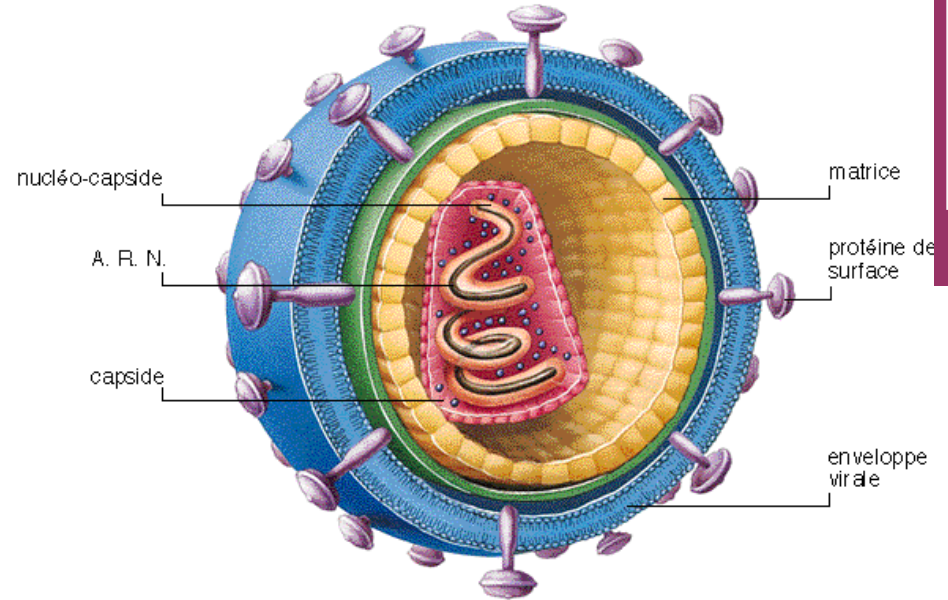
A. Définition d'un virus

Un **virus** est une entité biologique nécessitant un hôte. Seul, il est incapable de se multiplier par division cellulaire. Il a besoin pour cela d'infecter une cellule hôte pour utiliser sa machinerie cellulaire.

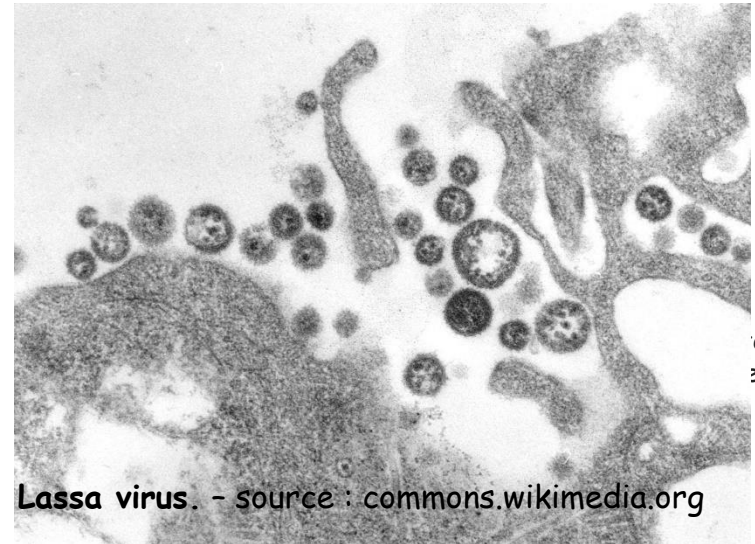
C'est un parasite intracellulaire obligatoire

Les virus existent sous forme :

- extracellulaire appelée **virion**
- intracellulaire.



Virus du SIDA (VIH) - Source : library.thinkquest.org

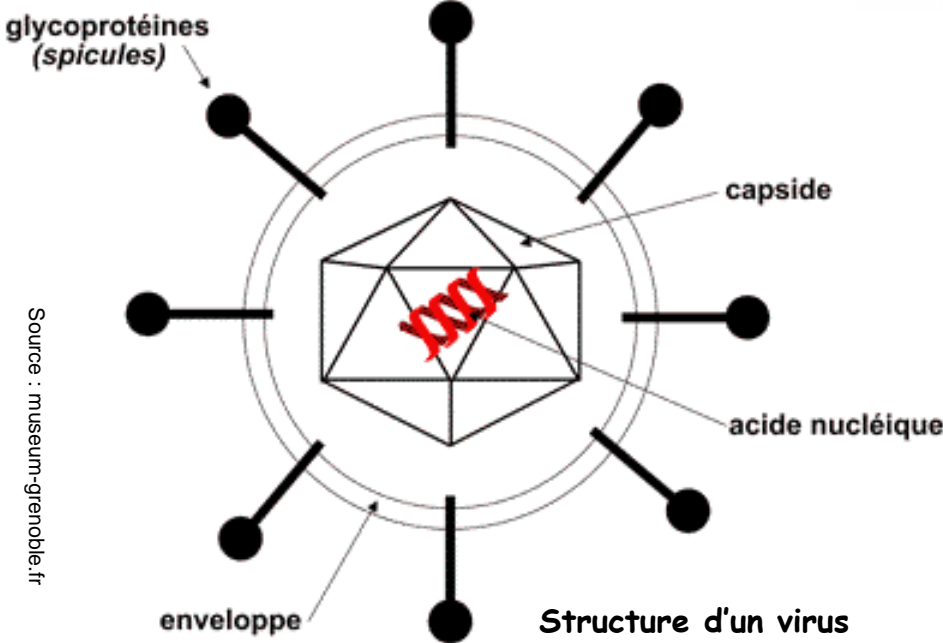
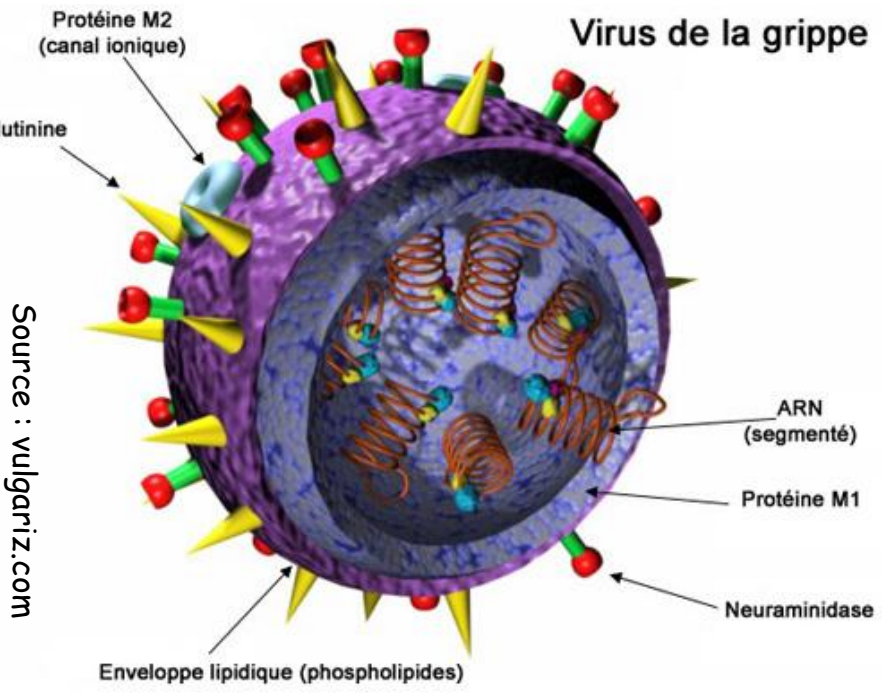


Lassa virus. - source : commons.wikimedia.org

B. Caractéristiques d'un virus

Il est composé d'une ou plusieurs molécules d'acide nucléique (soit d'ADN, soit d'ARN, entourées d'une coque de protéines appelée capside, et parfois d'une enveloppe.

Il ne possède en général aucune enzyme pouvant produire de l'énergie



Enveloppe : propre à certains virus (virus enveloppé). Son origine est cellulaire. Elle présente une fragilité aux désinfectants.

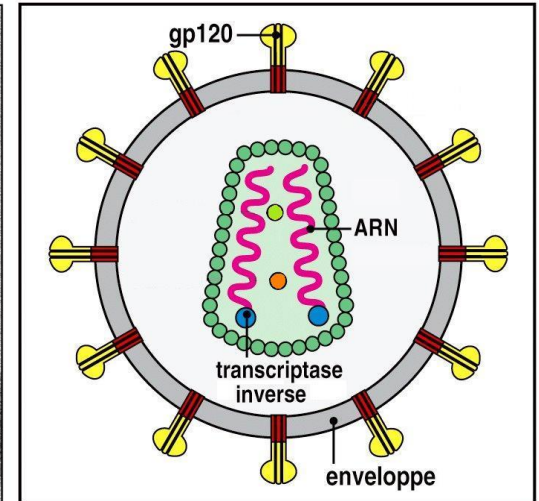
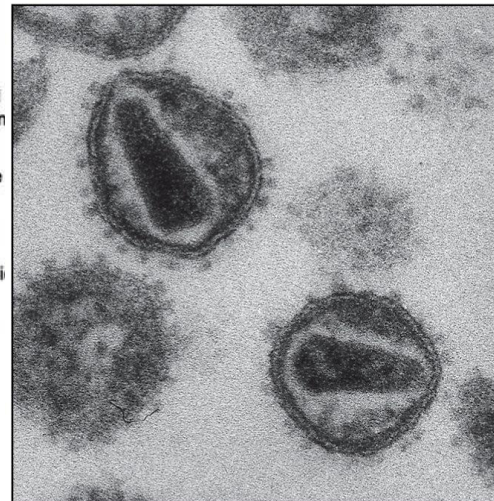
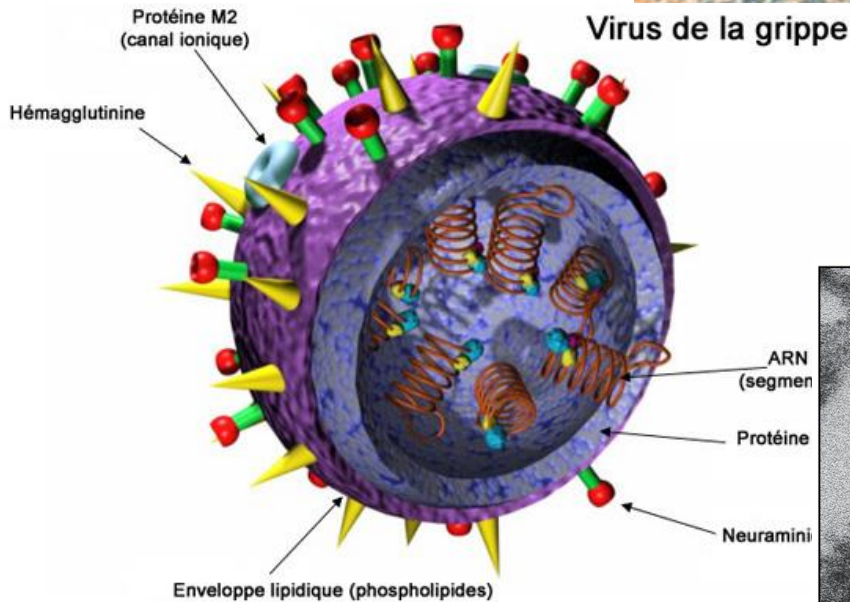
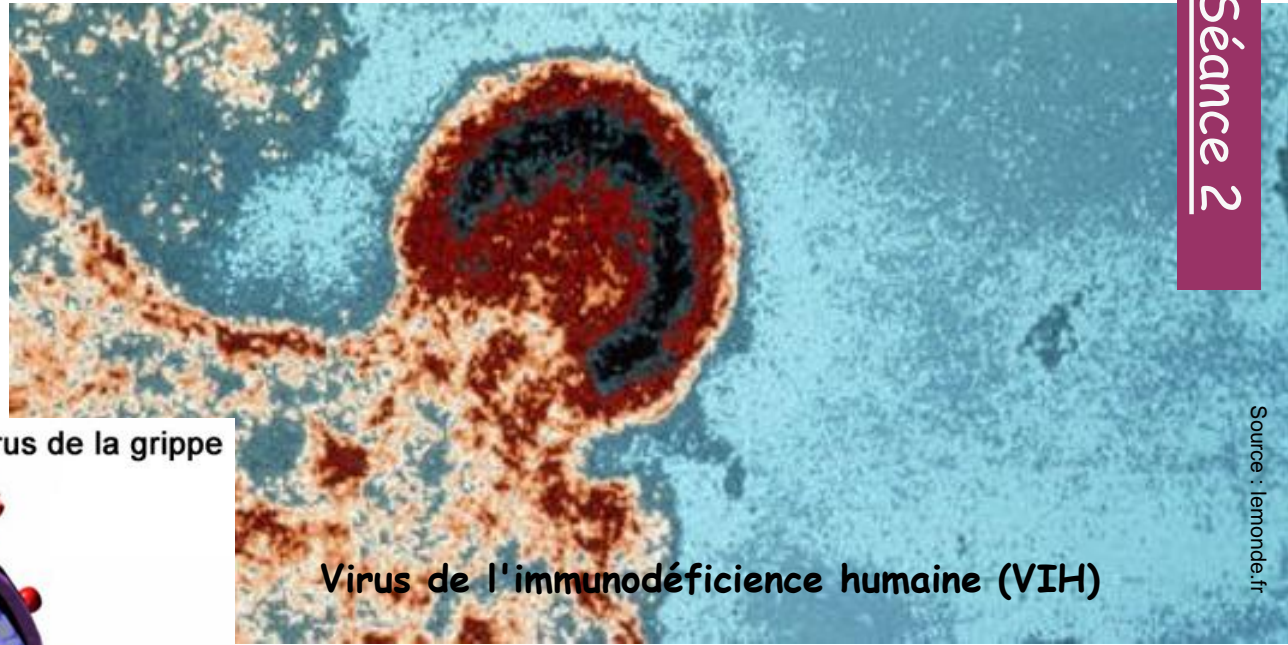
Capside : représente une protection de l'acide nucléique. Elle est constituée de protéines assemblées de façon géométrique dont certaines ont des propriétés antigéniques.

Glycoprotéines : protéines transmembranaires qui servent de ligand (clef) pour les récepteurs cellulaires (serrure), et de système de reconnaissance pour les anticorps.

Acide nucléique (génome) : A.R.N. ou A.D.N.

C. Les différents types de virus et leur classification

Les différents types de virus
Classification de virus

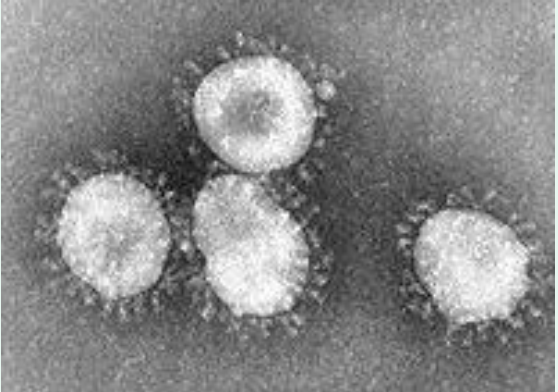
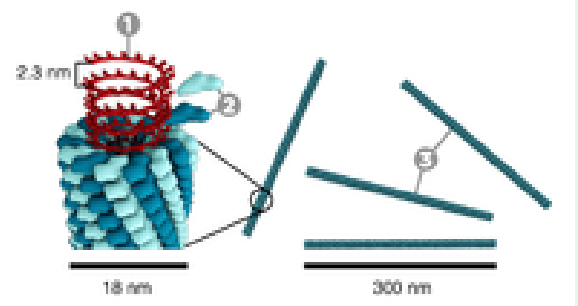


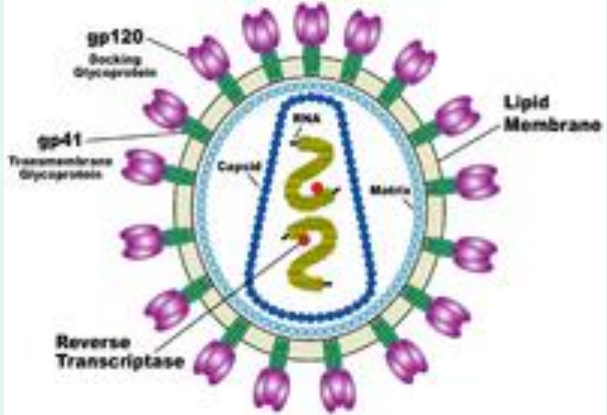
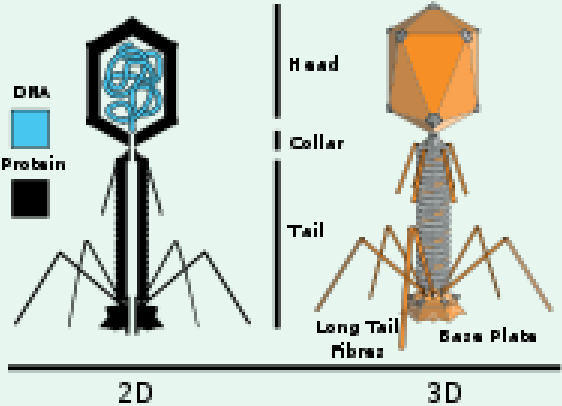
source : http://etudiant.univ-mlv.fr/~edsou01/page_2.html

Figure 14-21 Immunobiologie, 6/e. (© Garland Science 2005)

Structure du VIH: observation au microscope et schéma

Source : vulgariz.com

<u>CATÉGORIES DE VIRUS</u>	<u>CARACTÉRISTIQUES</u>	<u>EXEMPLES</u>	<u>SCHÉMAS/PHOTOS</u>
Virus icosaoédriques	La capsid e icosaoédrique (qui a la forme d'un icosaèdre, polyèdre à vingt faces) entraîne une apparence sphérique du virus.	<p><u>les parvovirus, les poliovirus</u> (poliomyélite). Les poliovirus sont transmis par voie orale et se multiplient dans les amygdales et dans le tissu lymphoïde du tractus digestif. L'incubation est de 10 à 14 jours</p> <p><u>Les adénovirus et les papillomavirus</u> : Le papillomavirus humain se divise en 2 familles ceux qui affectent la peau (verrues) et ceux qui affectent les muqueuses sexuelles.</p>	<p>Virions icosaoédriques au microscope électronique – source : the CDC Public Health Image Library</p> 
Virus hélicoïdaux	Ces virus sont de longs cylindres (300 à 400 nm), creux, composés d'un type de protéines enroulées en spirale hélicoïdale formant des anneaux appelés capsomères. Ils peuvent être rigides ou flexibles. Le matériel génétique est logé à l'intérieur du tube.	<u>Le virus de la mosaïque du tabac</u>	 <p>Schéma d'une capsid e hélicoïdale. –source : http://www.scistyle.com/</p>

<u>CATÉGORIES DE VIRUS</u>	<u>CARACTÉRISTIQUES</u>	<u>EXEMPLES</u>	<u>SCHEMAS/PHOTOS</u>
Virus enveloppés	Certains virus sont capables de s'entourer d'une structure membranaire empruntée à la cellule hôte. Cette enveloppe donne quelques avantages comme la protection vis-à-vis d'enzymes ou de composés chimiques. Ils sont par contre plus fragiles dans l'environnement extérieur, sensibles aux détergents et à la dessiccation.	<u>Le virus de la grippe, le VIH, virus du SIDA</u>	<p>Schéma d'un virus enveloppé : le VIH. Source : http://www.niaid.nih.gov/factsheets/howhiv.htm</p> 
Virus complexes	Ces virus possèdent une capsid symétrique. Les bactériophages sont des virus complexes possédant une tête icosaédrique liée à une queue hélicoïdale à laquelle sont attachés des poils et des fibres caudales.	Le poxvirus (variole, vaccine). Sous formes bacillaires, c'est le cas du virus de la rage et du virus Ebola.	 <p>Schéma d'un bactériophage - source : http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Tevenphage.png</p>

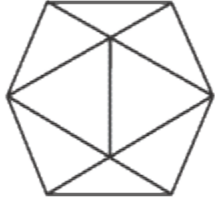
Critères de classification des virus

Source : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/viro/poly/POLY.Chp.1.html>

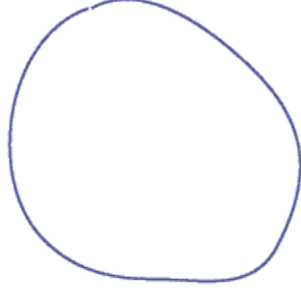
Les deux ou trois éléments constituant un virus



1) Génome : ARN ou ADN



2) Capside



3) + ou - Enveloppe

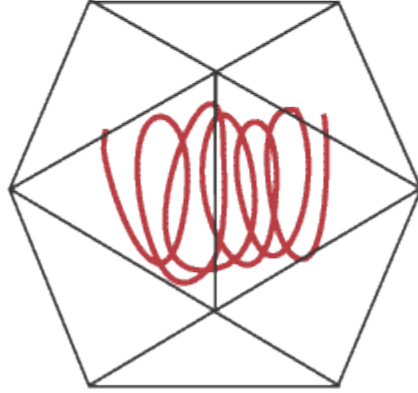


Virus nu

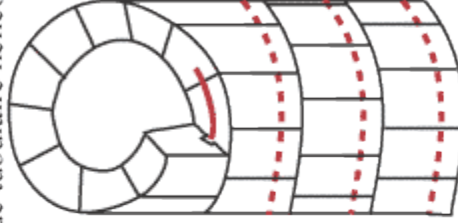


Virus enveloppé

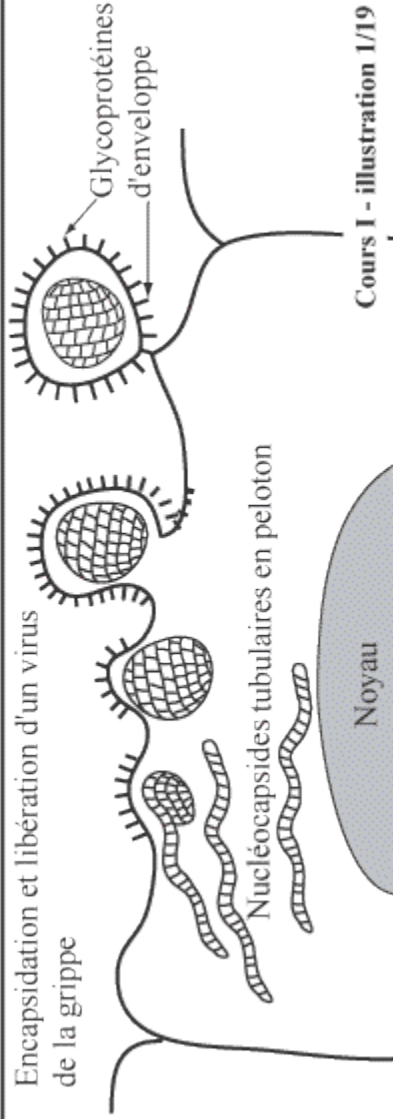
Capside icosaédrique



Capside tubulaire hélicoïdale



Encapsidation et libération d'un virus de la grippe



3. Les bactéries

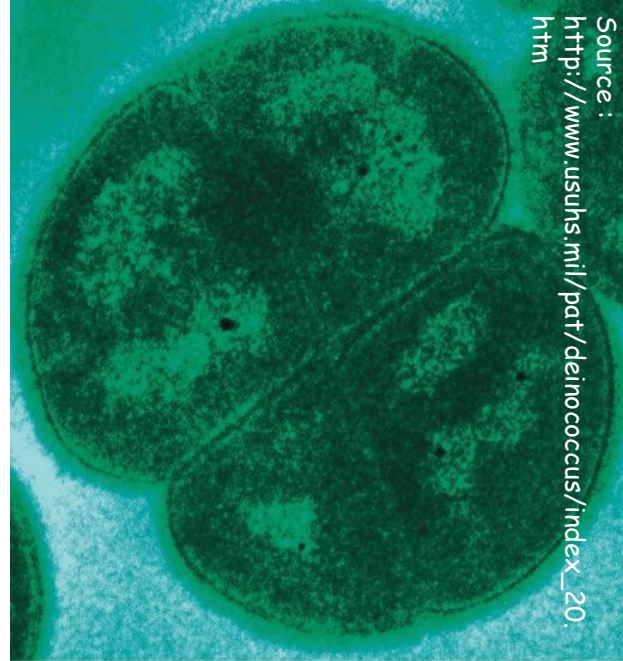
A. Définition

Une bactérie est un organisme vivant procaryote (caractérisé par une absence de noyau et d'organites).

Les bactéries présentent de nombreuses formes : sphériques (coques), allongées ou en bâtonnets (bacilles), des formes plus ou moins spiralées.

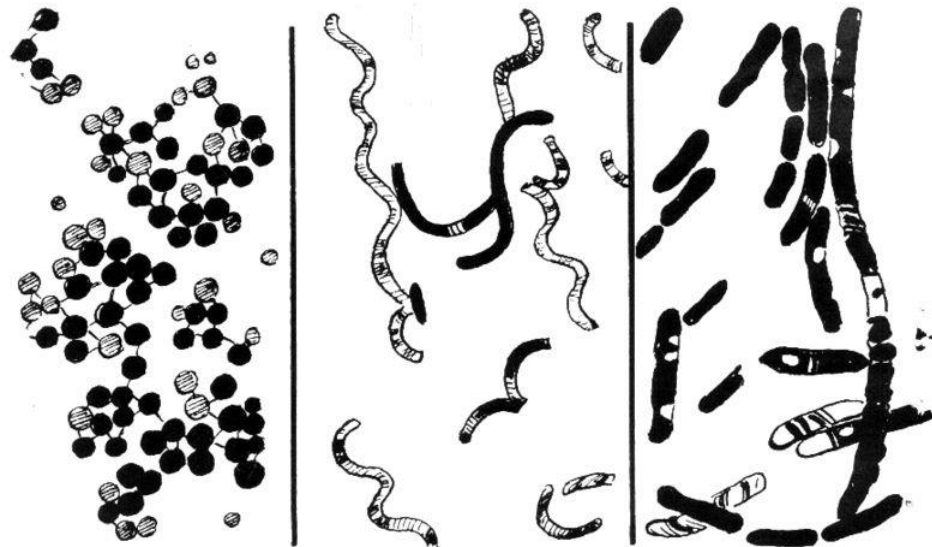
Il existe environ 7300 espèces connues à ce jour.

On estime le nombre des espèces de bactéries entre 5 et 10 millions.



Source :
http://www.usuhs.mil/pat/deinococcus/index_20.htm

Bactérie, *Deinococcus radiodurans*



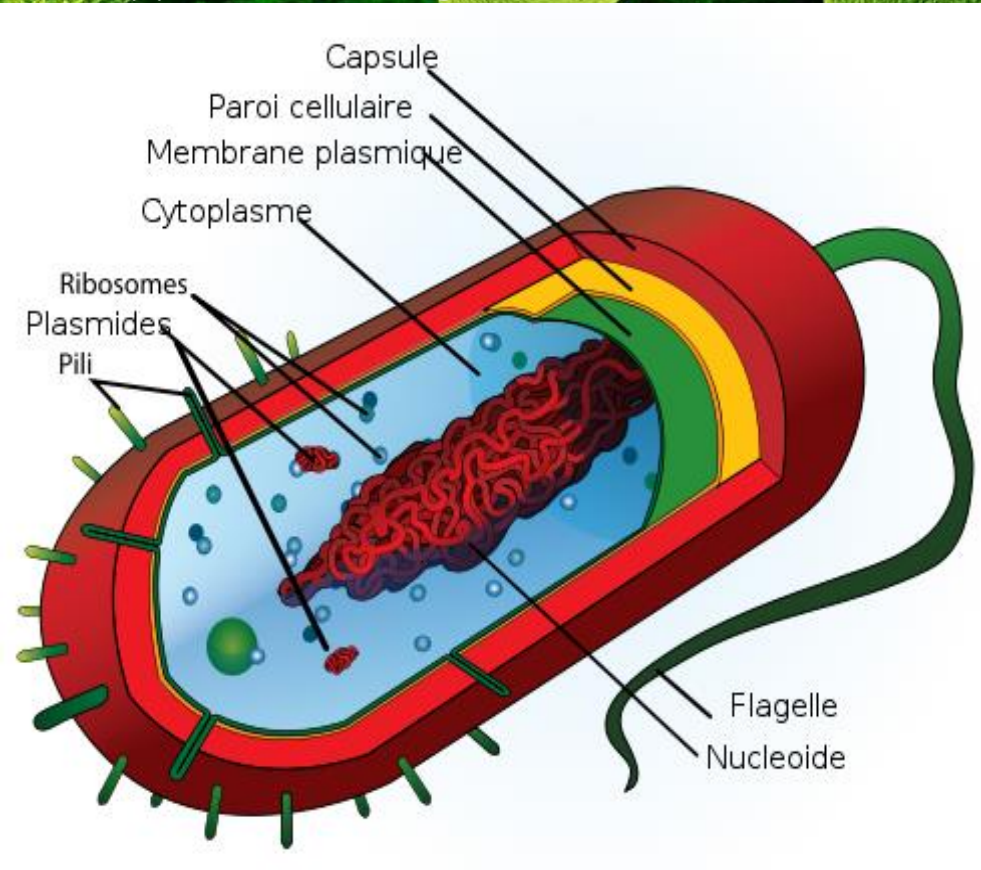
Les différentes formes de bactéries - Source :
http://en.wikipedia.org/wiki/Pearson_Scott_Foresman

B. Caractéristiques des bactéries

Les bactéries sont des cellules relativement simples, caractérisées par une absence de :

- noyau ;
- organites (mitochondries, chloroplastes, réticulum endoplasmique ou d'appareil de Golgi).

Séance 3



Une caractéristique importante des bactéries est la paroi cellulaire. La paroi donne à la bactérie sa forme et la protège.

Les bactéries peuvent être divisées en deux groupes (Gram négatif et Gram positif) basé sur la différence de la structure et de la composition chimique de la paroi cellulaire.

Les bactéries Gram positif possèdent une paroi cellulaire contenant un peptidoglycane (ou muréine) épais et des acides teichoïques alors que les bactéries Gram négatif présentent un peptidoglycane fin.

Le peptidoglycane assure la rigidité de la paroi. Il existe toutefois des bactéries sans paroi : ce sont les mycoplasmes.

Les différentes caractéristiques d'une bactérie - source : <http://linkage.garvan.unsw.edu.au/public/gerham/macsos/public/thesis/Mutagenicity.html>

Les différents types de pathogènes - MP1 - Bac Pro SAPAT

C. Les bactéries pathogènes pour l'homme

Les bactéries sont classés en 2 catégories : >>>>>>>>>

Les agents biologiques sont classés 4 groupes en fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent :

- **strictes (ou spécifiques) : quel que soit le patient, sauf dans le cas des porteurs sains.**
 - Par exemple : *Salmonella typhi*, *Vibrio cholerae*, *Mycobacterium tuberculosis (BK)*, *Neisseria meningitidis*, gonocoque ...
- **Opportunistes : lorsque les défenses de l'hôte sont affaiblies**
 - rupture barrières cutané-muqueuses, destruction des flores commensales, baisse de l'immunité, ...
 - Par exemple : *Pseudomonas aeruginosa*, entérocoques, *Acinetobacter*, ...

Origine endogène : ses propres flores commensales

Origine exogène : environnement, animal, homme malade ou convalescent (contagiosité), homme porteur sain

Séance 3

Groupe 1 : Ne sont pas susceptibles de provoquer une maladie chez l'homme.

Groupe 2 : provoque une maladie et constitue un danger; sa propagation dans la collectivité est improbable ; il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace.

Groupe 3 : provoque une maladie grave et constitue un danger sérieux ; il peut présenter un risque de propagation dans la collectivité, mais il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace.

Groupe 4 : provoque des maladies graves et constitue un danger sérieux ; il peut présenter un risque élevé de propagation dans la collectivité ; il n'existe généralement pas de prophylaxie ni de traitement efficace.

d. Les voies de transmission

• **DIRECTE**

(obligatoire pour les bactéries fragiles)
de la source à l'hôte réceptif

- **Contact cutanéomuqueux**
 - ex : IST, plaie infectée
- **Gouttelettes**
 - ex : méningocoque, pneumocoque
- **Maternofoetale** (ex : streptocoque B)
- **Morsures** (ex : Pasteurella)

• **INDIRECTE**

Intermédiaire entre source et hôte réceptif

- Surfaces contaminées,
- matériel, objets contaminés
- alimentation (botulisme, listeriose)
- eau (fièvre typhoïde)
- air (BK)
- **Mains +++** (transmission croisée)

Vecteur : puces, tiques, ...

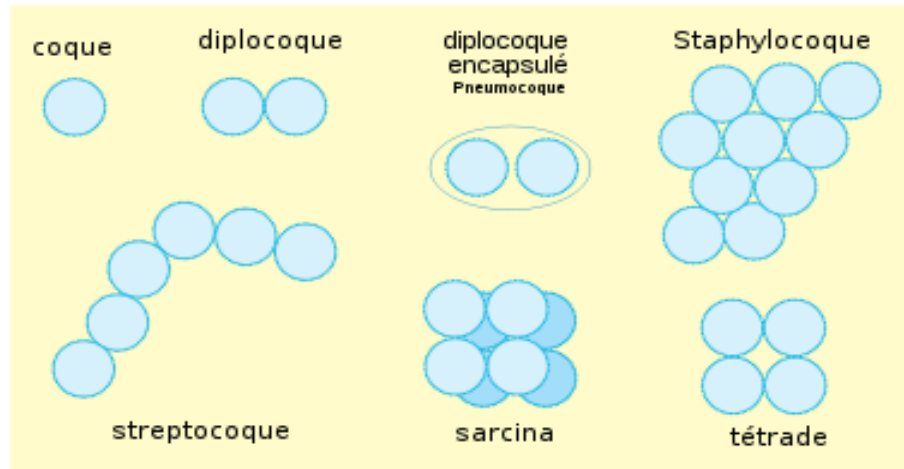


Source : les bactéries pathogènes et environnement - H. Jean-Pierre - laboratoire de bactériologie CHU Montpellier.

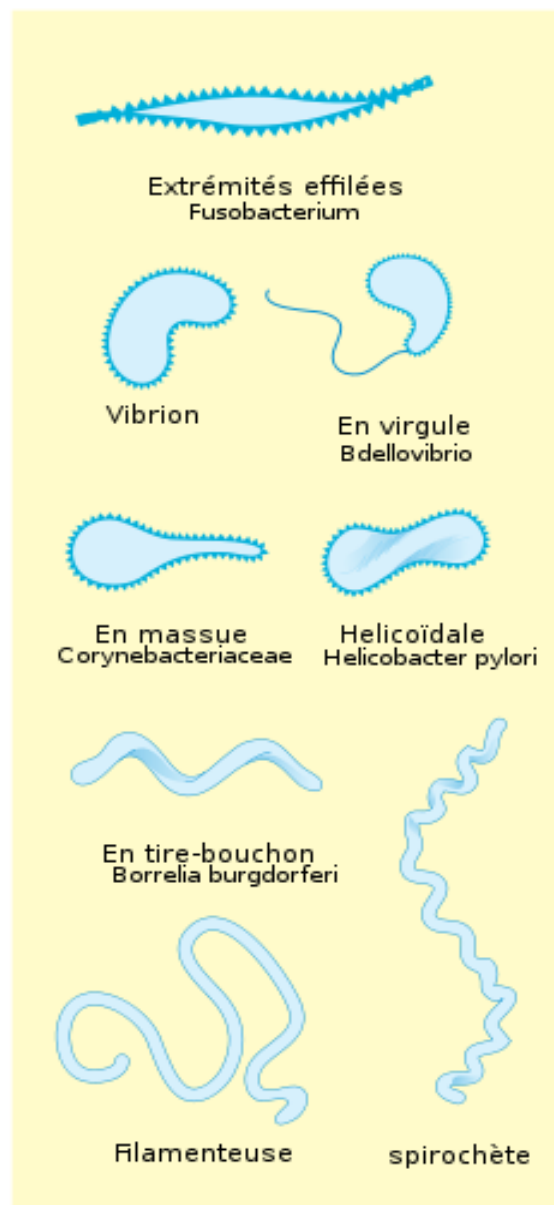
e. Quelques exemples

Exemples

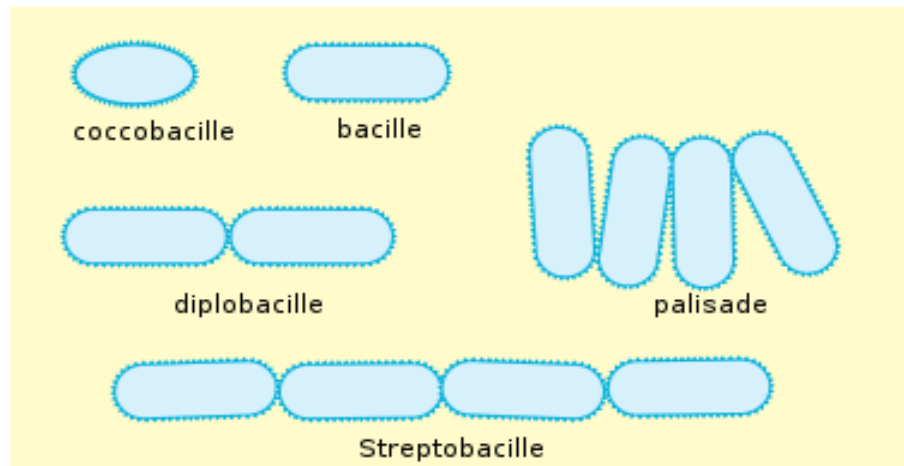
Cocci



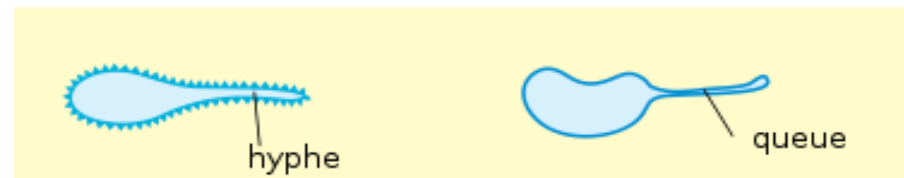
Autres



Bacilli



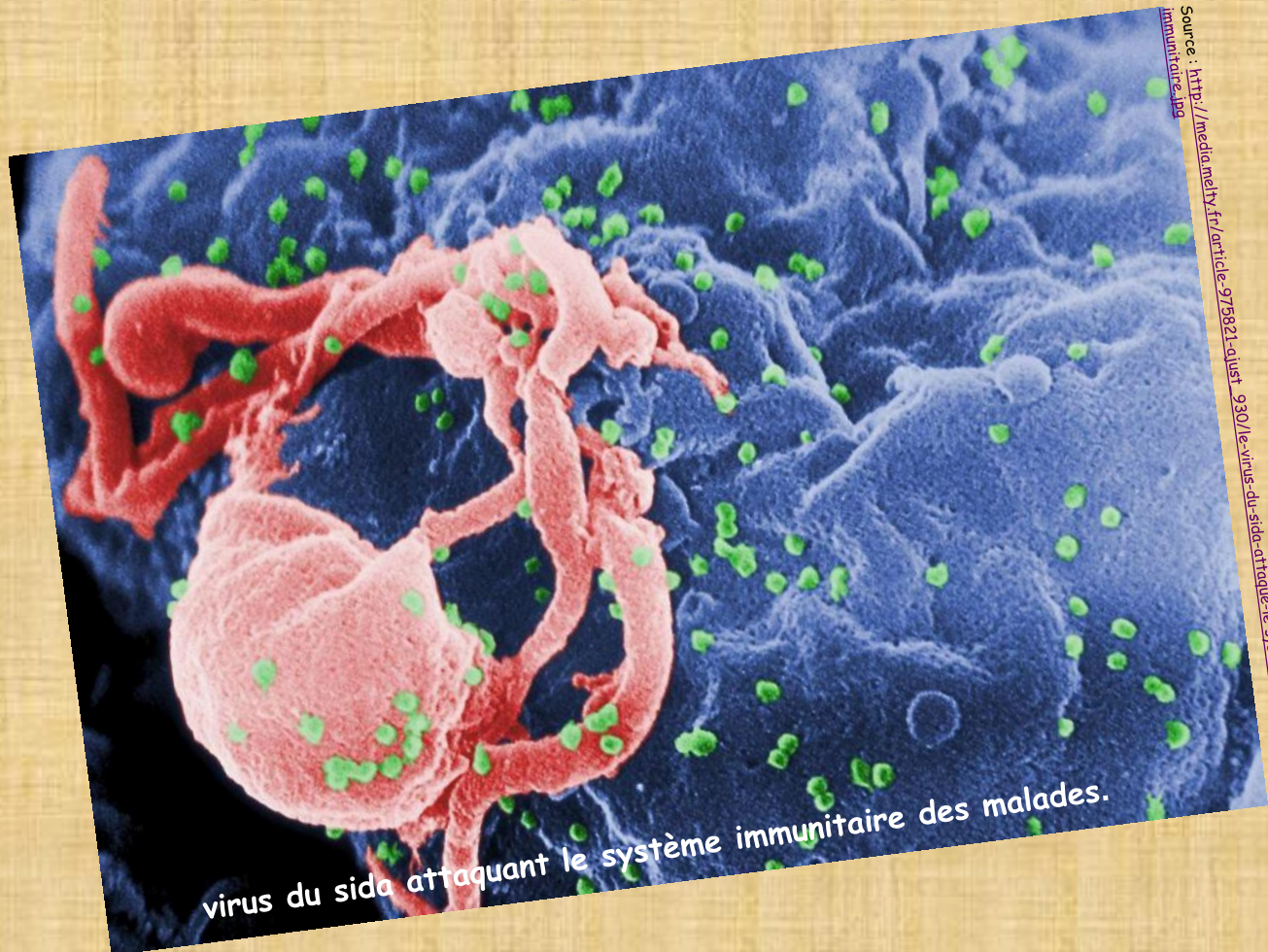
Budding and appendaged bacteria



Les différentes morphologies des bactéries

Source : [ommons.wikimedia.org/wiki/File:Bacterial_morphology_diagram_fr.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bacterial_morphology_diagram_fr.svg)

La réponse immunitaire



virus du sida attaquant le système immunitaire des malades.

Source : http://media.melty.fr/article-975821-ajust_930/le-virus-du-sida-attaque-le-systeme-immunitaire.jpg

A. La défense immunitaire contre les facteurs environnementaux du vivant

L'organisme pour se défendre est doté d'un système de défense : le système immunitaire.

Les cellules immunitaires sont des cellules spécifiques qui ne sont utilisées que dans la **défense de l'organisme** « normal » **contre** soit des **corps étrangers**, soit contre des **cellules de l'organisme** « anormales ».

I. Lieux de fabrication

Elles sont fabriquées dans la partie rouge moelle osseuse. Les cellules souches contenues dans la moelle osseuse permettent la synthèse des différentes cellules sanguines dont les leucocytes.

Les leucocytes interviennent dans la réponse immunitaire (système de défense de l'organisme).

On en distingue plusieurs catégories :

- Les **granulocytes** ou **polynucléaires** >>> cellules à noyau plurilobé à durée de vie inférieure à 3 jours;
- les **lymphocytes** (noyau rond) à durée de vie plus longue. Il existe 2 types de lymphocytes B et T.
- les **monocytes** à durée de vie courte. Ils se transforment en macrophages actifs

Ces 3 catégories de cellules (granulocytes, monocytes et lymphocytes B) se différencient et deviennent matures (fonctionnels) dans la moelle osseuse.

Les lymphocytes T se différencient et deviennent matures dans le thymus.

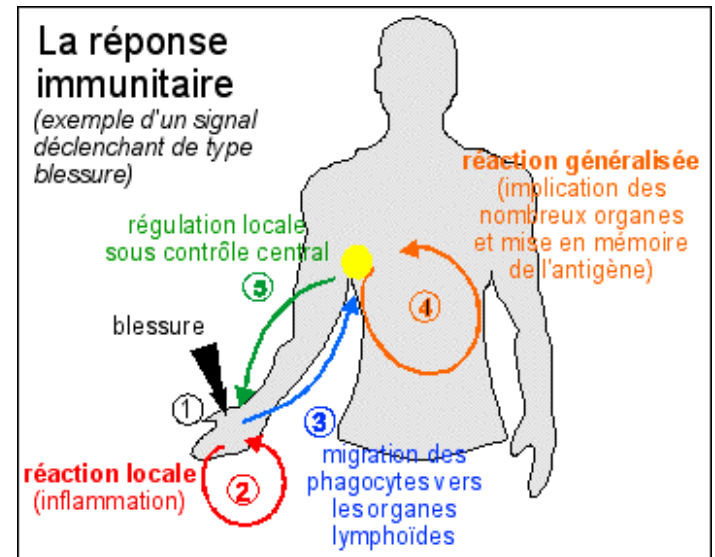
Après leur maturation, les leucocytes passent dans la circulation sanguine.

- Une partie d'entre eux passe dans les tissus où ils se transforment en macrophages.
- L'autre partie s'accumule dans les organes lymphoïdes secondaires et assure une surveillance des liquides extracellulaires.

II . Les mécanismes de l'immunité

Il existe 2 types de réactions face à un corps étrangers :

- la **réponse immunitaire innée** ;
- la **réponse immunitaire acquise ou adaptative**.

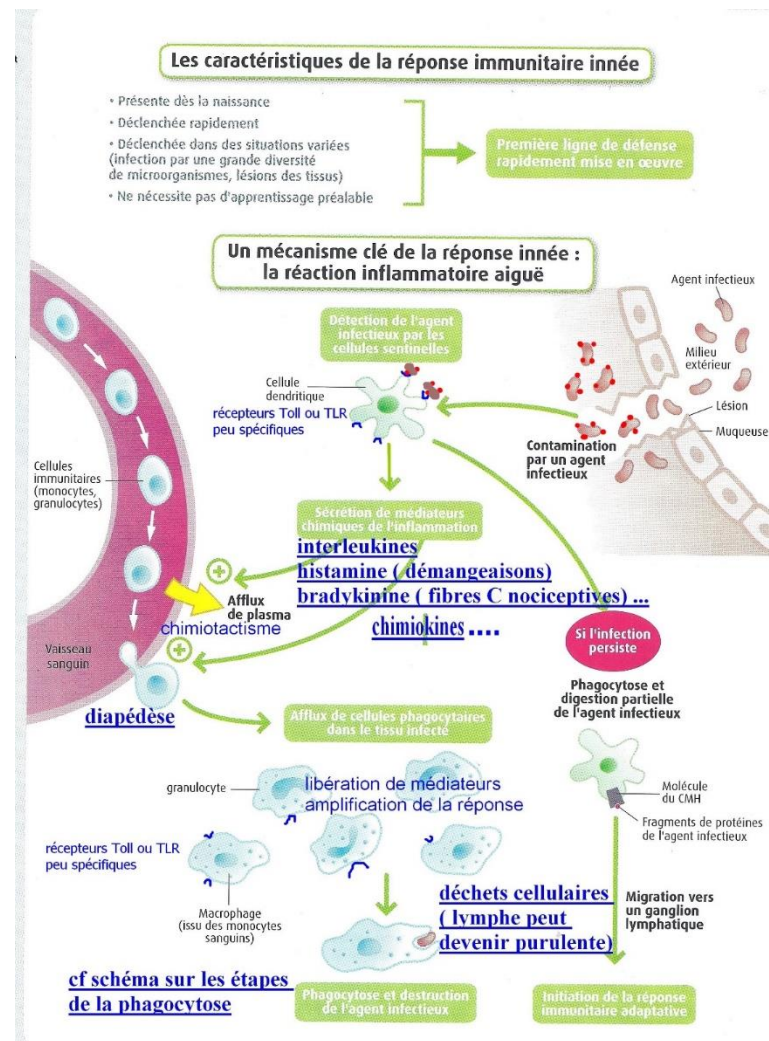


II.1. la réponse immunitaire innée

Le **système immunitaire inné** comprend les cellules et les mécanismes permettant la défense de l'organisme contre les agents infectieux de façon immédiate.

Les principales fonctions du **système immunitaire inné** des vertébrés sont :

- Barrière physique et chimique;
- Détection et induire le recrutement des cellules immunitaires sur le site de l'infection;
- Activation de la cascade du complément et d'élimination des cellules mortes ou complexes immuns.
- Identification et élimination des corps étrangers présents dans l'organisme, les tissus, le sang et la lymphe par les globules blancs;
- Activation de l'immunité adaptative à travers la présentation antigénique.



Exemple de réponse immunitaire innée : blessure faite par une épine de rosier.

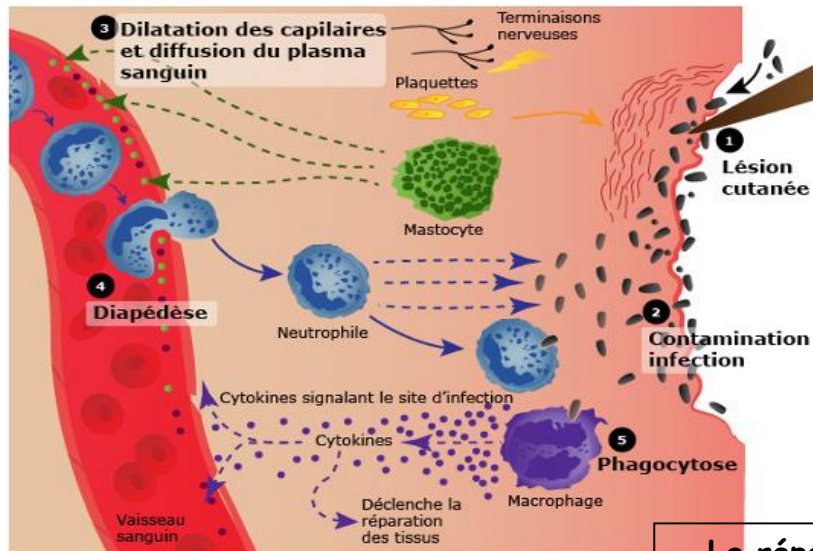
Étape 1 : Lésion cutanée permettant le passage de la barrière naturelle. Les agents pathogènes (bactéries) traversent l'épiderme puis atteignent le derme.

Étape 2 : Contamination conduisant à la pénétration des micro-organismes qui vont débiter leur multiplication cellulaire. C'est le début de l'infection.

Étape 3 : Dilatation locale des capillaires sanguins et diffusion du plasma sanguin dans les tissus avoisinants. Ce qui conduit au gonflement de la plaie et à sa rougeur (érythème et œdème). Les terminaisons nerveuses présentes sont stimulées et envoient un signal de douleur au cerveau.

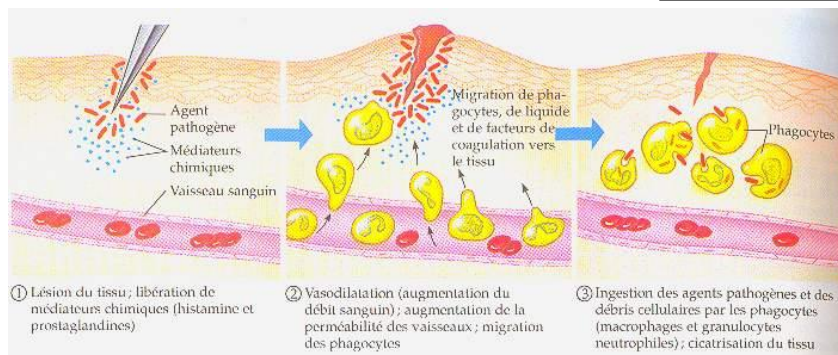
Étape 4 : Diapédèse. Les phagocytes circulant dans les vaisseaux sanguins vont traverser leur paroi et venir au contact des micro-organismes. On les appelle alors macrophages tissulaires.

Étape 5 : Phagocytose. Les macrophages sont activés et fixent à leur surface les micro-organismes grâce à des récepteurs et les internalisent. Ils vont ensuite les digérer.



Source : <http://le.moxi.cours.com/img/4/1/2/0/4/2012.jpg>

La réponse innée



Source : <http://www.diplome.fr/attached/documents/systeme-de-la-reponse-immunitaire-570.jpg>

Si cette réponse immunitaire innée est suffisante, l'infection est enrayerée. Sinon, la réponse adaptative est activée.

II.2. La réponse immunitaire adaptative

La réponse adaptative est une barrière de défense qui devient efficace après un premier contact avec un antigène (molécule reconnue comme étrangère par le système immunitaire).

La réponse adaptative peut s'effectuer selon 2 voies : la **voie à médiation humorale** et la **voie à médiation cellulaire**.

a) La réponse immunitaire adaptative à médiation humorale

La réponse immunitaire humorale est caractérisée par la **production d'anticorps par les lymphocytes B**. Elle défend l'organisme principalement contre les **bactéries**, les **toxines** et les **virus** présents dans les **liquides biologiques**.

Les étapes de la **réponse immunitaire HUMORALE** :

1. L'envahisseur (bactéries, virus) **entre** dans l'organisme (sang, lymphe)
2. **Phagocytose** de l'envahisseur par un macrophage
3. Dans le macrophage, le pathogène est **dégradé**
4. Un **antigène** de l'envahisseur est **présenté** à la surface du macrophage (antigène lié au **Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH) classe II**)
5. Un lymphocyte T auxiliaire **reconnaît** spécifiquement le **complexe antigène-CMH II**
6. Le **lymphocyte T auxiliaire** spécifique à l'antigène est **activé**
7. Le lymphocyte T auxiliaire activé **reconnaît** le même complexe antigène-CMH II sur le **lymphocyte B**
8. Le **lymphocyte B** est **activé** par le lymphocyte T auxiliaire
9. Le lymphocyte B se transforme en **plasmocyte**
10. Le plasmocyte **sécrète des anticorps** spécifiques à l'envahisseur de départ

b) La réponse immunitaire adaptative à médiation cellulaire

Elle est caractérisée par la **lyse (destruction) des cellules infectées** ou la lyse des **cellules anormales**.

Elle défend principalement l'organisme contre les **virus** et les **bactéries intracellulaires**.

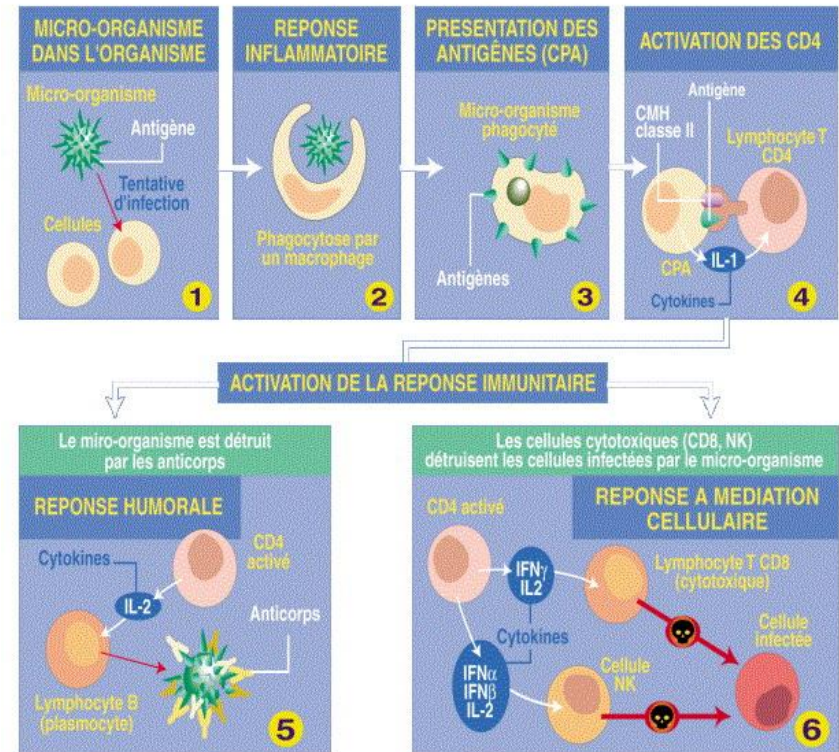
La réponse immunitaire à médiation cellulaire permet aussi de **prévenir les cancers** qui pourraient se développer à partir des cellules anormales.

Les étapes de la réponse immunitaire à **médiation cellulaire** :

1. **Entrée** de l'envahisseur dans l'organisme (sang, lymphe, liquide interstitiel)
2. **Infection** d'une cellule par l'envahisseur (il rentre à l'**intérieur** d'une cellule de notre organisme, par exemple, le virus de l'hépatite qui infecte une cellule du foie)
3. La cellule infectée présente un **antigène** de l'envahisseur sur son **CMH de classe I**
4. Un lymphocyte T cytotoxique **reconnaît** spécifiquement le **complexe antigène-CMH I**
5. Le lymphocyte T cytotoxique est **activé** et se **multiplie**
6. Les lymphocytes T cytotoxiques se **lient aux cellules infectées** par le complexe antigène-CMH I qu'elles présentent à leur surface Les lymphocytes T cytotoxiques liés aux cellules infectées libèrent de la **perforine**
7. La perforine **perce** la membrane plasmique des cellules infectées qui se **vident** de leur cytoplasme et **meurent**
8. En tuant ainsi les cellules infectées, les lymphocytes T cytotoxiques **préviennent** les virus d'un endroit où se multiplier.

Figure 2. Les étapes de la réponse immunitaire non spécifique, puis spécifique

Les cellules cancéreuses apparaissent périodiquement dans l'organisme. Ces cellules anormales présentent à leur surface des **molécules que l'on ne retrouve pas** sur les cellules normales. Les cellules cancéreuses portent donc des antigènes sur leur CMH de classe I qui sont **reconnus** par les **lymphocytes T cytotoxiques**. De la même façon que décrit précédemment, les lymphocytes T cytotoxiques tuent les cellules cancéreuses.



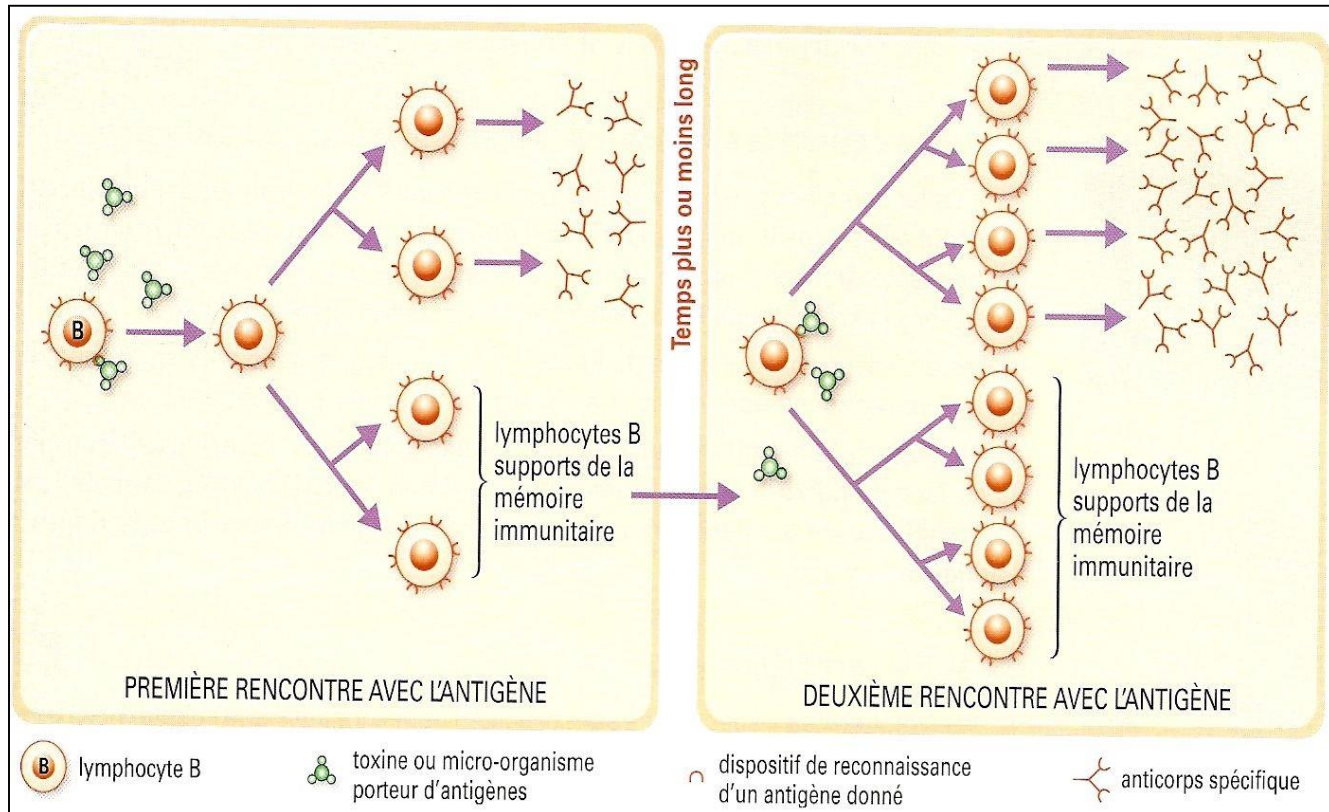
Source : <http://anatomieludique.unblog.fr/files/2008/05/reponseimmunitaire.jpg>

Tableau récapitulatif des **principales différences** entre les réponses humorales et à médiation cellulaire, et de leurs **avantages** respectifs.

<u>Principales différences</u>	
RÉPONSE HUMORALE	RÉPONSE À MÉDIATION CELLULAIRE
<ul style="list-style-type: none"> • Phagocytose d'un envahisseur • Complexe antigène-CMH classe II reconnu par lymphocytes T auxiliaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Infection d'une cellule par un envahisseur • Complexe antigène-CMH classe I reconnu par lymphocytes T cytotoxiques
Avantages	
<ul style="list-style-type: none"> • Libération d'anticorps • Efficace contre les envahisseurs présents dans le sang ou les autres liquides • Mémoire immunitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Lyse des cellules infectées • Efficace contre les envahisseurs intracellulaires • Efficace contre les cellules cancéreuses • Mémoire immunitaire

c) La mémoire immunitaire

La mémoire immunitaire est attribuée aux lymphocytes (B et/ou T), qui réagissent différemment s'ils ont déjà été confrontés à un antigène donné : la réponse immunitaire est plus rapide, plus efficace et plus durable au second contact qu'au premier.



Source : <http://jeanvilarsciences.free.fr/images/troisiemes/immuno/chapitre2/memoire%20immunitaire1.jpg>

4. Conclusion

Il existe plusieurs réponses immunitaire :

- innée (c'est la 1° à se mettre en place)
- adaptative humorale (entre les cellules et sur la membrane plasmique)
- adaptative cellulaire (dans les cellules)

Elles ont le même but : celui de combattre les pathogènes.

Elles ont également des différences : comme la capacité de répondre face aux pathogènes et la manière dont-elles procèdent dans notre organisme.

Chaque être vivant dispose de défenses immunitaires, sans celles-ci nous ne serions pas capable de vaincre de simples virus ou des maladies et d'autres pathogènes ce qui entraîneraient la mort de l'être vivant atteint d'une pathologie.

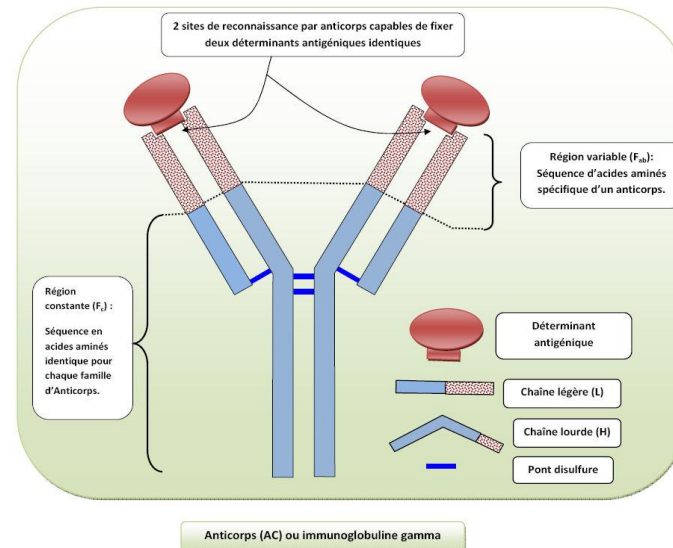
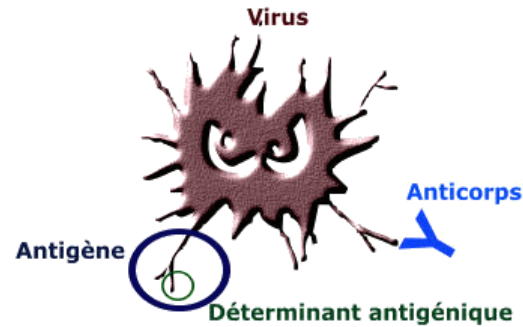
Définitions

Antigène et Anticorps

Un **antigène** : c'est une **molécule** qui a la capacité de **provoquer** une **réponse immunitaire**. Le **déterminant antigénique** est la portion de l'antigène sur laquelle se lient les anticorps.

Exemples d'antigènes : Une protéine de la surface d'une bactérie; un polysaccharide de la paroi d'une bactérie; une protéine de virus; une toxine bactérienne, etc.

Un **anticorps** c'est une **protéine soluble** (appelée immunoglobuline) qui **reconnaît spécifiquement** un antigène.



Source : <http://bio-mol.eu/images/6f2p/malades/anticorps.jpg>

Le Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH)

Les protéines du **CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité)** servent de **présentoir pour les antigènes**.

Le **Complexe Majeur d'Histocompatibilité (CMH)** est une région du génome dont les gènes codent pour les molécules d'histocompatibilité qui sont présentées à la surface de cellules présentatrices d'antigène et qui assurent la présentation des antigènes aux lymphocytes T afin de les activer.

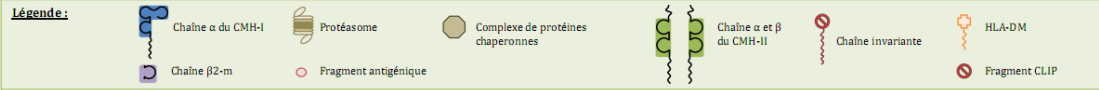
On en retrouve **deux classes** soit :

- le **CMH de classe I** qui est présent sur toutes les cellules nucléées, Les molécules du CMH-I codées par ces gènes sont présentes sur **toutes les cellules nucléées de l'organisme** (donc pas les globules rouges) à des taux variables (expression la plus importante au niveau des lymphocytes). Ces cellules ont pour fonction de présenter les molécules d'Ag à une série de lymphocyte T, les **LT-CD8** qui deviendront des **LT cytotoxiques**.

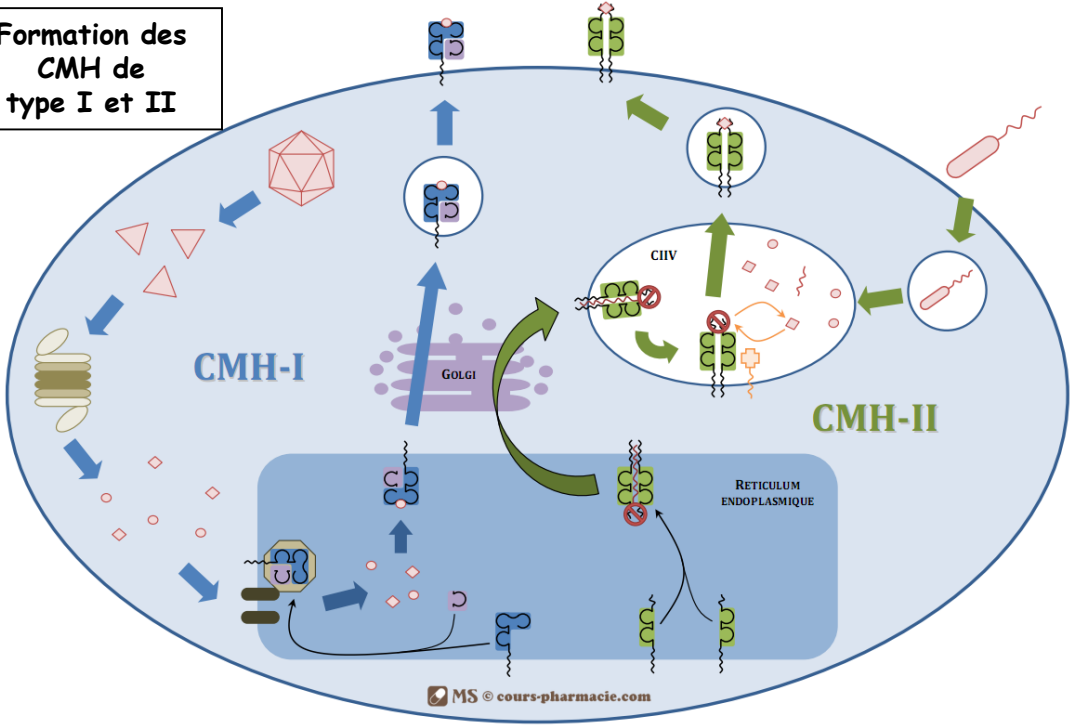
- le **CMH de classe II** qui est présent seulement sur les monocytes, les macrophages, les cellules dendritiques, les lymphocytes B et les cellules épithéliales du thymus. On appelle ces cellules les **cellules présentatrices d'antigènes** (ou **CPAG**) qui ont pour fonction de présenter les molécules d'Ag à une série de lymphocytes T, les **LT-CD4** qui deviendront des **LT helpers** (ou **LT auxiliaire**).

Les complexes antigène-CMH sont très importants dans l'**activation** des réponses immunitaires humores et à médiation cellulaire.

De plus, chaque individu possède des **protéines du CMH** qui lui sont **uniques**. Le CMH joue donc le rôle « **d'empreintes digitales des cellules** ». Cette propriété est impliquée dans le rejet des organes transplantés.



Formation des CMH de type I et II



Source : <http://www.cours-pharmacie.com/images/CMH-I-CMH-II-schema-bilan.png>

Les particularités de la communication humorale chez l'être humain

« Le maintien de l'unité de l'organisme nécessite un échange d'informations entre les différents organes de l'être humain, cette communication est en partie assurée par des hormones sécrétées par les glandes endocrines. Les hormones assurent la régulation hormonale du fonctionnement de l'organisme. Elles participent au maintien de l'unité de l'organisme ».

(Extrait : Livre biologie humaine SAPAT 1^{ère} & T^{le} BAC PRO - enseignement agricole)

I. La communication humorale

La communication au sein de l'organisme est en partie assurée par **des hormones sécrétées dans le sang par des glandes endocrines.**

a) Qu'est-ce qu'une Hormone :

Une hormone est une substance chimique produite par une glande endocrine en réponse à une stimulation.

Elle agit à distance, à très faible dose par voie sanguine ou lymphatique sur les cellules d'un organe cible. Elle transmet un message sous forme chimique et joue donc un rôle de messager dans l'organisme.

Les hormones ont **une fonction de communication** qui, en comparaison avec celle du système nerveux, peut être qualifiée de lente, continue et diffuse. **Elles régulent l'activité d'un ou plusieurs organes** dont elles modifient le comportement et les interactions.

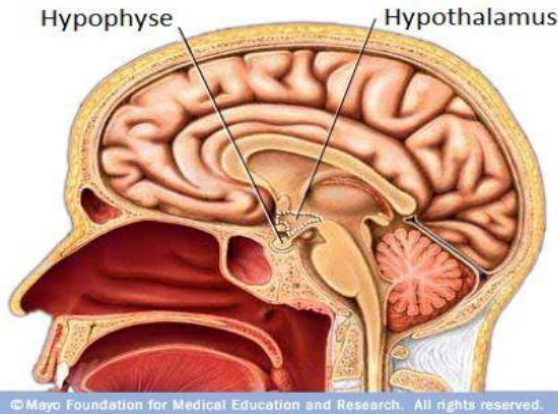
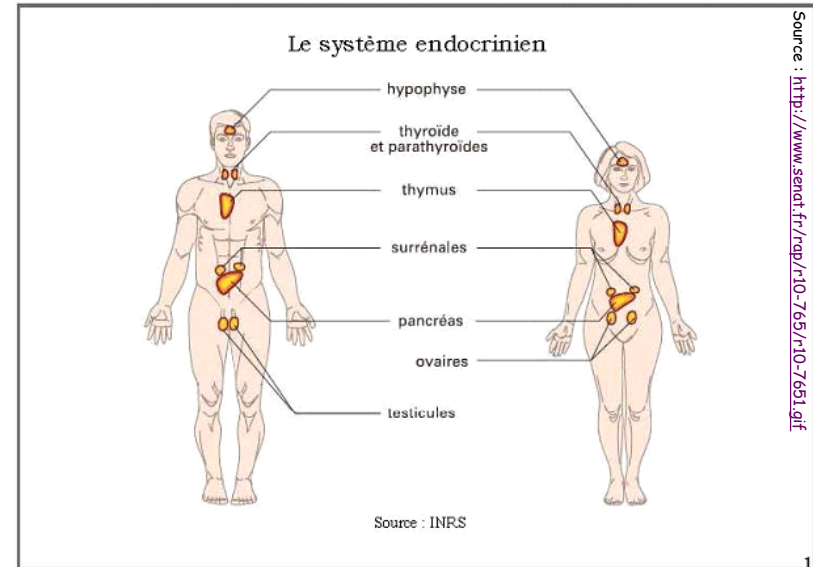
Les hormones régulent de nombreuses fonctions de l'organisme telles que la **croissance**, le **développement**, la **reproduction**, le **métabolisme**, la **pression artérielle**, la **glycémie** et l'**équilibre des fluides**.

une sélection des hormones (premier messager)			
premier messager et son récepteur (en gras)	source	organe ciblé	fonction (parmi d'autres)
-adrénaline : ADR ou AR	glande surrénale	muscle strié, muscle lisse foie, tissu adipeux	-glycogénolyse, contraction muscle lisse, augmentation de la rythmicité et force de contraction cardiaque
-cholécystokinine : CCKAR/CCKBR	intestin grêle SNC (syst nerv centr)	pancréas, vésicule biliaire	-sécrétion d'enzymes digestives et libération de bile. en tant que neurotransmetteur, action anorexigène.
-gastrine : CCKBR	intestin grêle	estomac	-stimulation de la sécrétion d'acide chlorhydrique (HCl) dans le fundus gastrique
-glucagon : GR	cellules-α pancréas	foie tissu adipeux	-glycogénolyse, lipolyse
-hormone adrénocorticotrope : ACTHR (corticotropine)	antéhypophyse	tissu adipeux glande surrénale	-production de cortisol, lipolyse
-hormone de stimulation folliculaire : FSHR	antéhypophyse	ovaire	-maturation des follicules ovariens
-hormone de stimulation des mélanocytes : MSHR	antéhypophyse	peau SNC	-synthèse de la mélanine (pigment)
-thyroïstimuline : TSHR	antéhypophyse	thyroïde	-sécrétion de l'hormone thyroïde
-hormone lutéïnisante : LHR	antéhypophyse	ovaire testicule	-déclenchement de l'ovulation, production de progestérone et oestrogène, production de testostérone
-hormone parathyroïdienne : PTHr	parathyroïde	os, duodénum rein	-résorption du calcium dans l'os (formation des ostéoclastes) et résorption du Ca ²⁺ rénal et intestinal
-hormones stéroïdes - androgènes (testostérone etc) : AR	glande surrénale testicule	testicule, muscle, tissu adipeux	-développement du phénotype masculin
- oestrogènes (oestradiol, ostriol, oestrone) : ER	corps lutéal, placenta follicules ovariens	endométrie utérin glande mammaire	-développement du phénotype féminin, cycle menstruel, grossesse
- progestérone : PR	corps lutéal, placenta, glande surrénale	endomètre utérin	-cycle menstruel, grossesse
-glucocorticoïdes : GR	glande surrénale	foie, tissu adipeux et d'autres	-gluconéogenèse, immunologie, inflammation, rétention d'eau.
-minéralocorticoïdes (aldostérone) : MR	glande surrénale	rein	-expression de l'aquaporine dans le néphron
-hormones thyroïdiennes : TR	thyroïde	multiple	-différenciation cellulaire, métabolisme de protéines, acides gras et glucides, régulation thermique
-ocytocine : OTR	hypothalamus	utérus, glande mammaire	-hormone peptidique, contraction muscle lisse de l'utérus, éjection du lait
-peptide natriurétique atrial : ANPR	oreillettes cardiaque	endothélium vasculaire	-réduction de la pression artérielle (excrétion rénale de Na ⁺ /H ₂ O)
-sécrétine : SCTR	duodénum	pancréas	-sécrétion d'enzymes digestives (trypsine, chymotrypsine)
-vasopressine (ADH) : AVPR	hypothalamus	rein muscle lisse vasculaire	-rétention rénale de l'eau (synthèse de l'aquaporine dans le néphron) et vasoconstriction

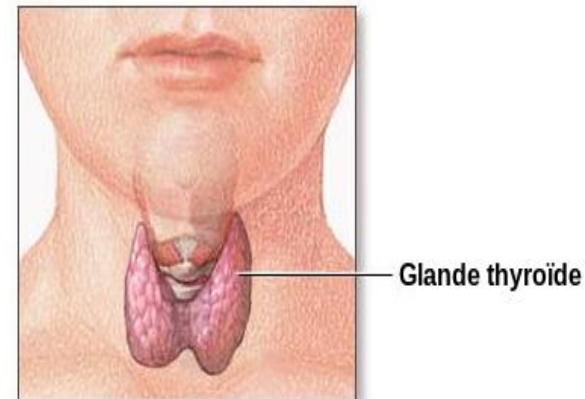
Source : http://www.univ-se.fr/astere/inter/locall_difusion/gbhc/la_109_53/content/images/EO-hormones-premier-

b) Qu'est-ce qu'une glande endocrine :

Une **glande endocrine** est un **organe interne** qui **sécrète des hormones dans la circulation sanguine**, lesquelles exercent alors leur action spécifique sur des organes ou des cellules (cibles distantes).



Source : http://fr.cdn.v5.future-science.com/builde/maoex/thunbs/5/5b7/d2d4c19_hypothalamus_mayo.jpg



Source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/46/Thyroid_gland-fr.svg/388px-Thyroid_gland-fr.svg.png

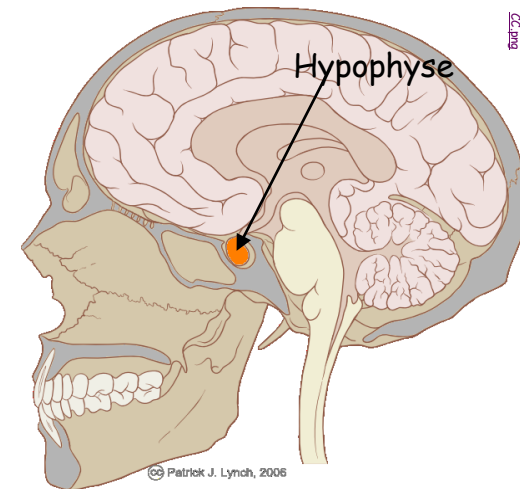
II. Les différentes glandes endocrines

- **L'hypophyse** : L'hypophyse appartient au système nerveux central.

Elle joue un rôle essentiel dans le métabolisme, la croissance et la reproduction. Elle est étroitement liée à l'hypothalamus.

L'hypophyse sécrète différentes hormones :

- la **GH, hormone de croissance** qui stimule les tissus et le métabolisme énergétique et assure une croissance harmonieuse.
- l'**ACTH, hormone adrénocorticotrope** qui agit sur les glandes surrénales en stimulant leur production de corticostéroïdes, lesquels agissent sur le métabolisme.
- la **TSH, hormone thyroïdienne** qui agit sur la glande thyroïde qui règle l'activité métabolique.
- la **prolactine** qui agit sur les glandes mammaires en stimulant leur production de lait.
- la **FSH (folliculine)** et la **LH (hormone lutéinisante)** qui agissent sur les organes reproducteurs. Elles stimulent la reproduction et la sécrétion des hormones sexuelles.
- la **MSH, mélatonine** qui contrôle la pigmentation de la peau.
- l'**ADH, hormone antidiurétique**, appelée vasopressine, qui contrôle le volume d'urine sécrétée.
- l'**ocytocine** qui stimule les contractions de l'utérus et la sécrétion de lait des glandes mammaires.



Localisation de l'Hypophyse

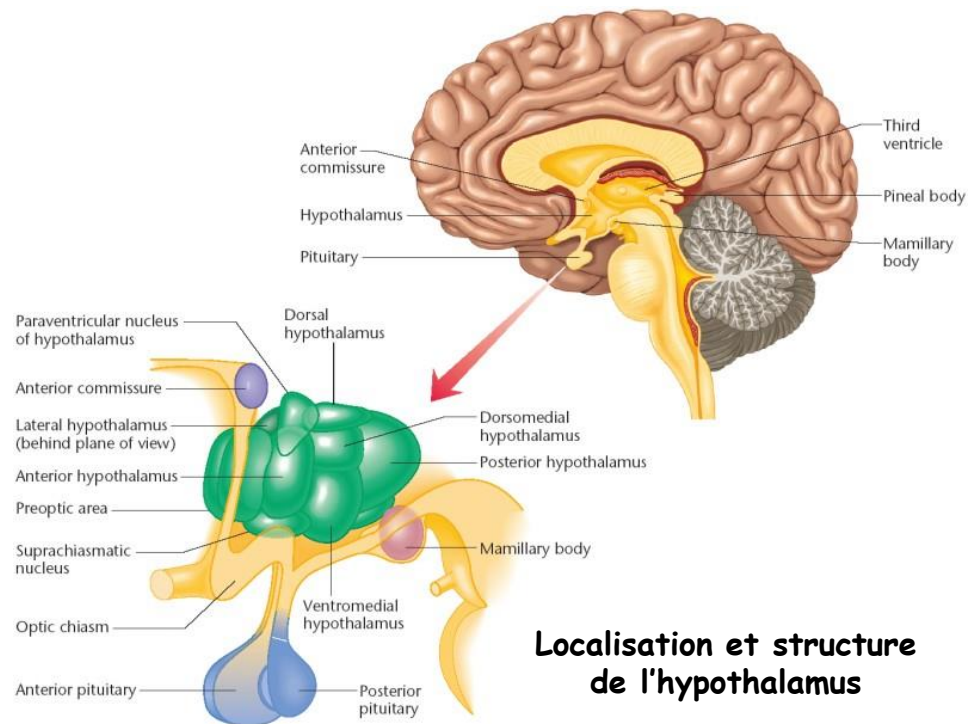
- **L'hypothalamus** : L'hypothalamus fait partie du système nerveux central.

L'hypothalamus est une petite région située au cœur du cerveau, qui sert de pont entre le système nerveux autonome et le système endocrinien.

Il est en effet impliqué dans la régulation de grandes fonctions comme la faim, la soif, le sommeil ou la température corporelle. Il est aussi impliqué dans le comportement sexuel et les émotions.

Les hormones sécrétées par l'hypothalamus ont toutes, ou presque, une influence sur la production des hormones hypophysaires.

- la **dopamine** inhibe la production de prolactine ;
- l'**hormone thyroïdienne (TSH)** stimule la production de thyroïdostimuline (TSH) ;
- la **somatocitrine (GH-RH)** permet la libération de l'hormone de croissance somatotrophine (STH) ;
- la **somatostatine (GH-RIH)** inhibe le largage de la STH ;
- la **gonadolibérine (ou GnRH)** est responsable de la synthèse et de la sécrétion de la FSH et de la LH (hormones) ;
- la **corticolibérine (CRH)** favorise la production d'hormone corticotrope (ACTH) ;
- l'**ocytocine** (impliquée dans les contractions utérines, la lactation et l'attachement) et la **vasopressine** (une hormone antidiurétique) sont synthétisées par l'hypothalamus mais libérées par l'hypophyse dans la circulation sanguine.



Localisation et structure de l'hypothalamus

- **La glande thyroïde** : La thyroïde appartient au système endocrinien

C'est une glande endocrine cervicale régulant de nombreux systèmes hormonaux.

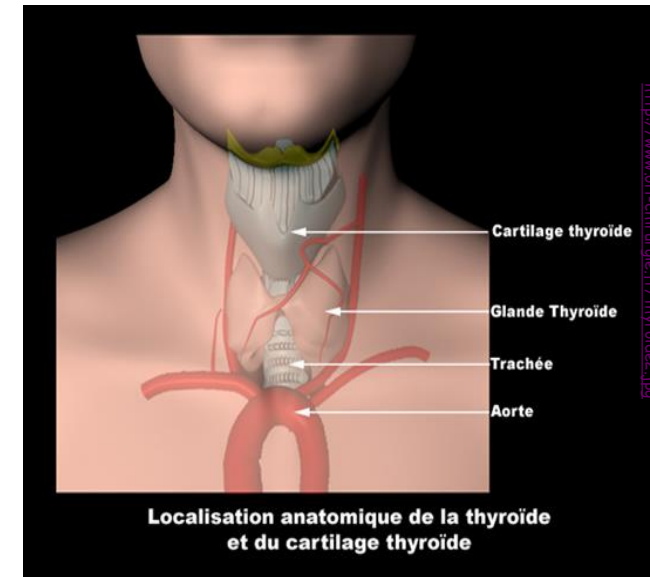
La thyroïde est une glande endocrine, qui synthétise et libère dans la circulation sanguine des hormones thyroïdiennes.

Ces hormones thyroxine (T3) et triiodothyronine (T4) ont un rôle dans le métabolisme.

Exemple : favorise la croissance et en stimulant la consommation des graisses et des sucres.

La calcitonine est produite par les glandes parathyroïdiennes, et est impliquée dans le métabolisme du calcium.

La production de ces hormones est stimulée par la thyroïdostimuline (TSH) synthétisée par l'hypophyse.



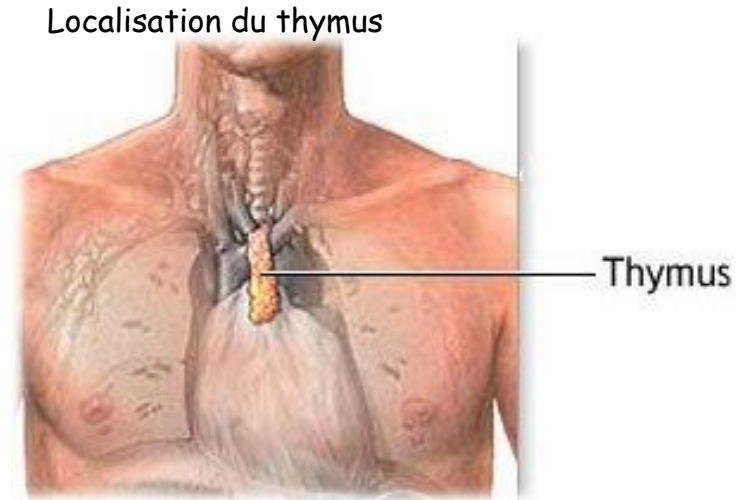
- **Le thymus:** Le thymus est un organe du système immunitaire, situé à la base du cou, sous le sternum.

Le thymus est surtout développé chez l'enfant chez qui **il joue un rôle important dans la mise en place des défenses immunitaires** (les lymphocytes).

La maturation des lymphocytes T s'effectue sous l'influence de deux hormones synthétisées par le thymus, la thymopoïétine et la thymuline.

Sa taille diminue progressivement avec l'âge.

Il joue un rôle dans la différenciation des hormones hypothalamiques et thyroïdiennes.

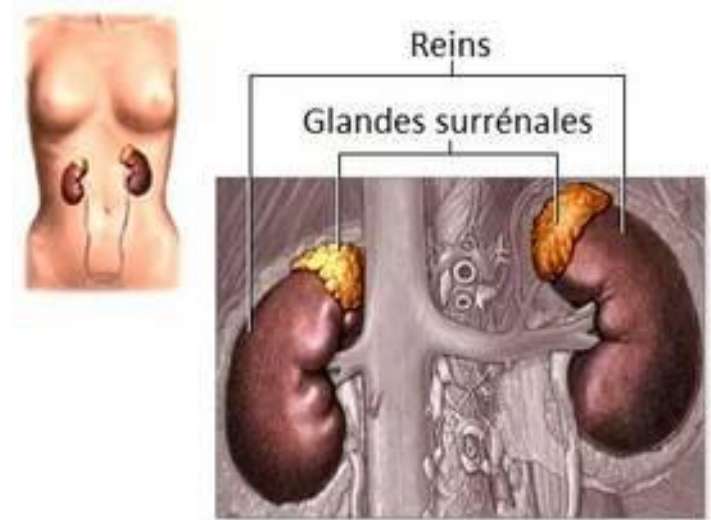


• **Les glandes surrénales:** Les glandes surrénales appartiennent au système endocrinien

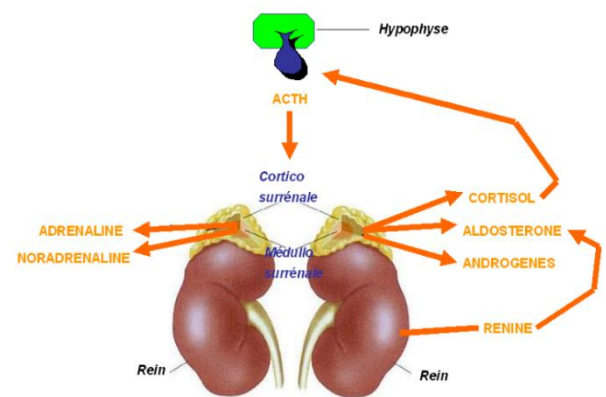
La **partie externe** de la glande, la **cortico-surrénale**, sécrète :

- **les glucocorticoïdes** qui ont pour rôle, de libérer le glucose stocké dans l'organisme;
- **Les minéralocorticoïdes** (aldostérone) assurent l'homéostasie du potassium et du sodium;
- **des androgènes** (testostérone) également produits par les gonades.

La **partie interne** des glandes surrénales, la **médullo-surrénale** sécrète **les catécholamines**, un groupe d'hormones rassemblant l'adrénaline et la noradrénaline. Ces hormones participent au stress en augmentant la pression artérielle et le rythme cardiaque.



Localisation des glandes surrénales



Les productions des surrénales

- **Le pancréas** : Le pancréas appartient au système digestif et au système endocrinien.

Ces principales fonctions sont de synthétiser des enzymes digestives dans le tube digestif et **de réguler la glycémie sanguine**.

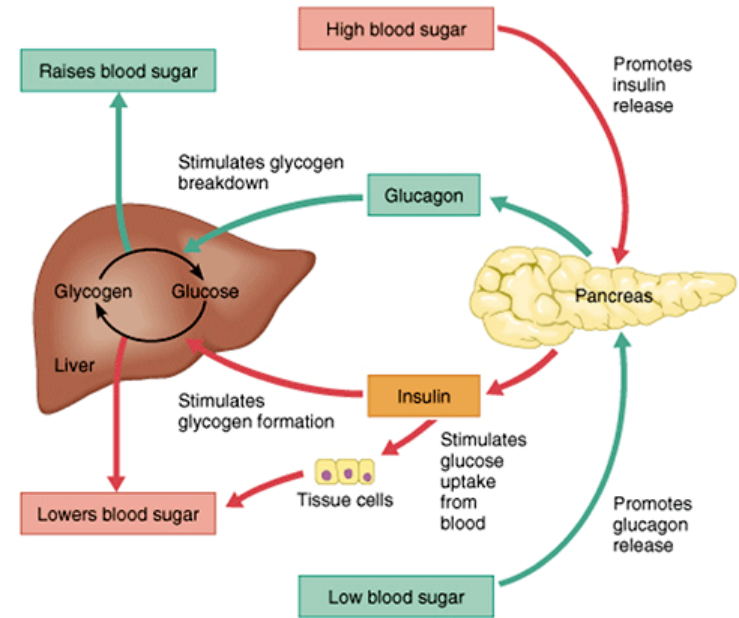
La régulation de la glycémie est assurée par les îlots de Langerhans du pancréas, dispersés sur toute la masse du pancréas.

4 types de cellules vont permettre cette fonction :

- Les cellules- α synthétisent le **glucagon** qui régule la glycémie;
- les cellules- β fabriquent **l'insuline**, permettent la régulation de la glycémie.
- les cellules- δ et F fabriquent la **somatostatine** et le **polypeptide pancréatique**.

La **somatostatine** a un rôle de **régulation de la sécrétion de la vésicule biliaire**, augmente la mobilité de l'intestin et **inhibe la synthèse de glucagon et d'insuline**.

Le **polypeptide pancréatique** aurait quant à lui un rôle dans un mécanisme d'inhibition de la **sécrétion pancréatique exocrine** (enzymes).



Régulation du glucose par le pancréas

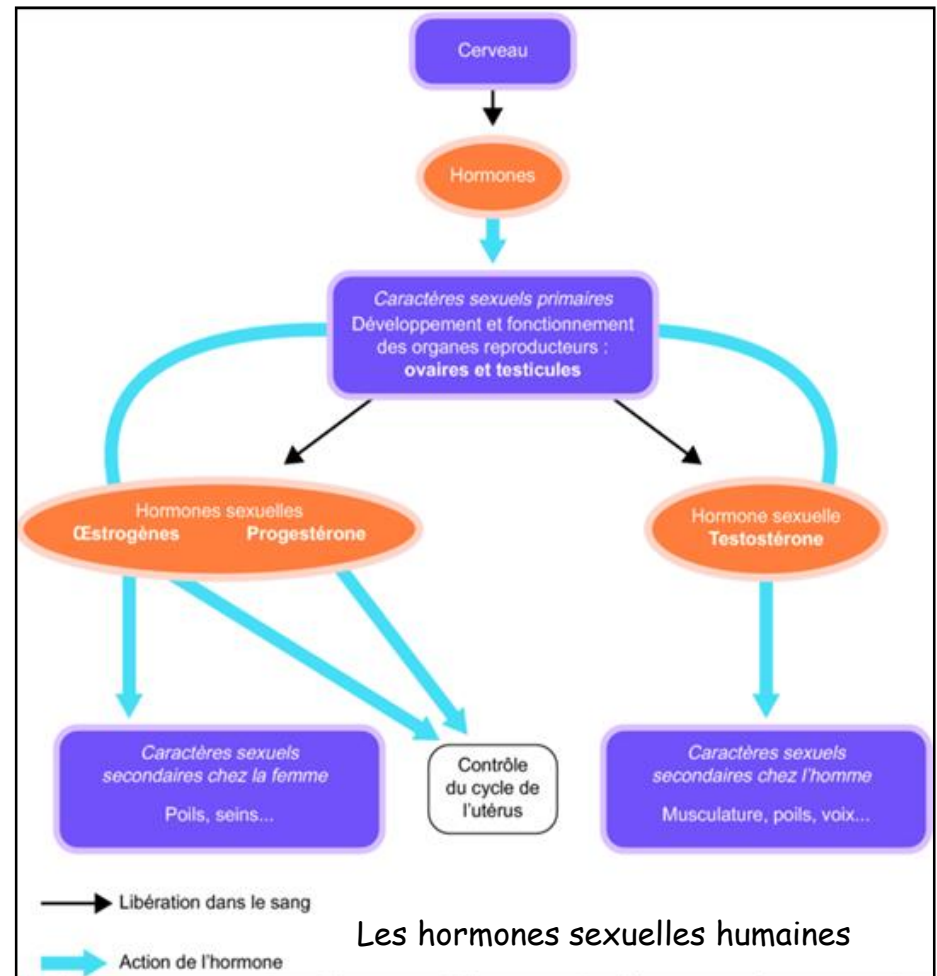
• Les organes reproducteurs:

Les organes reproducteurs fabriquent des hormones qu'on caractérise de « sexuelles ».

Elles apparaissent au moment de la puberté et permettent la différenciation des sexes par l'apparition des caractères sexuelles secondaires et par la production de gamètes.

Chez la femme, les ovaires produisent de l'œstrogène et de la progestérone qui permettent de :

- Contrôler le cycle de production des gamètes (ovules) et celui de l'utérus;
- à la puberté de faire apparaître et de maintenir un phénotype de femme.



Document 14 Principaux rôles des hormones ovariennes.

Les principaux rôles des hormones féminines sont décrites dans le tableau ci-contre.

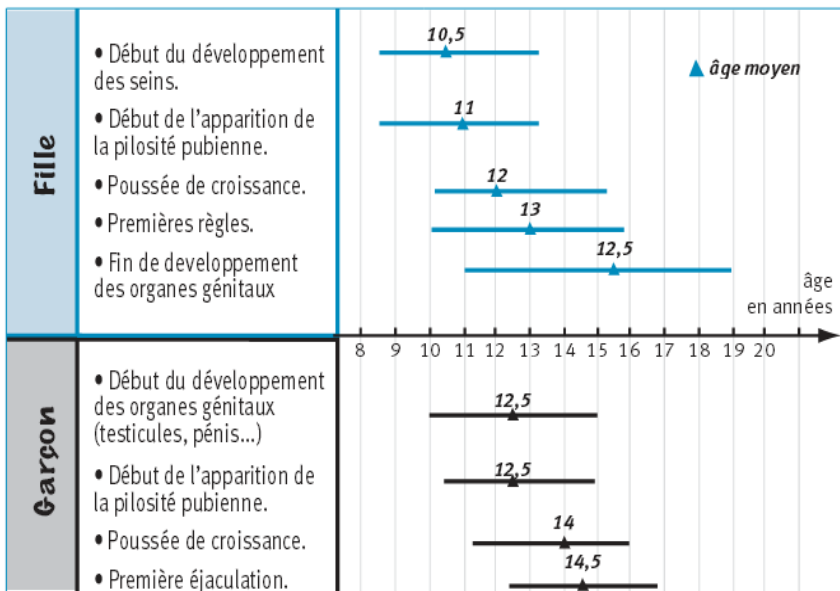
Les hormones sexuelles féminines sont produites de manière cyclique.

	Œstrogènes	Progestérogène
Muqueuse utérine	Elles permettent sa réparation à la suite des règles.	Elle permet la transformation de la muqueuse (glandes très contournées, vaisseaux sanguins très spiralés) qui prend un aspect de « dentelle » et devient propice à la nidation.
Myomètre utérin	Elles favorisent sa grande contractilité en phase ovulatoire (progression des spermatozoïdes)	Elle diminue la contractilité du myomètre ce qui facilite l'implantation d'un embryon.
Cellules du col de l'utérus	Elles favorisent la sécrétion d'une glaire cervicale perméable aux spermatozoïdes en phase ovulatoire.	Elle favorise la sécrétion d'un mucus à trame dense.

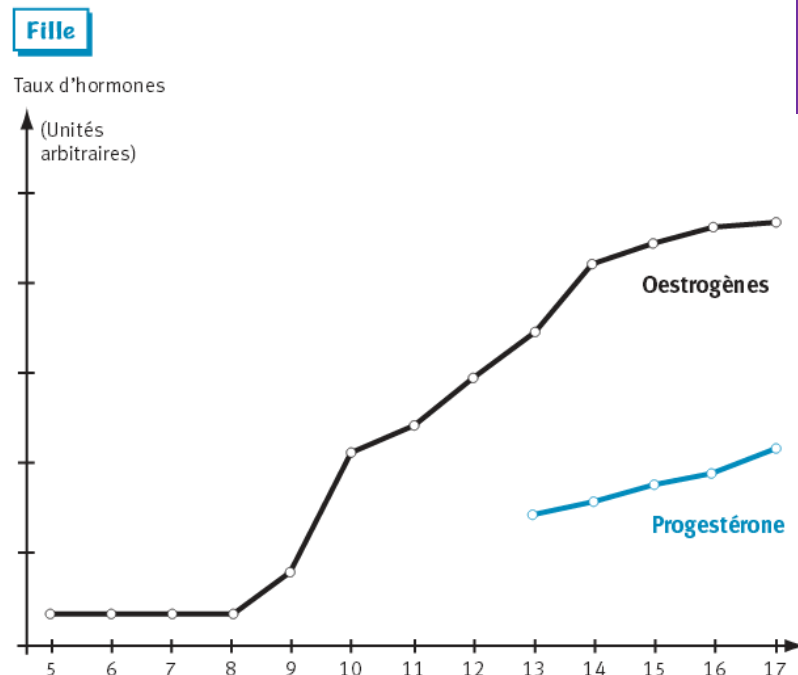
Chez l'homme, les organes reproducteurs mâle produisent une hormone : la testostérone. Elle participe comme les hormones féminines à l'apparition des caractères secondaires à l'adolescence et à stimuler la production de gamètes mâle par la stimulation de la vésicule séminale et de la prostate. Et elle est indispensable à la fonctionnalité des organes génitaux externes.

La testostérone est produite en continue dans l'organisme.

Des changements morphologiques et physiologiques progressifs

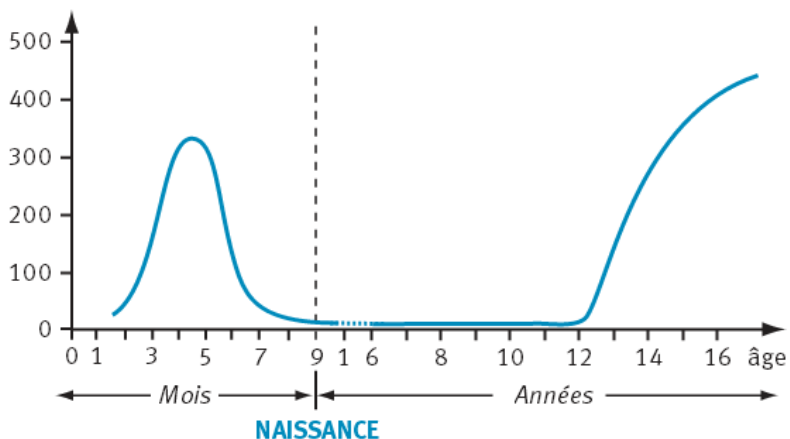


Évolution des taux plasmatiques moyens des hormones sexuelles



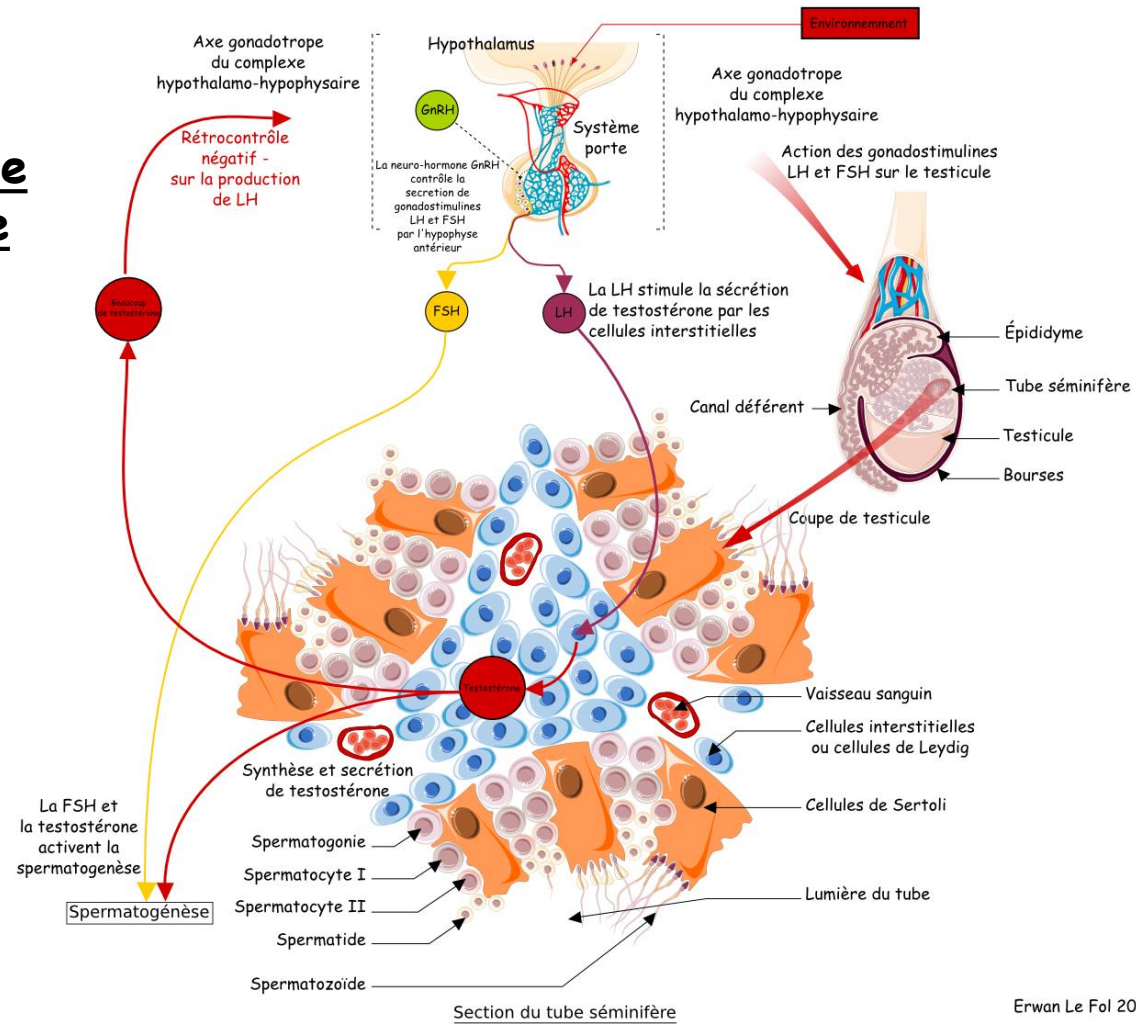
Évolution du taux de testostérone de l'âge fœtal à l'âge adulte

Concentration plasmatique de la testostérone (ng - 100 mL⁻¹)



Source : <http://www.academie-en-ligne.fr/Ressources/7/SN13/AL7SN13TDP0211-Sequence-03.pdf>

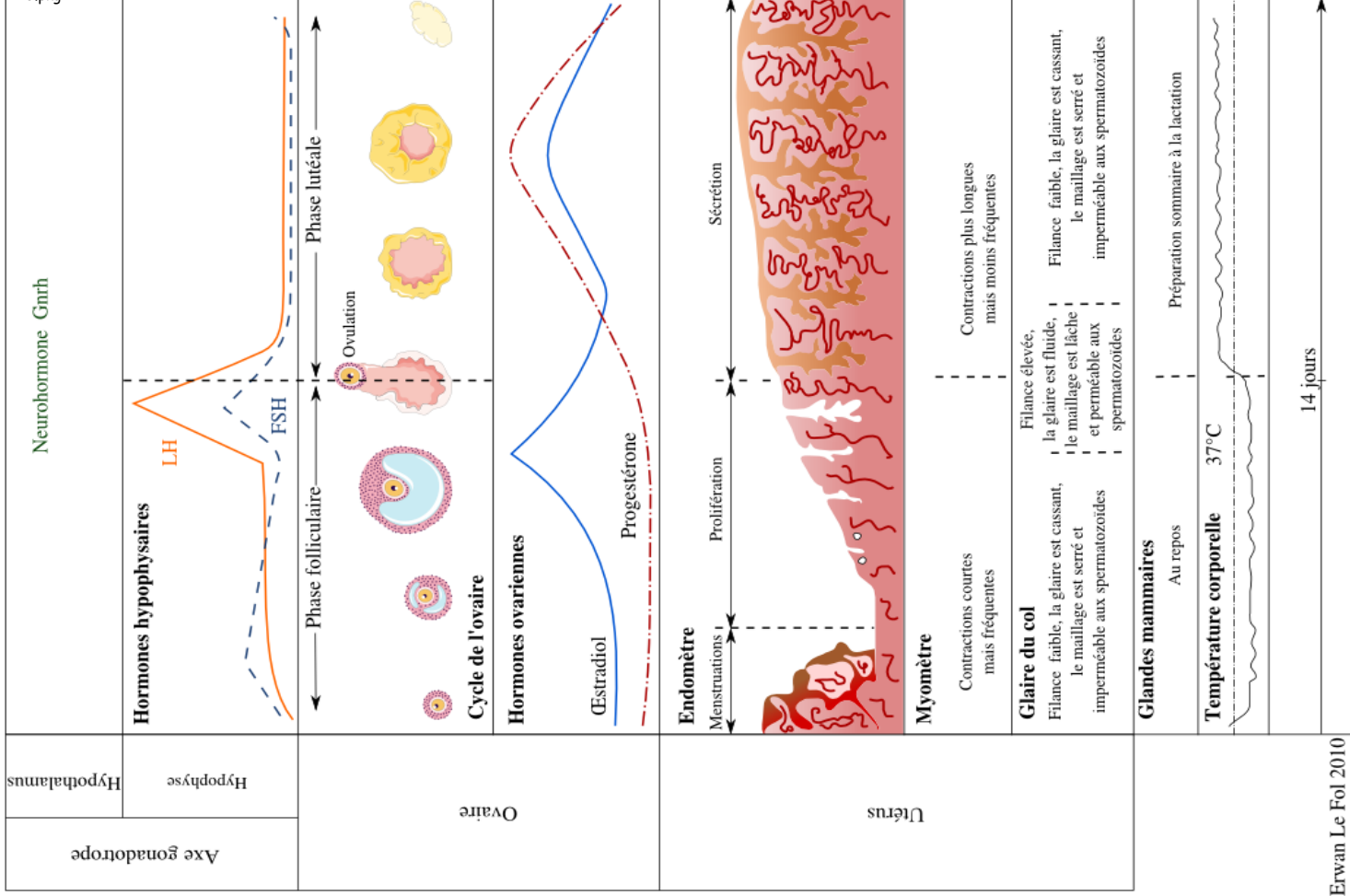
Régulation hormonale de la production de spermatozoïdes



Source : http://www.svt-monde.org/IMG/png/La_coordination_spermatogenese-2.png

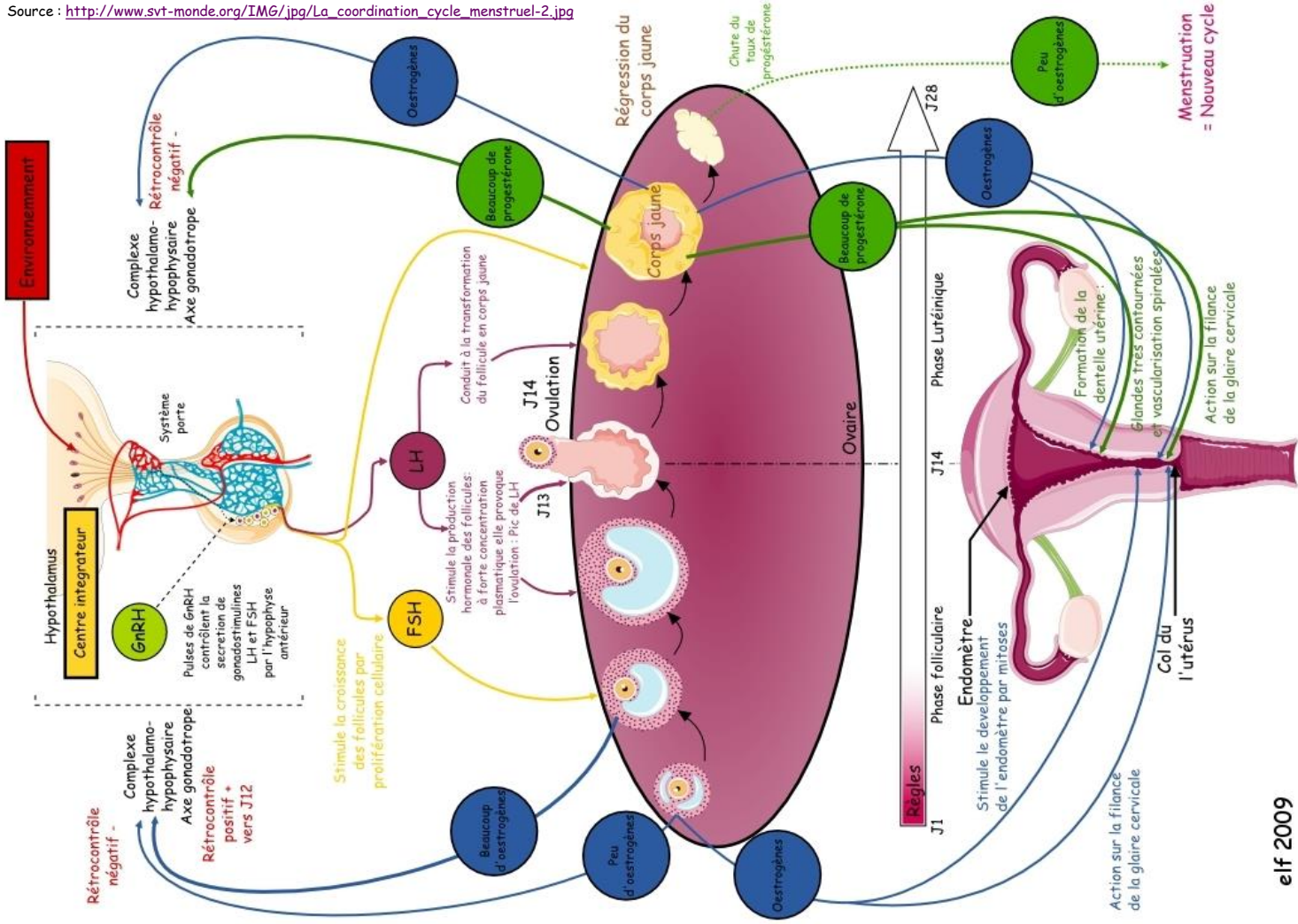
Régulation hormonale du cycle menstruel

Source : http://www.svt-monde.org/IMG/png/01_cycle_repro_femme-3.png



Régulation hormonale du cycle menstruel

Source : http://www.svt-monde.org/IMG/jpg/La_coordination_cycle_menstruel-2.jpg

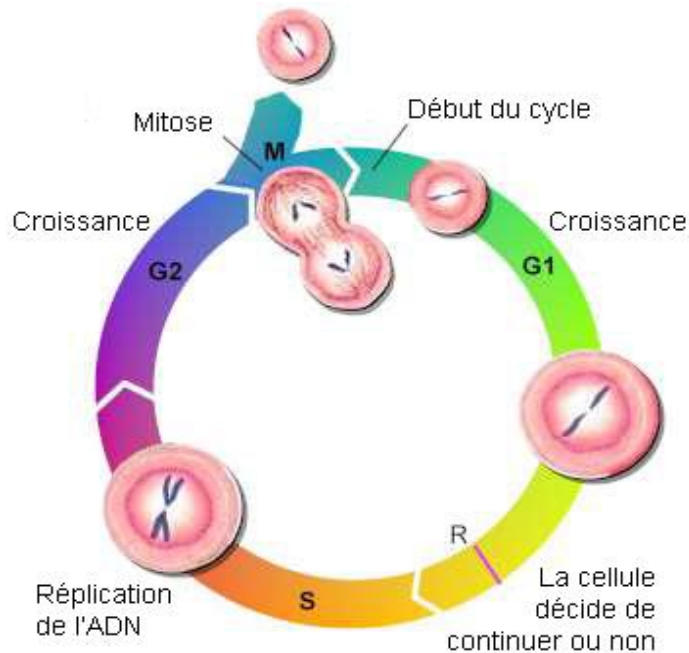


Les processus de reproduction cellulaire

La Mitose et la Méiose

1. Le cycle cellulaire

Le cycle cellulaire est divisé en plusieurs phases : **les phases G1, S et G2** qui constituent **l'interphase** et la **phase M**, celle de la **mitose** ou de la **méiose**.



Source : http://mpromovost.epjprofweb.qc.ca/BIONPI/cell_cycle.jpg

L'interphase est la période entre les divisions cellulaires et est caractérisée par un accroissement du volume cellulaire, l'expression des gènes et la duplication des chromosomes.

Elle est divisée en plusieurs phases :

- La **phase G1** (Growth 1) au cours de laquelle la **cellule croît et vit normalement**. Les cellules filles issues de la mitose précédente étant plus petites prennent leur taille finale.
- La **phase S** (pour **synthèse** de nouvelle molécule **d'ADN**) au cours de laquelle le matériel chromosomique est doublé par réplication de chacun des chromosomes.
- La **phase G2** (Growth 2) comme lors de la phase G1, la cellule doit s'accroître afin d'avoir suffisamment d'organites pour sa descendance. À l'issue de cette phase, chaque chromosome est parfaitement identique à son homologue.

2. La mitose

► Définition :

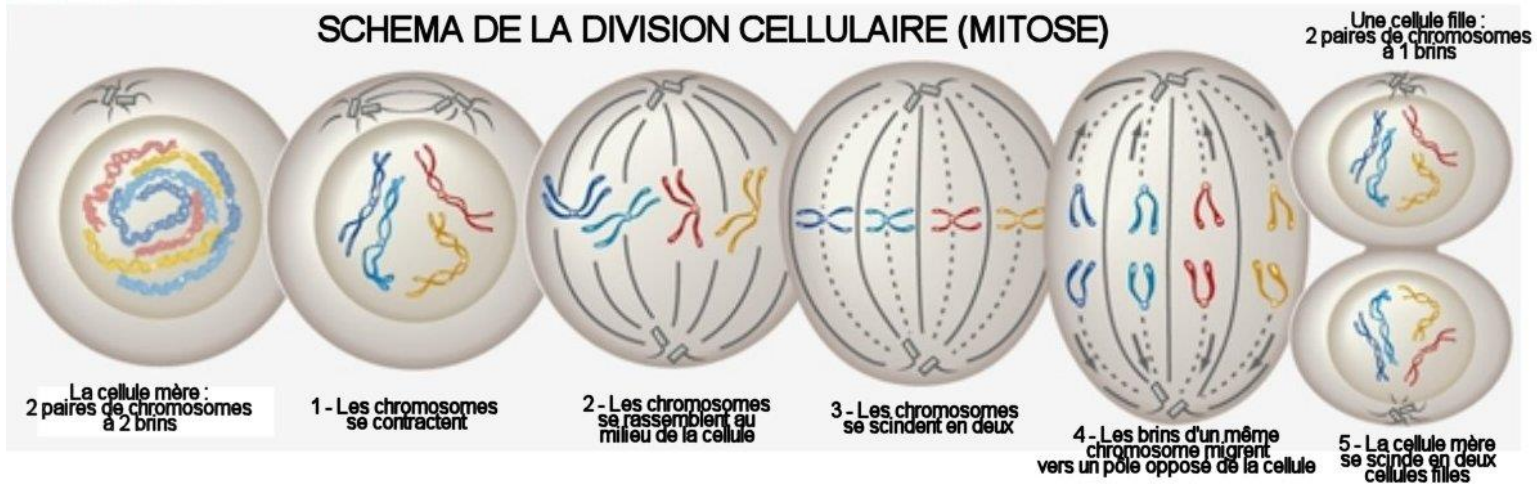
Un organisme eucaryote(ex : l'Homme) est formé de cellules. **Chacune de ses cellules provient de la multiplication d'une cellule préexistante.**

La mitose ou division cellulaire permet de multiplier le nombre de cellules en conservant la quantité et la qualité des informations contenues dans les chromosomes. Le déroulement de la mitose dépend de mécanismes très précis. Ces mécanismes sont universels, c'est à dire communs, à tous les organismes eucaryotes, animaux et végétaux.

► Les étapes de la mitose :

La mitose est composée de 5/6 phases ayant tous un rôle précis dans la reproduction « conforme » d'une cellule en 2 autres cellules « filles ».

http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_biocell-videomitosis.htm



L'Interphase (avant la mitose)

caractérisée par un accroissement du volume cellulaire, la cellule transcrit ses gènes et les chromosomes sont répliqués. Les chromosomes sont sous forme de filaments compacts : la chromatine. Réplication de l'ADN (chaque chromosome se double, il a deux chromatides)

1. La prophase

Le matériel génétique se condense en chromosomes. Il y a deux copies identiques du génotype (l'ensemble des chromosomes) dans chaque cellule. Pendant cette phase, les chromosomes sont constitués de deux chromatides sœurs ayant la même information génétique. Deux centrosomes qui migrent chacun vers un pôle de la cellule. Le cytosquelette de microtubules se réorganise pour former le fuseau mitotique.

2. & 3. La métaphase

C'est le rassemblement des chromosomes condensés à l'équateur de la cellule pour former la plaque équatoriale (plan situé à mi-chemin des deux pôles). On observe que les chromosomes sont alignés selon leur centromère.

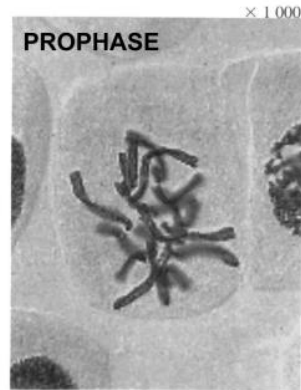
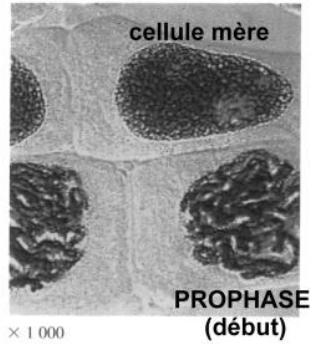
4. L'anaphase

C'est une phase très rapide de la mitose où les chromatides se séparent et migrent vers les pôles opposés de la cellule. Chaque chromatide se déplace vers un pôle de la cellule.

5. La Télaphase

L'enveloppe nucléaire ainsi que les nucléoles commencent à se reformer autour des chromosomes individuels. Le sillon de division sépare la cellule en deux. On obtient après la cytodérèse : **Deux cellules filles identiques.**

La Mitose par étapes

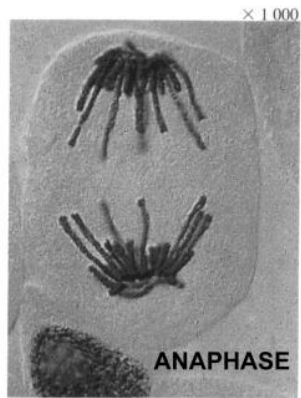


On distingue dans la mitose quatre stades successifs :
a – La prophase. **b** – La métaphase (les chromosomes sont alors placés dans un même plan de la cellule et forment une figure appelée « plaque équatoriale »). **c** – L'anaphase. **d** – La télophase.



• **La durée des diverses phases**
 Elle varie d'un organisme à l'autre. Par exemple, chez le tradescantia (végétal plus connu sous le nom de misère) :
 prophase 105 ; métaphase 50 ; anaphase 15 ; télophase 30. Au total : 200 minutes.

3 Le comportement des chromosomes au cours des quatre phases de la mitose.



Lexique

- **Mitose** (du grec *mitosis* = filament) : division cellulaire assurant à chacune des deux cellules filles un nombre de chromosomes et une information génétique identiques à ceux de la cellule mère.
- **Interphase** : période comprise entre deux mitoses.

- **Le nombre des chromosomes**
 Le nombre des chromosomes est caractéristique de chaque espèce biologique.
 Chez les végétaux le nombre minimal de chromosomes est observé chez l'épinard (12) et le nombre maximal chez le tilleul (82).
 Chez les animaux, le nombre varie de 2 chez l'hématozoaire du paludisme à plusieurs centaines pour la paramécie !
 L'homme possède 46 chromosomes.

Source : <http://imagesbiogeofixm.free.fr/mitose/original/mitose%20classee.html>

3. La méiose

- Définition :

La méiose est un ensemble de deux divisions précédées d'une seule synthèse d'ADN. Elle conduit, à partir d'une cellule mère **diploïde**, à la formation de **quatre cellules haploïdes**.

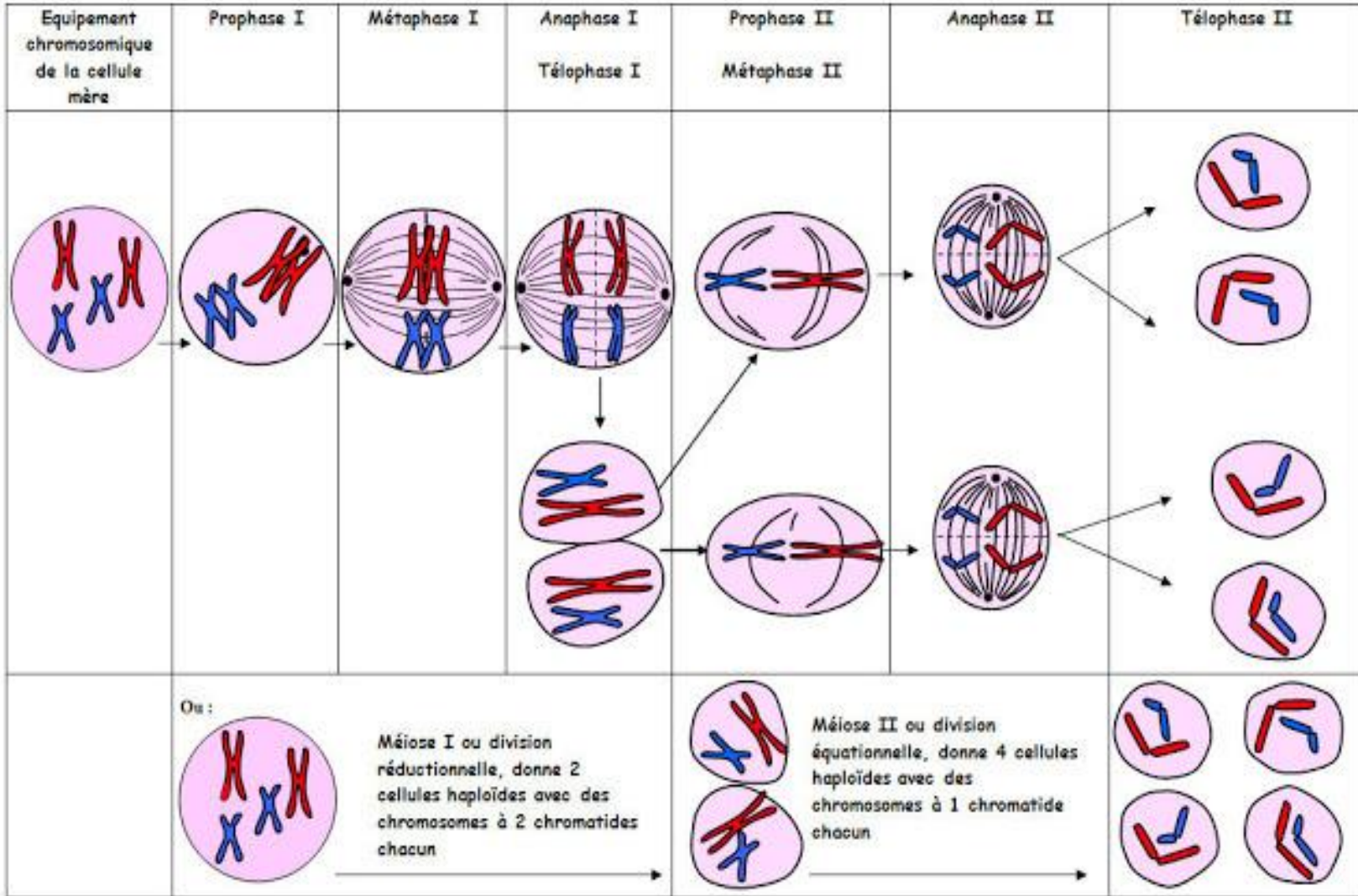
Lors de la première **division**, dite **réductionnelle**, les **chromosomes homologues** se séparent (ségrégation indépendante des chromosomes) tandis que lors de la seconde division, dite **équationnelle**, ce sont les chromatides de chaque chromosome qui se séparent.

- Les étapes de la méiose :

Les deux divisions se déroulent selon quatre phases : prophase, métaphase, anaphase et télophase.

http://www.ac-creteil.fr/biotechnologies/doc_biocell_meiose.htm

Schéma bilan des étapes de la méiose pour une cellule à $2n=4$



Source : <http://3.bp.blogspot.com/-u7wowaZRCdQ/UFgIK5bOUoI/AAAAAAAAAKkK/6D1Tt19bgVM/s640/meiose.jpg>

4. La méiose chez l'être humain

- Chez l'Homme :

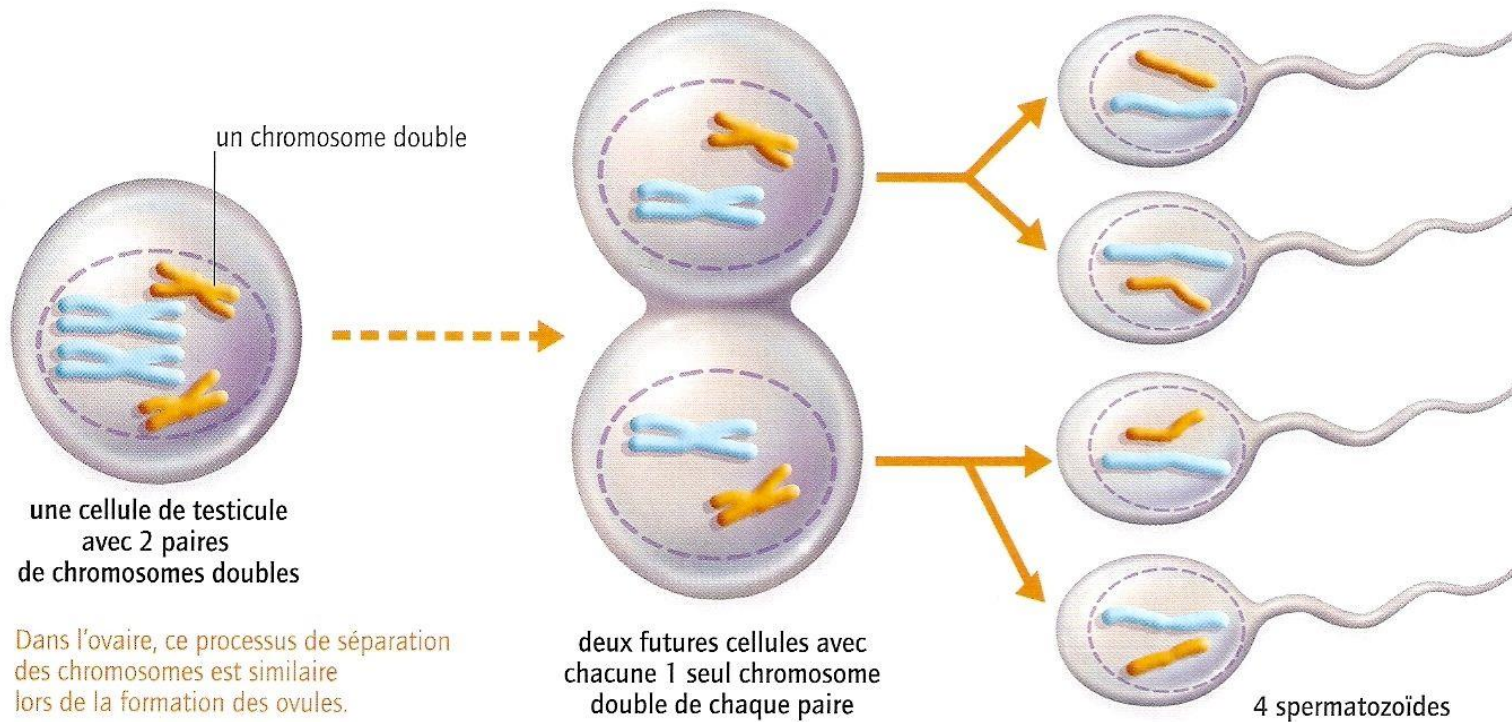
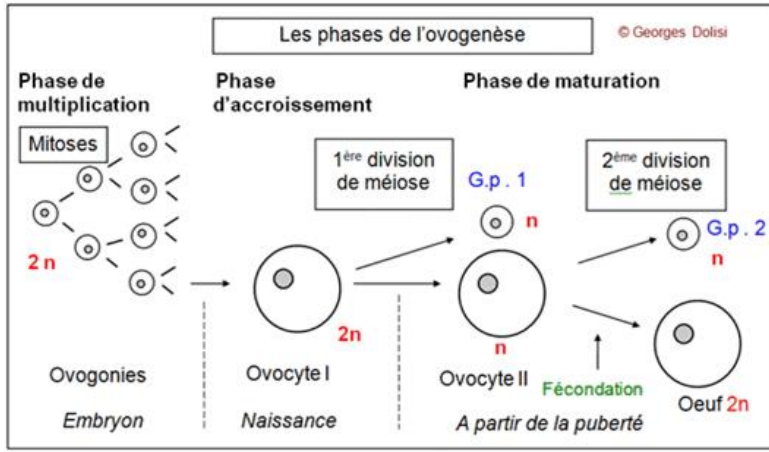


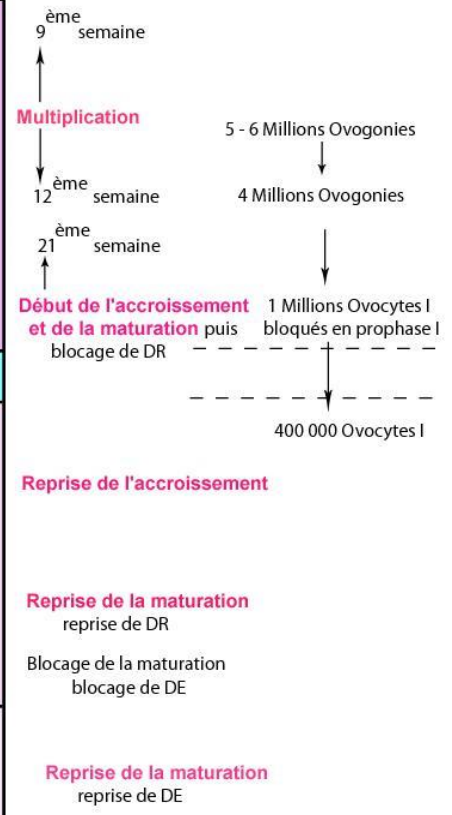
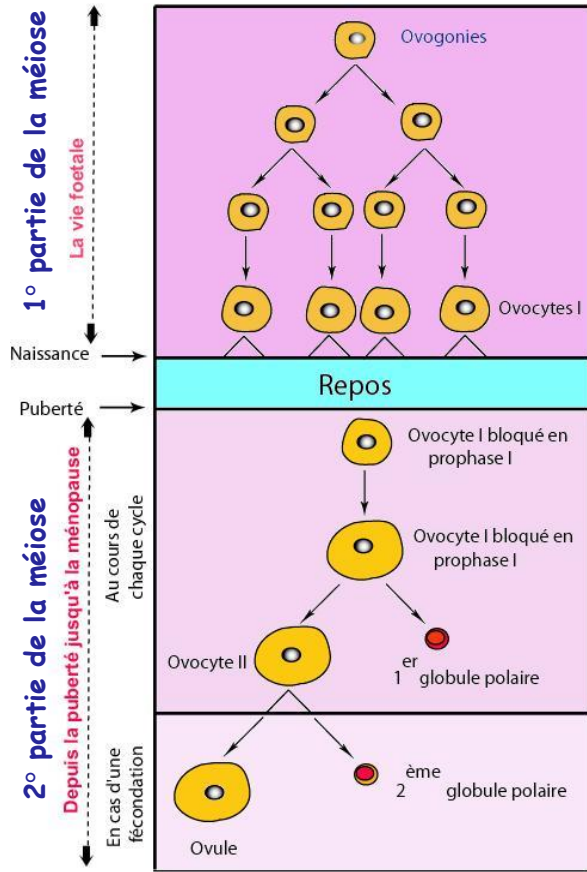
Schéma de la formation des cellules reproductrices chez l'homme. Afin de faciliter la lecture, seules deux des 23 paires de chromosomes de l'espèce humaine sont représentées.

• Chez la femme :

Les phases de l'ovogenèse

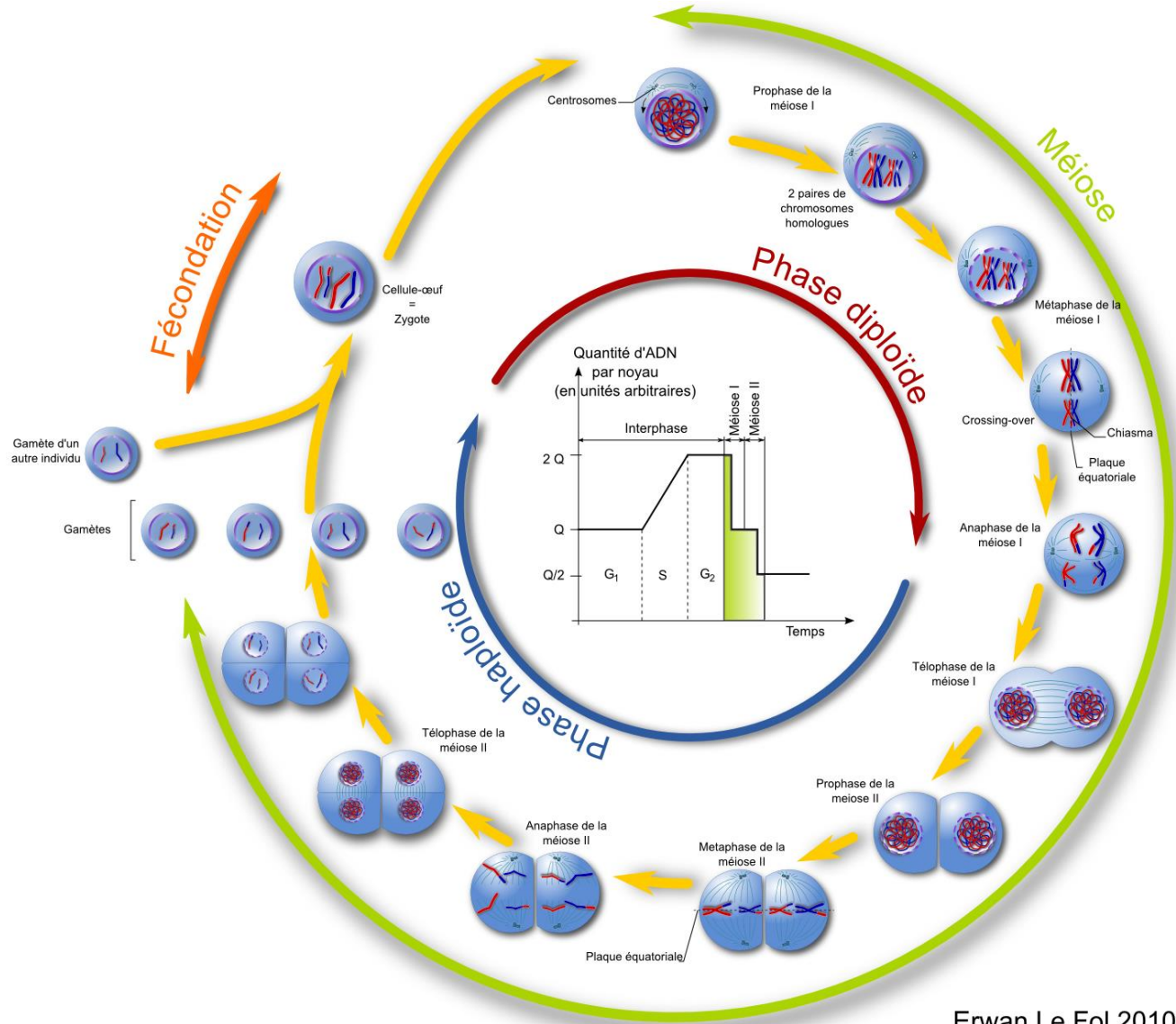


Source : <http://dada.over-blog.com/4/28/20/13/Image5.png>



Source : <http://svt.ghediri.com/upload/ovogenese.jpg>

- Lors de la vie :



Source : <http://www.svt-monde.org/IMG/png/Meiose.png>

Erwan Le Fol 2010

**Les caractéristiques de la
transmission
des caractères héréditaires
chez
les êtres humains**

Source : <http://www.genetherblog.net/>

I. La détermination de l'origine de la diversité des caractères héréditaire de l'être humain

I.1. Les spécificités du support de l'information relative aux caractères héréditaires

Le matériel génétique détermine les caractères génétiques d'un être vivant.

Le support de l'information génétique ou matériel génétique est contenu dans 2 types de molécules :

- L'**acide désoxyribonucléique (ADN)** qui est une molécule, qui renferme l'ensemble des informations nécessaires au développement et au fonctionnement d'un organisme. C'est aussi le support de l'hérédité car il est transmis lors de la reproduction, de manière intégrale ou non.

Il porte donc l'information **génétique** et constitue le **génome** des **êtres vivants**.

- L'**acide Ribonucléique (ARN)** est une molécule très proche chimiquement de l'ADN. Il est une **copie d'ADN** synthétisé dans les cellules. Les cellules vivantes utilisent en particulier l'ARN comme un **support intermédiaire des gènes** pour **fabriquer les protéines**. L'ARN peut remplir de nombreuses autres fonctions et en particulier intervenir dans des réactions chimiques de la cellule.

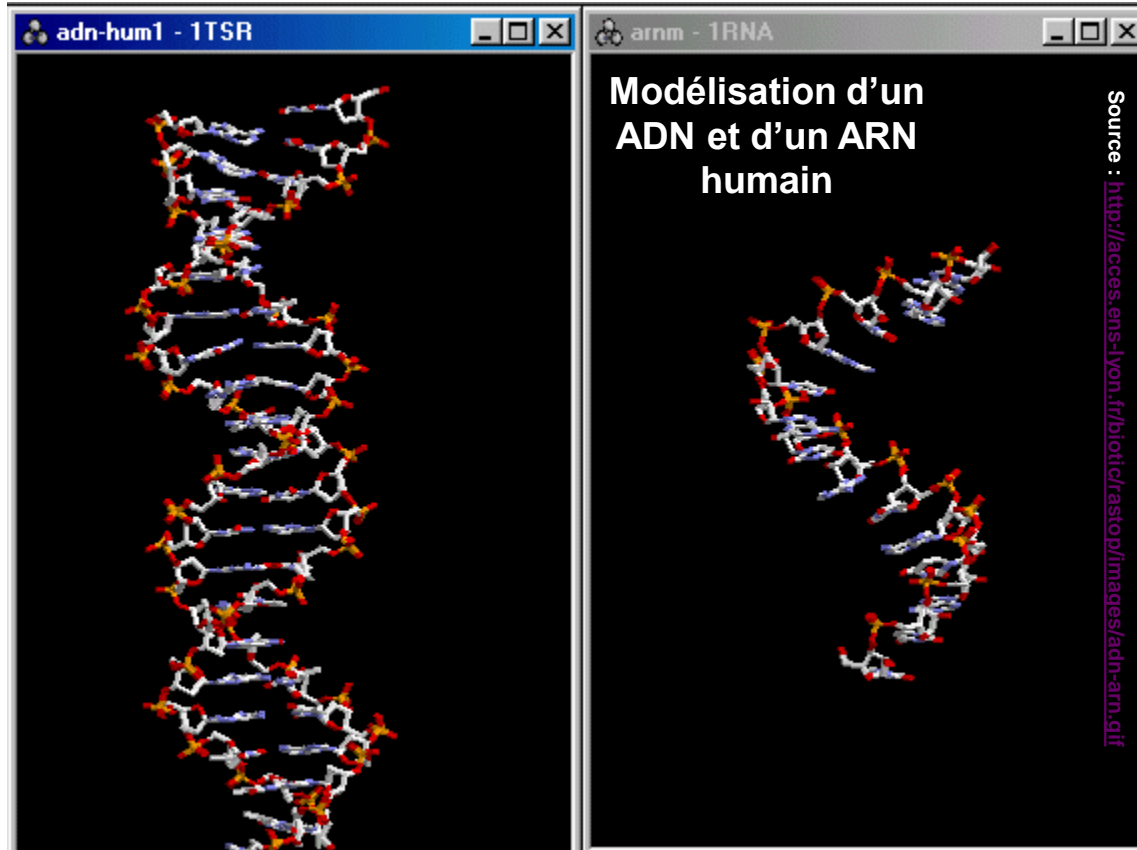
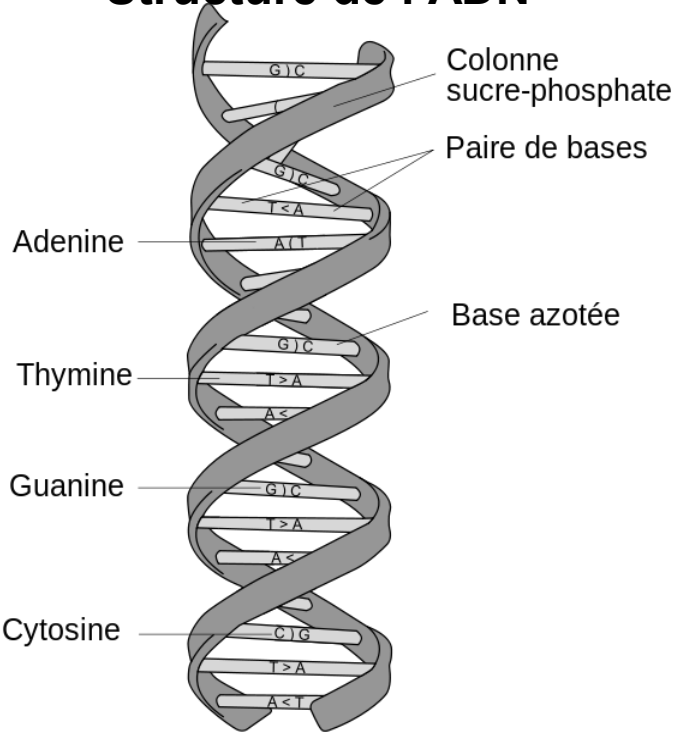
A. Structure du matériel génétique

L'ADN et l'ARN sont des molécules complexes agencé en brin(s).

L'ADN est constitué d'une hélice à double alors que l'ARN est construite en forme d'hélice à un seul brin.

Ces structures complexes sont constitués de **nucléotides**.

Structure de l'ADN



Source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a9/DNA_structure_and_bases_FR.svg/611px-DNA_structure_and_bases_FR.svg.png

Un nucléotide est composé de 3 parties :

- un **groupement phosphate** (ou acide phosphorique), identique pour les nucléotides de l'ADN et de l'ARN ;
- un **sucre à 5 atomes de carbone** (désoxyribose pour l'ADN et un ribose pour l'ARN) ;
- Une **base azotée variable** en fonction du type de nucléotide.

Les quatre bases azotées se combinent 2 à 2 pour obtenir diverses combinaisons correspondant aux acides aminés des protéines.

[Cf. Tableau des acides aminés](#)

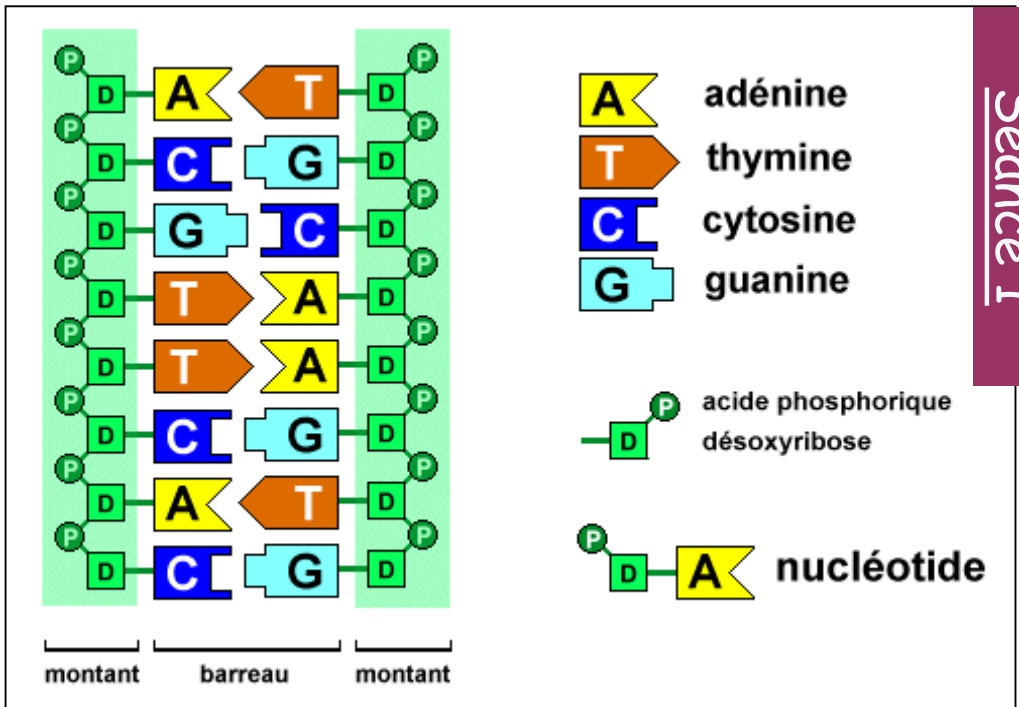


Schéma de la molécule d'ADN – Source : http://espace-svt.ac-rennes.fr/cartelec/cartelec_lyc/premiere_s/vegetal/adn/replic1.htm

Dans le tableau ci-contre les associations des nucléotides en fonction du type de matériel génétique (ADN ou ARN).

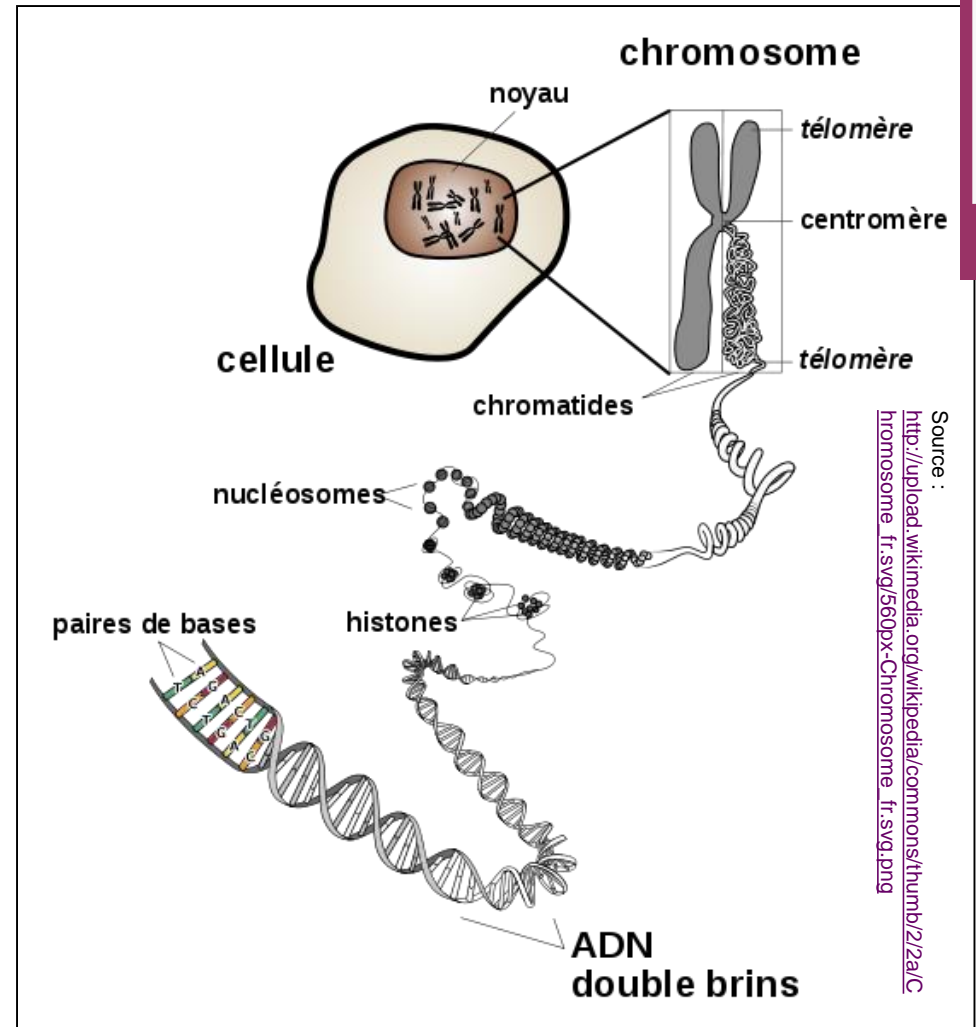
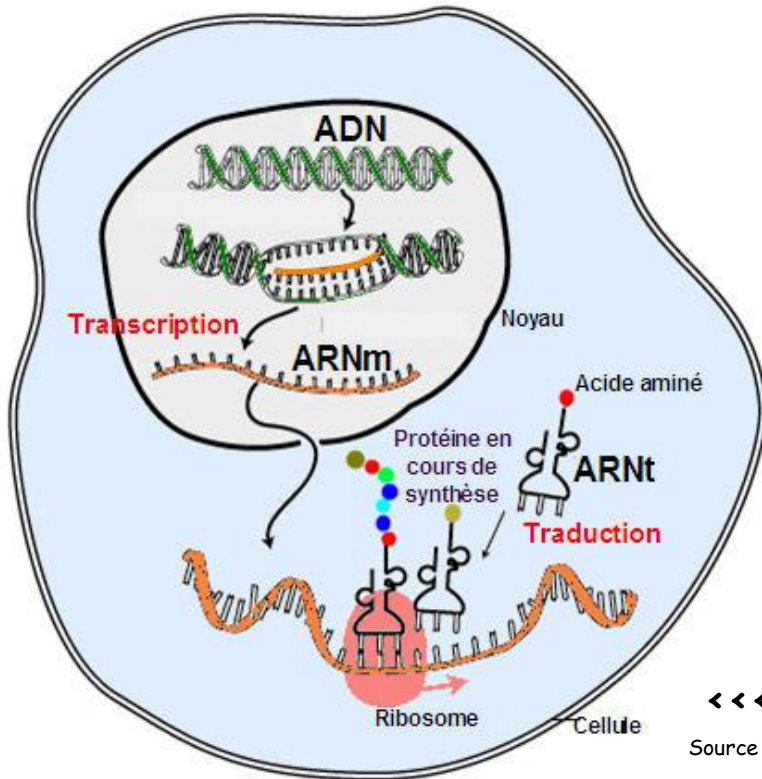
ADN	ARN
Adénine ↔ Thymines	Adénine ↔ Uracile
Cytosine ↔ Guanine	Cytosine ↔ Guanine

Tableau des associations possibles des nucléotides.

C'est l'association de ces combinaisons qui forme l'information génétique contenue dans l'ADN. Ce sont ces informations qui sont totalement ou partiellement transmis à la descendance.

B. L'information génétique chez l'être humain

L'information génétique est portée par les chromosomes. Ceux-ci sont constitués d'ADN condensé. Pour lire le code génétique les chromosomes sont décondensés pour subir la



Source : http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2a/Chromosome_fr.svg/560px-Chromosome_fr.svg.png

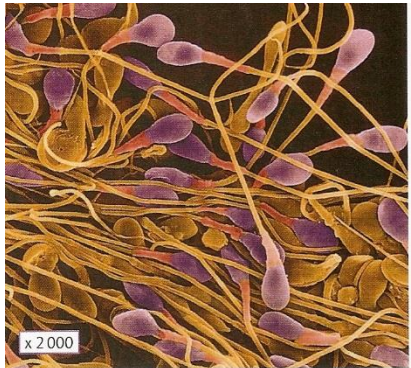
Les différentes formes de l'ADN

<<<< La transcription et la traduction de l'ADN en protéine

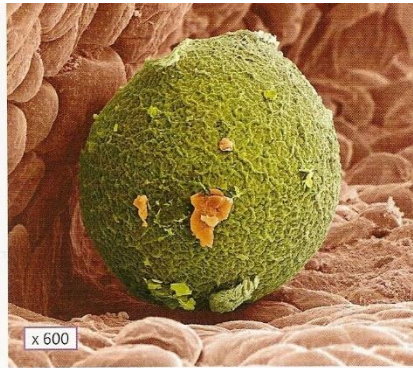
Source : <http://www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0609-adn/adn2/transcription-traduction.jpg>

C. Caryotype de l'être humain

Les êtres humains possèdent 23 paires de chromosomes. L'une de ces paires de chromosomes présente des caractéristiques différentes selon le sexe : homme un chromosome X et un chromosome Y, femme 2 chromosomes X. Les chromosomes peuvent être associés par paires.

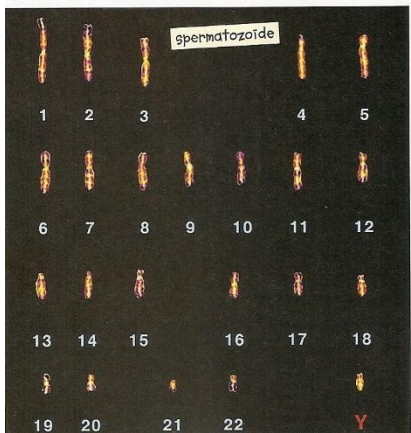


⚠ Spermatozoïdes humains au microscope [MEB].

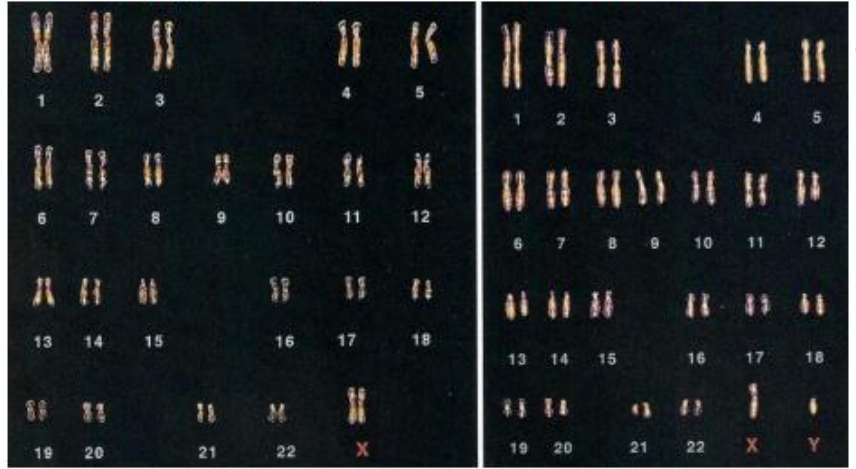


⚠ Ovule humain dans une trompe de l'utérus [MEB].

Source : <http://eanvliarsciences.free.fr/images/troisiemes/genetique/chapitre4/caryotype%20gametes1.jpg>

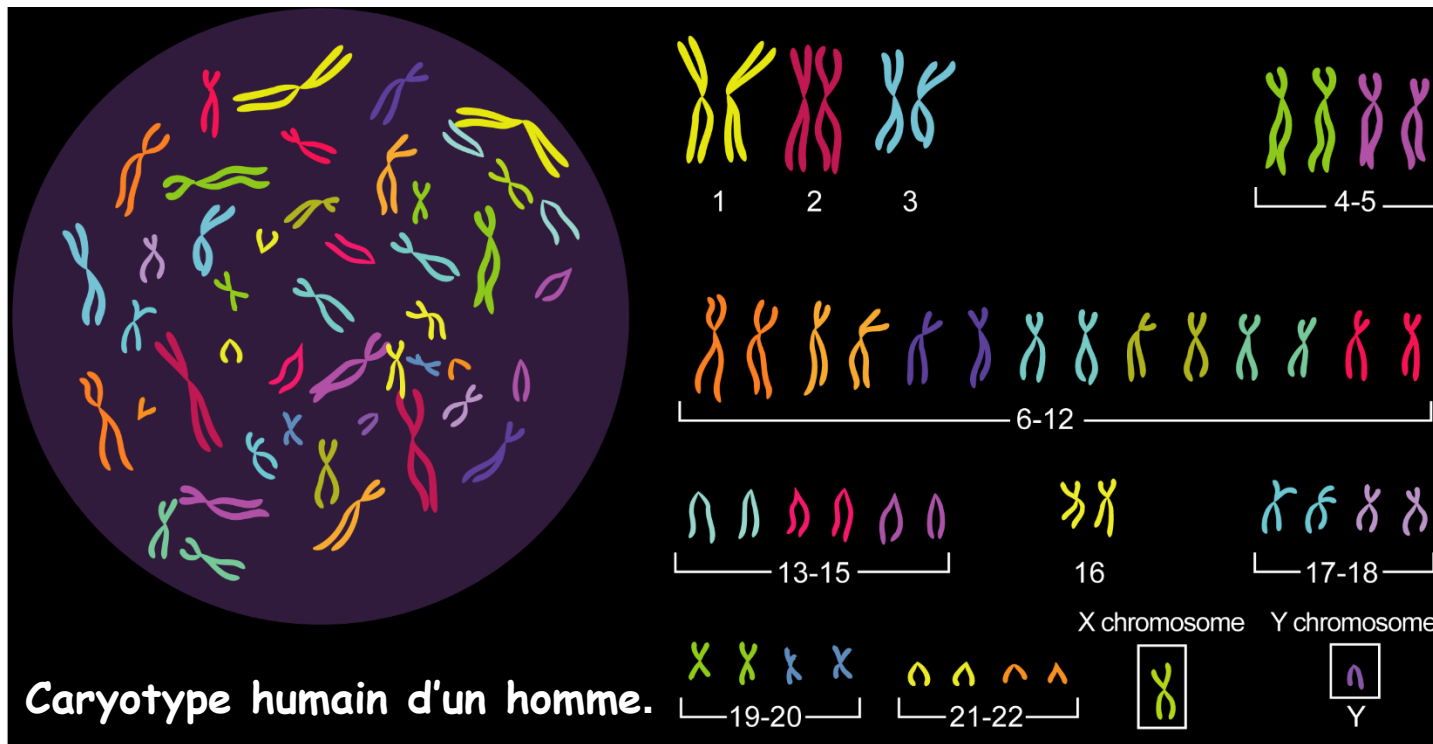


2 caryotypes de l'espèce humaine : une femme et un homme



Source : <http://www.ac-grenoble.fr/college/pierre.grange.albertville/images/3%E8me%20chap.1.pdf>

Le caryotype des cellules reproductrices chez l'homme et la femme.



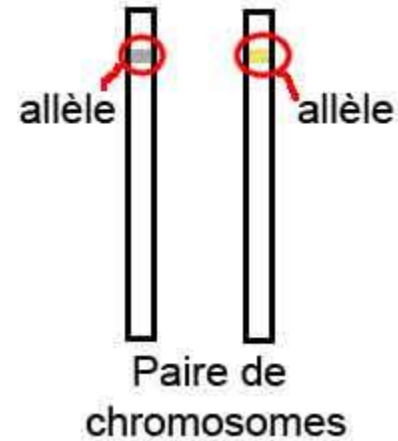
Un gène occupe la même position sur les chromosomes d'une même paire et existe donc en deux exemplaires chez un individu. Il possède plusieurs allèles différents ce qui permet l'expression de différentes versions d'un même caractère héréditaire.

Dans une cellule, les chromosomes d'une même paire possèdent pour un même gène :

->soit deux allèles identiques

->soit deux allèles différents (où l'un peut s'exprimer au détriment de l'autre.)

Source : http://guppyrafs.free.fr/genetique/du_guppy/images/chromosomes.jpg



Pour caractériser les relations entre allèles, on parle :

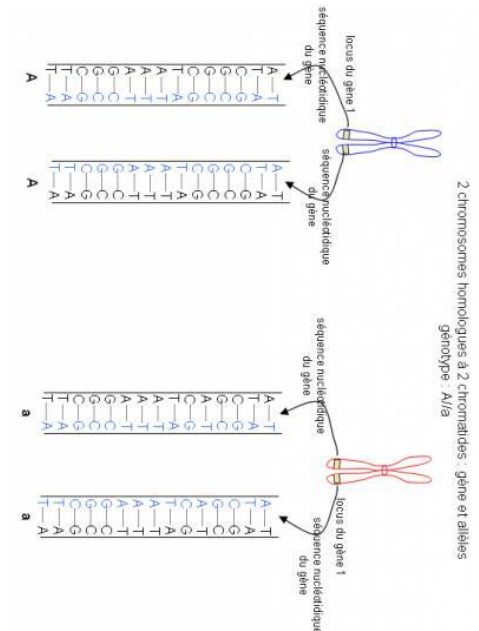
- d'**allèle récessif** pour qu'un gène l'homozygote (les 2 allèles sont identiques) puisse s'exprimer pour l'expression du phénotype approprié, au contraire on parle d'**allèle dominant** quand un gène s'exprime toujours ;

- d'**allèles co-dominants (codominance)** lorsque des allèles s'expriment en même temps et que le phénotype est l'expression conjointe des deux allèles, et que ce phénotype n'est pas le même que les phénotypes associés à l'état homozygote des deux allèles

- un **allèle létal** est une forme mutante d'un gène, qui entraîne la mort de l'individu à l'état homozygote ou hétérozygote.

- un **allèle nul** est un allèle qui fournit un produit génique non fonctionnel.

Position d'un allèle.



Source : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gene_allèle-545x400.jpg

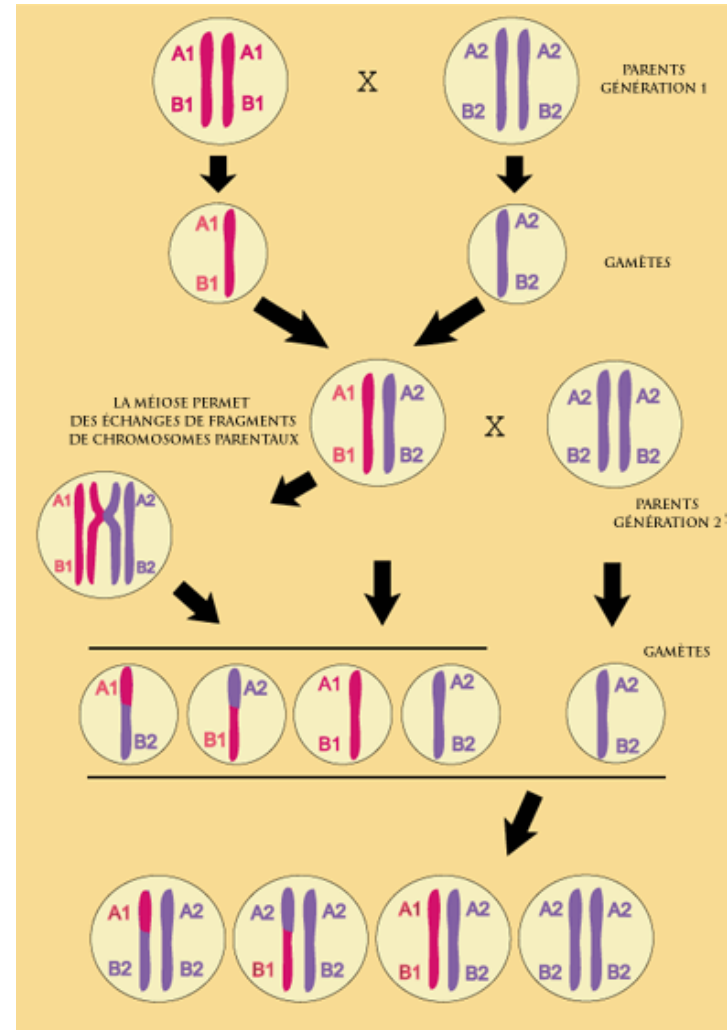
Un individu **Homozygote** porte 2 allèles identiques d'un même gène. Tandis qu'un individu **hétérozygote** porte deux allèles différents d'un même gène sur un même locus* pour chacun de ses chromosomes homologues (paire de chromosomes).

*Un **locus** est un emplacement physique précis et invariable sur un chromosome.

D. Processus de mutation

Les **allèles** transmis à la cellule œuf ou au fœtus **peuvent subir des mutations** de l'information génétique qu'ils portent.

Ces **mutations** se font par le phénomène appelé **Crossing-over**. C'est ainsi que certains caractères peuvent apparaître ou disparaître au sein d'une population. (exemples : les maladies génétiques, les malformations, etc.)



Les mécanismes du crossing-over

E. Exercices

Document 1 : La transmission du facteur Rhésus

1. Observation A : l'union de 2 parents donne toujours naissance à des enfants Rh⁻. Dans ce cas, les parents donnent toujours le même caractère génétique (Rh⁻). Si on mets cette information sous forme de tableau cela donne :

Allèles parentaux	♂/♀ - Rh ⁻	♂/♀ - Rh ⁻
♂/♀ - Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁻ >>>>> [Rh ⁻]*	Rh ⁻ Rh ⁻ >>>>> [Rh ⁻]
♂/♀ - Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁻ >>>>> [Rh ⁻]	Rh ⁻ Rh ⁻ >>>>> [Rh ⁻]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène. * [] : phénotype de l'individu ou caractère visible.

La descendance des 2 parents aura pour ce gène Rh 2 allèles identiques du gène. Donc **les individus issus de l'union des 2 parents sont homozygotes**. Et les parents sont eux aussi homozygotes.

2. Observation B : l'union d'un parent Rh⁺ et d'un parent Rh⁻ donne toujours naissance à des enfants Rh⁺. Dans ce cas, les parents donnent 2 caractères génétiques différents (Rh⁺ et Rh⁻). Si on mets cette information sous forme de tableau cela donne :

Allèles parentaux	♂/♀ - Rh ⁺	♂/♀ - Rh ⁺
♂/♀ - Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁺ >>>>> [Rh ⁺]	Rh ⁻ Rh ⁺ >>>>> [Rh ⁺]
♂/♀ - Rh ⁻	Rh ⁻ Rh ⁺ >>>>> [Rh ⁺]	Rh ⁻ Rh ⁺ >>>>> [Rh ⁺]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène.

Si les 2 types d'allèles sont donnés à la descendance et que le phénotype qui s'exprime est celui de Rh+, cela veut dire que **l'allèle Rh+ est un allèle dominant** et que **l'allèle Rh- est récessif** et qu'il a besoin pour s'exprimer d'être présent sur les 2 chromosomes reçus de ses parents.

3. Observation C : l'union de 2 parents Rh+ peut donner naissance à un enfant Rh-. Si l'union des 2 individus donne un enfant de phénotype Rh-, cela veut dire que les 2 parents sont hétérozygotes, C'est-à-dire qu'il porte les 2 allèles Rh+ et Rh-. La descendance est donc être :

Allèles parentaux	♂/♀ - Rh -	♂/♀ - Rh +
♂/♀ - Rh -	Rh - Rh - >>>>> [Rh -]	Rh - Rh + >>>>> [Rh +]
♂/♀ - Rh +	Rh + Rh - >>>>> [Rh +]	Rh + Rh + >>>>> [Rh +]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène.

- Homozygote pour :
 - 100 % des individus [Rh -] car Rh- pour s'exprimer doit être présent en 2 exemplaires.
 - 1/3 des individus [Rh +] car ils reçoivent de leurs parents 2 fois Rh +
- Hétérozygote pour :
 - 2/3 des individus [Rh +] car ils reçoivent de leurs parents les 2 allèles.

4. Préciser les allèles pouvant être portés par un sujet Rh⁺

Selon le tableau de la question 3 les individus [Rh⁺] sont soit :

- Hétérozygote pour 2/3 des individus [Rh⁺] car ils reçoivent de leurs parents les 2 allèles.
- Homozygote pour 1/3 des individus [Rh⁺] car ils reçoivent de leurs parents 2 fois Rh⁺

Donc les individus Rh⁺ peuvent porter les allèles Rh⁺ et Rh⁻

5. Expliquer pourquoi seul un fœtus Rh⁺ dont la mère est Rh⁻ risque de développer un ictère hémolytique

Selon le texte : « *il existe types de sujets : des sujets Rh⁺ dont les hématies portent des facteurs Rhésus D en surface et des sujets Rh⁻ dont les hématies ne portent pas de facteurs Rhésus D en surface* ».

Cela veut dire que le **système immunitaire (les anticorps) de la mère ne reconnaît les hématies portant RH⁺ du fœtus. Ses défenses attaquent et détruisent les hématies fœtales porteuses de RH⁺**. Ces anticorps sont dirigés contre un ou plusieurs antigènes de groupes sanguins, absents chez la mère mais présents chez le fœtus. Ces antigènes « incompatibles » sont hérités du père. Les anticorps maternels peuvent être naturels (anticorps du système ABO), ou peuvent résulter d'une immunisation.

Seuls les anticorps d'immunisation (IgG) peuvent être cause de maladie hémolytique du fœtus et du nouveau-né.

Elle est causée par l'irruption dans la circulation maternelle d'hématies provenant du fœtus ou du nouveau-né.

Si ces hématies portent un antigène de groupe sanguin (hérité du père) que la mère ne possède pas elle-même, l'immunisation est possible. Elle se déclenche le plus souvent à l'occasion d'un accouchement ou d'une interruption de grossesse. Elle peut aussi se produire pendant la grossesse, de manière apparemment spontanée. Elle peut être efficacement prévenue par une injection préventive d'immunoglobulines spécifiques anti-D, dans le cas typique d'une femme de groupe Rhésus négatif et d'un nouveau-né ou fœtus Rhésus positif.

Document 2 : La transmission des groupes sanguins du système A/B/O

1. Déterminer, en exploitant rigoureusement les données fournies, les règles de dominance/récessivité des différents allèles du gène du système A/B/O

Données :

- Les enfants issus de l'union de 2 parents [O] sont tous [O]
- Les enfants issus de l'union de 2 parents [A] sont soit [A], soit [O]
- Les enfants issus de l'union de 2 parents [B] sont soit [B], soit [O]
- Les enfants issus de l'union d'un parent [A] et d'un parent [B] ont soit [A], soit [B], soit [AB] ou [O].

Les enfants issus de l'union de 2 parents [A] sont soit [A], soit [O]. Cela veut dire qu'ils portent les allèles A et/ou O. Si les 2 parents ont comme phénotype A et qu'ils transmettent tous les 2 les 2 allèles (A et O): cela induit que **A est dominant sur O**.

Allèles parentaux	A	O
A	AA >>> [A]	Ao >>> [A]
O	oA >>> [A]	oo >>> [O]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène.

Les enfants issus de l'union de 2 parents [B] sont soit [B], soit [O]. Cela veut dire qu'ils portent les allèles B et/ou O. Si les 2 parents ont comme phénotype B et qu'ils transmettent tous les 2 les 2 allèles (B et O): cela induit que **B est dominant sur O**.

Allèles parentaux	B	O
B	BB >>> [B]	Bo >>> [B]
O	oB >>> [B]	oo >>> [O]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène.

Les enfants issus de l'union de 2 parents [O] sont tous [O]. Or, O est dominé par A et B, donc, pour qu'il s'exprime, il faut que le sujet soit homozygote (2 allèles O). Donc **O est récessif sur A et B**.

On a vu que A et B étaient dominants sur O. Mais est-ce que A domine B ou est-ce l'inverse ?

Les enfants issus de l'union d'un parent [A] et d'un parent [B] sont soit [A], soit [B], soit [AB] ou [O]. Pour avoir le phénotype [AB], il faut que les allèles A et B s'expriment tous les 2 et soient présents en même temps dans l'individu. **On peut donc en conclure que A et B sont Co-dominant.**

2. Ecrire le génotype d'un sujet [O], d'un sujet homozygote [A], d'un sujet [AB] et d'un sujet hétérozygote [B]

génotype d'un sujet [O]: O est récessif, donc pour s'exprimer, il faut qu'il soit en 2 exemplaires. **Son génotype est donc oo.**

génotype d'un sujet homozygote [A]: homozygote veut dire qu'un gène possède 2 allèles identiques. Donc **le génotype d'un sujet homozygote [A] est AA.**

génotype d'un sujet [AB]: A et B sont co-dominant. Les allèles A et B s'expriment tous les 2. Donc **le génotype d'un sujet [AB] est AB.**

génotype d'un sujet hétérozygote [B]: un sujet hétérozygote est un sujet dont un gène possède 2 allèles différents. Or B est uniquement dominant sur o, donc **le génotype d'un sujet hétérozygote [B] est Bo.**

3. Construire le tableau de probabilité et l'arbre généalogique correspondant à l'une des 4 observations.

Allèles parentaux	o	B
A	A o >>>> [A]	A B >>>> [AB]
o	o o >>>> [o]	o B >>>> [B]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène de l'observation 4.

Allèles parentaux	o	B
B	B o >>>> [B]	B B >>>> [B]
o	o o >>>> [o]	o B >>>> [B]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène de l'observation 3

Allèles parentaux	o	A
A	A o >>>> [A]	A A >>>> [A]
o	o o >>>> [o]	o A >>>> [A]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène de l'observation 2

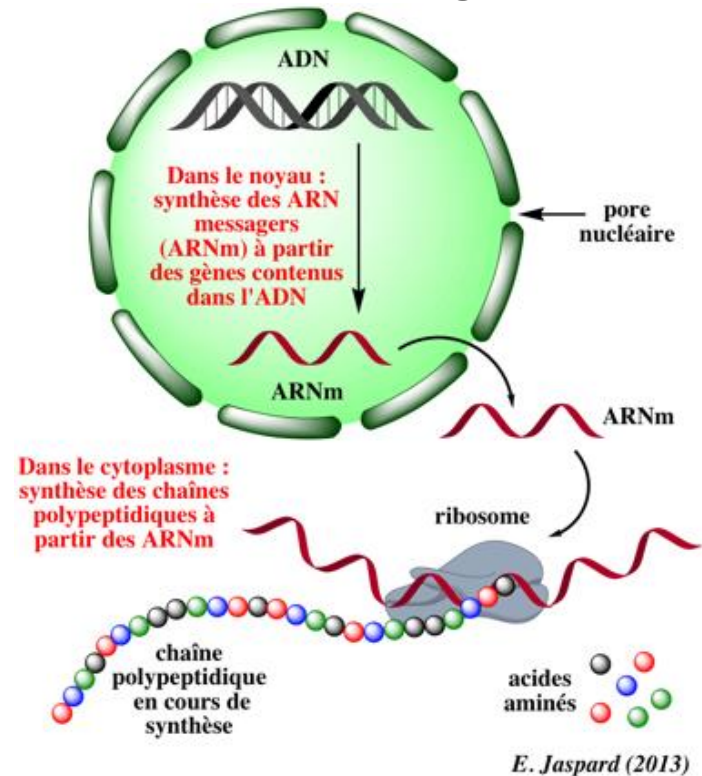
Allèles parentaux	o	o
o	o o >>>> [o]	o o >>>> [o]
o	o o >>>> [o]	o o >>>> [o]

Tableau de probabilité d'expression d'un gène de l'observation 1

Définition de la Transcription

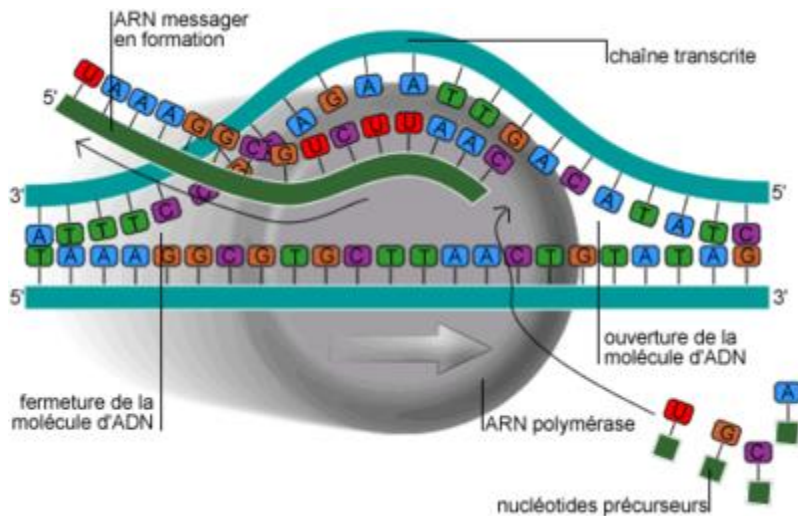
La **transcription** est un processus biologique qui consiste, au niveau de la cellule, en la copie des **régions dites codantes de l'ADN en molécules d'ARN**. Ce sont les molécules d'ARN qui permettent la traduction de l'information génétique en séquences protéiques.

Transcription et traduction de l'information génétique



Source : <http://lead.univ-angers.fr/~jaspard/Page2/COURS/7RelStructFonction/2Biochimie/1SyntheseProt/eines/3Figures/1Generatives/2LocalGlobeale.png>

Transcription de l'ADN en ARNm



Source : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a6/TranscriptionARN.png/400px-TranscriptionARN.png>

Définition de la traduction

La traduction est l'interprétation des codons* de l'ARNm en acides aminés. Le code génétique est le système de correspondances (code) permettant à l'ARN d'être traduit en protéine par une cellule. La traduction s'effectue dans le cytoplasme, elle nécessite des acides aminés qui sont polymérisés selon l'ordre donné par les codons de l'ARNm.

Un **codon*** est une séquence de trois nucléotides sur un ARNm spécifiant l'un des 22 acides aminés protéinogènes dont la succession sur l'ARN messenger détermine la structure de la protéine à synthétiser par l'organisme.

Traduction de l'ARNm

		Deuxième lettre				
		U	C	A	G	
U	U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
		UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
		UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
		UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
		CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
		CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
A	A	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
		AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
		AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
		AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
G	G	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
		GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
		GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
		GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
		GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

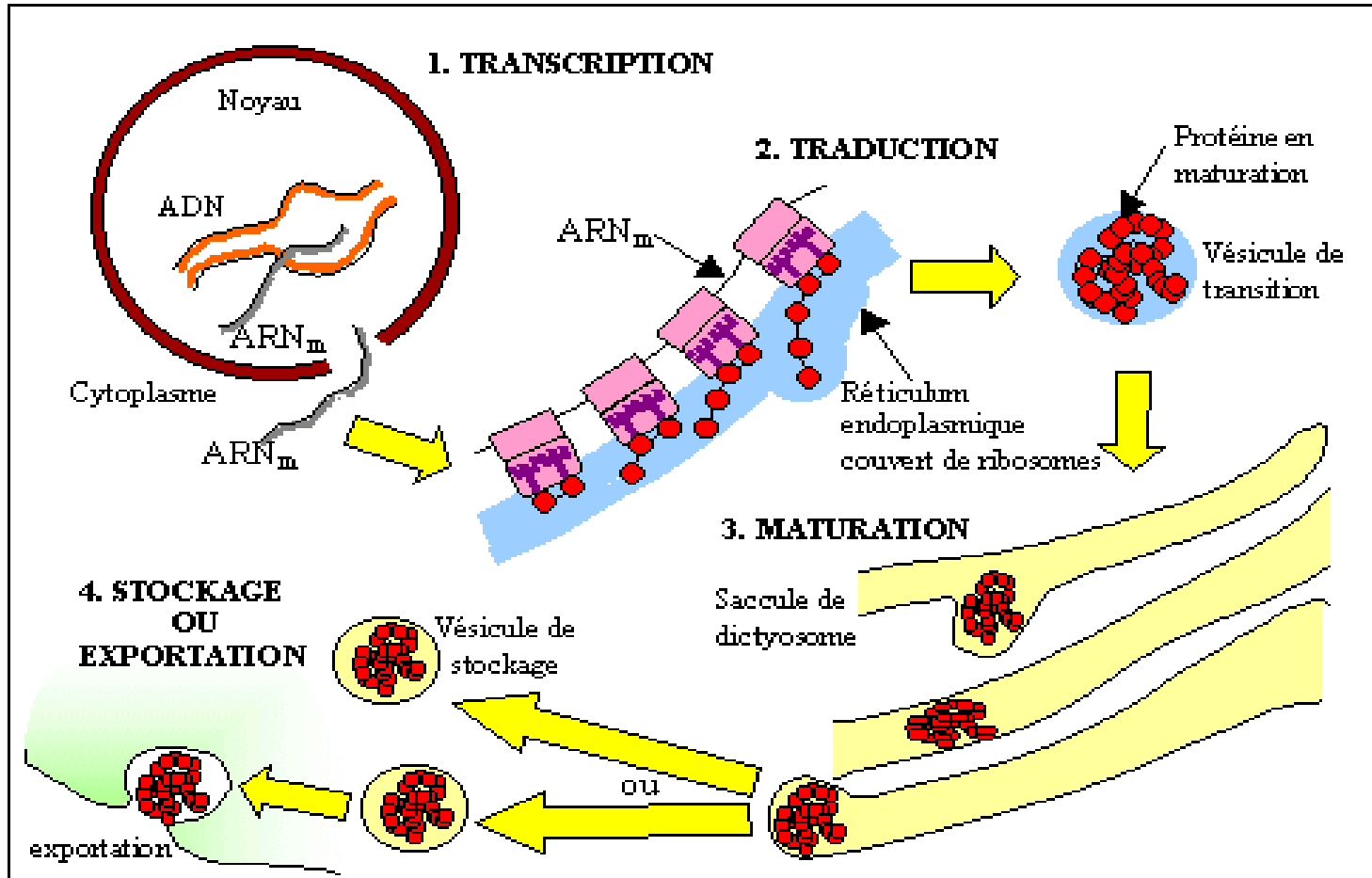
Codon d'initiation

Codon de terminaison

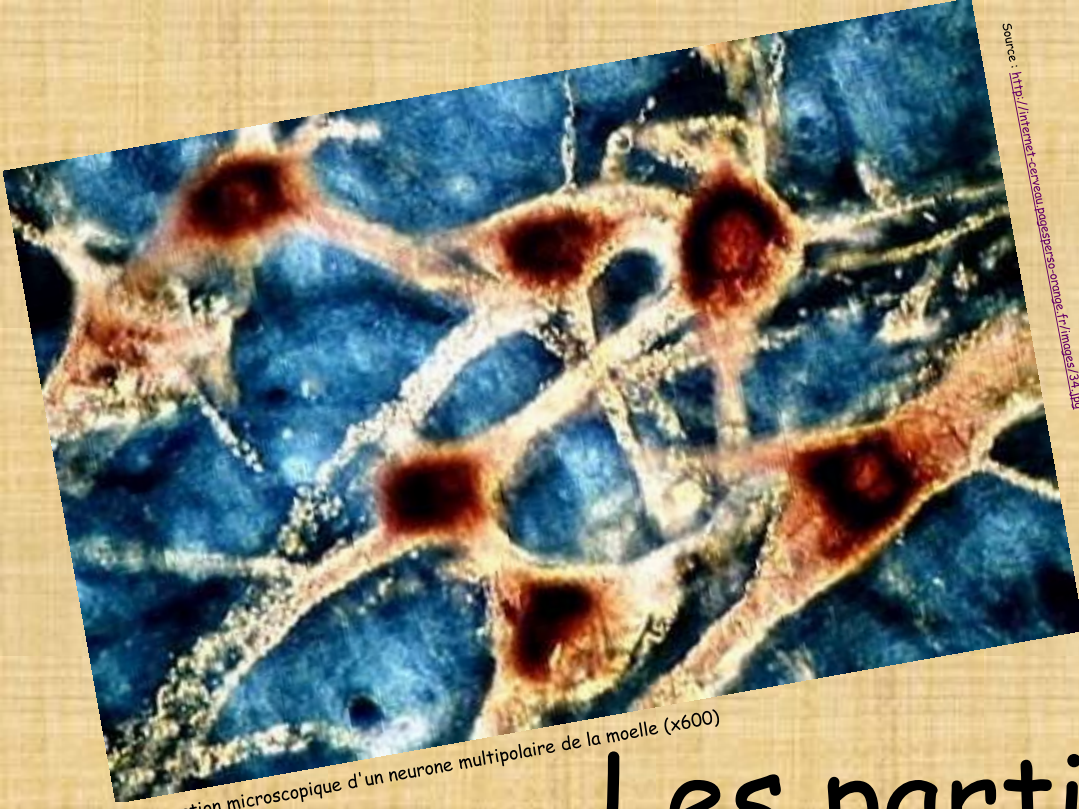
Le code Génétique

Création d'une chaîne polypeptidique (protéine) à partir de l'ARN messenger au niveau des ribosomes d'après le code génétique

Schéma récapitulatif : du gène à la protéine.



Source : <http://keepschool.com/pages/fiches-de-cours/lycee/svt-biologie/polymorphisme-genetique/2.gif>



Source : <http://internet.cerveau.pedagogie.ac-montp.fr/images/34.jpg>

Observation microscopique d'un neurone multipolaire de la moelle (x600)

Les particularités de la transmission du message nerveux chez l'être humain

1. Les caractéristiques des cellules du tissu nerveux

I. Les particularités du motoneurone

Cf. cours 2° SAPAT

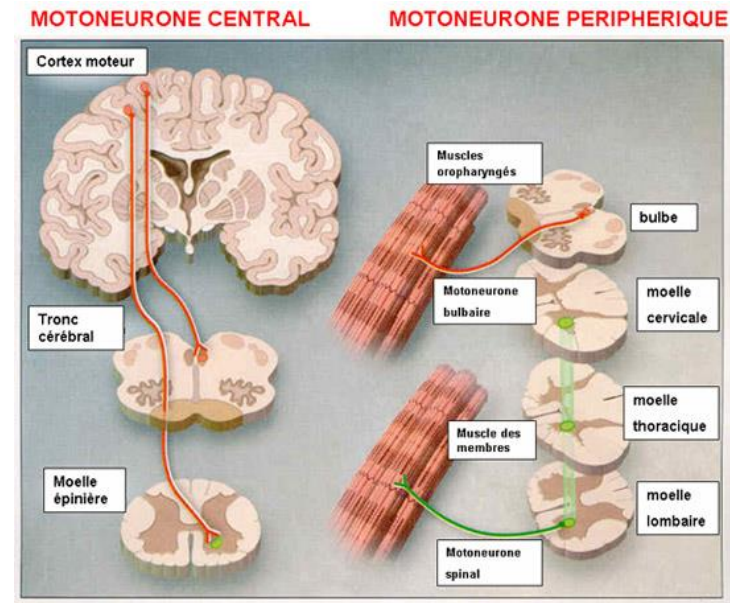
Un motoneurone est une cellule nerveuse qui intervient à la fin du système nerveux central. Ce sont des neurones multipolaires. Chaque motoneurone comporte plusieurs dendrites de même longueur, un corps cellulaire situé dans la substance grise, contenant les organites cellulaires et un axone myélinisé se terminant par une arborisation ramifiée.

Les motoneurones se situent dans le tronc cérébral et dans la partie antérieure de la substance grise de la moelle épinière, ou corne ventrale. Ils contiennent une fibre nerveuse, ou axone, qui permet de mettre les muscles en mouvement.

Il existe 3 grands types de motoneurones :

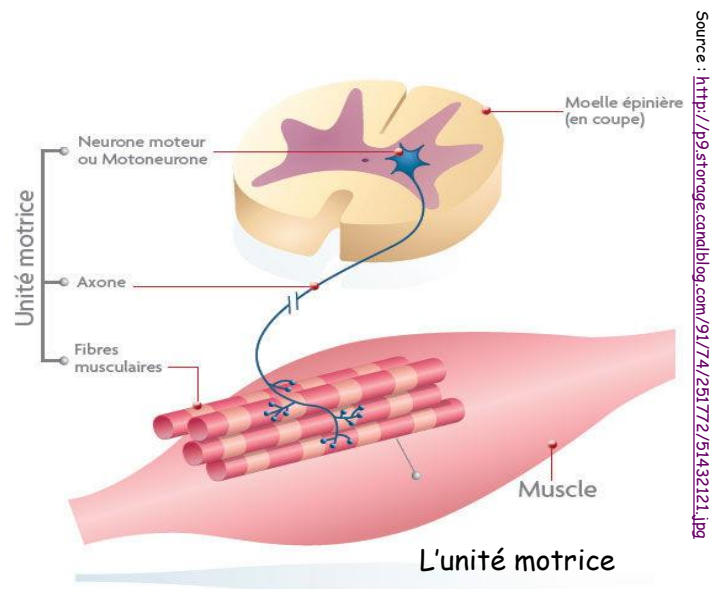
- Les motoneurones alpha sont à l'origine de la contraction,
- les motoneurones gamma à l'origine de l'étirement et,
- les motoneurones bêta peuvent provoquer les deux types de mouvement.

Les motoneurones transmettent les messages nerveux du système nerveux central vers les organes effecteurs tels que les muscles ou les viscères.

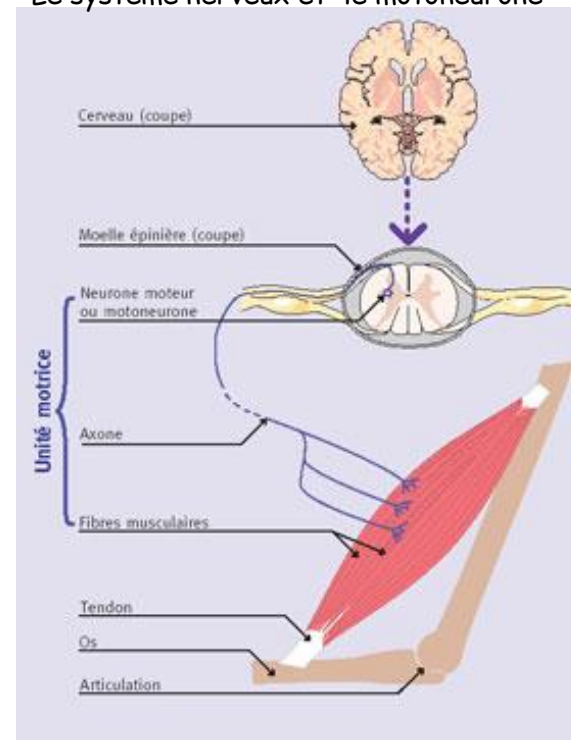


Les différents types de motoneurones

Source : <http://portail-sla.fr/img/motoneurone.jpg>



Le système nerveux et le motoneurone



II. Les cellules de la névrologie

La névrologie est constituée d'un ensemble de cellules qui soutiennent et protègent les neurones.

Les astrocytes régulent le milieu intérieur cérébral. Ils servent d'intermédiaires entre les neurones et les capillaires.

La microglie correspond à une population de macrophages. Ils éliminent les cellules mortes et les bactéries. Les membranes cellulaires des oligodendrocytes et des cellules de Schwann forment la gaine de myéline.

2. Les modalités de la transmission du message nerveux

Le message nerveux est transmis par la propagation le long des cellules nerveuses (nerfs et neurones) de signaux.

I. Le potentiel membranaire

Le potentiel de membrane, ou **polarisation membranaire**, est la différence de potentiel électrique existant entre les faces extracellulaire et intracellulaire de la membrane plasmique de toute cellule vivante.

a) Le potentiel de repos

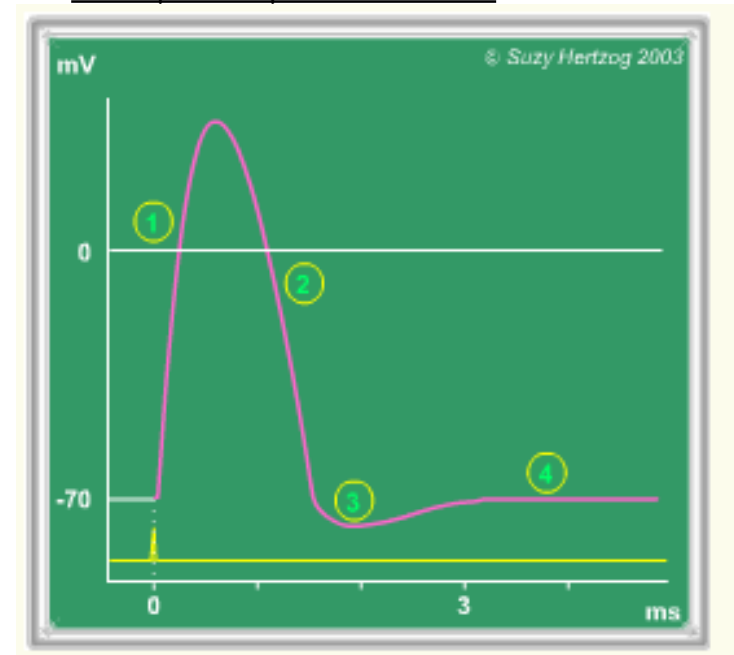
Le **potentiel de repos** correspond au potentiel de membrane d'une cellule excitable, en l'absence de stimulation. Cette différence de potentiel est égale à environ **-70 mV** (millivolts)

b) Le potentiel d'action

Le **potentiel d'action** est une brusque modification du **potentiel de repos**. C'est un phénomène électrique qui naît suite à une stimulation électrique de la cellule.

Les cellules nerveuses sont les seules capables de créer un potentiel d'action.

Description du potentiel d'action



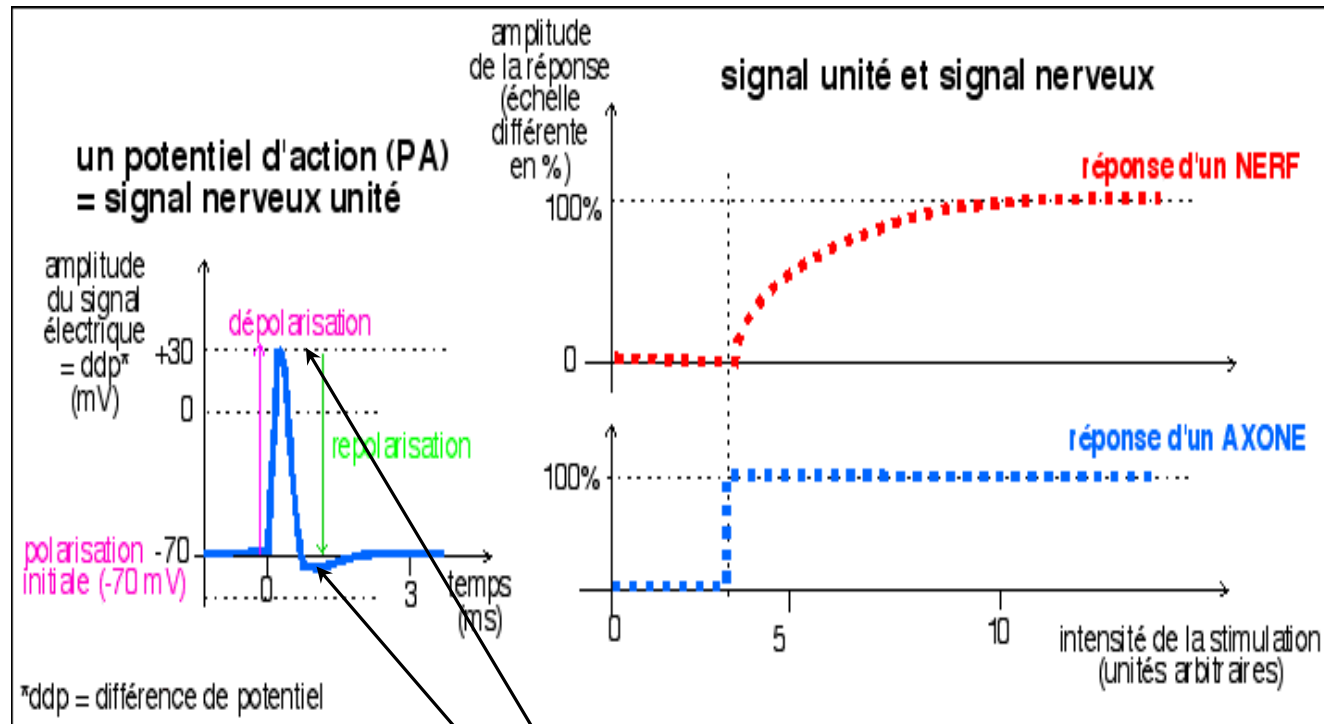
Source : <http://musibiol.net/biologie/cours/pd/action.htm>

Le **POTENTIEL D'ACTION** peut être décomposé en 4 phases :

- 1 la dépolarisation
- 2 la repolarisation
- 3 l'hyperpolarisation
- 4 le retour au potentiel de repos

b) Comment fonctionne le potentiel membranaire

Lorsqu'un nerf est stimulé mécaniquement, thermiquement ou électriquement, une variation de son état électrique est enregistrée : le nerf est excitable. Si la stimulation est trop faible, le nerf ne réagit pas. Il existe donc un seuil de stimulation au-delà duquel un potentiel d'action est créé.



Source : <http://pst.chez-alice.fr/Images/pamet.gif>

La **dépoliarisation** est une modification du potentiel de membrane qui tend à lui donner un signe opposé à celui observé au repos (vers ou au-delà de 0).

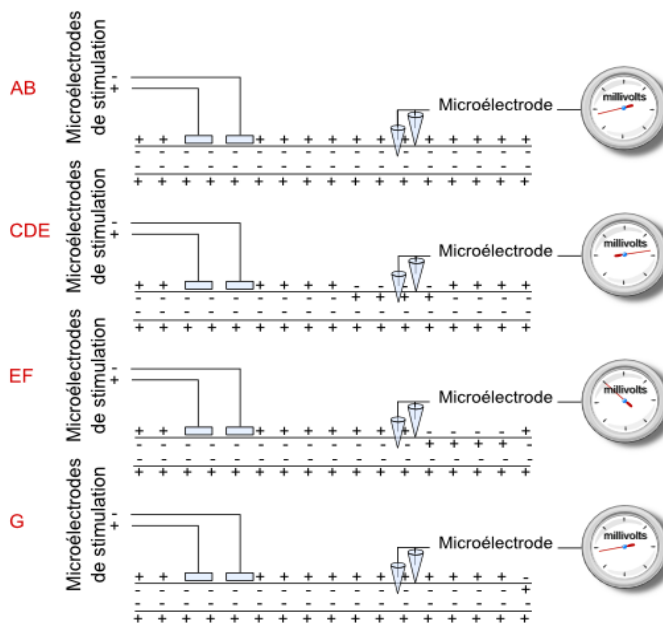
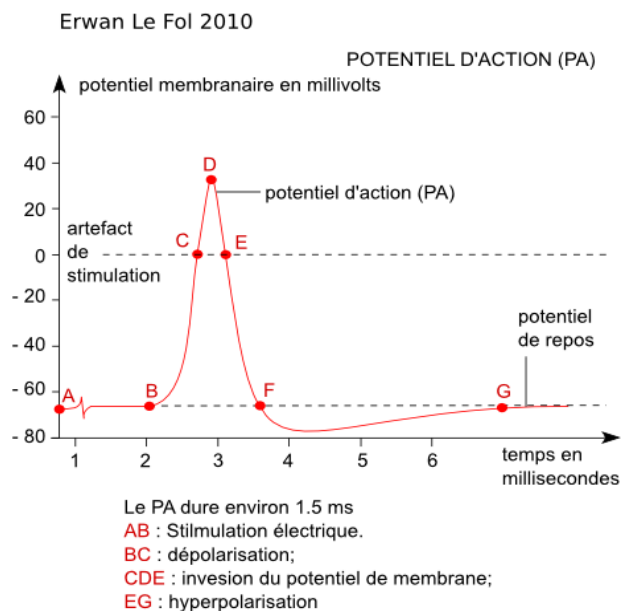
L'**hyperpolarisation** est une modification du potentiel de membrane qui tend à accentuer sa valeur.

La potentiel d'action correspond à la propagation de la modification de l'état électrique du nerf engendré par la stimulation.

A chaque stimulation, le neurone se dépoliarise. La variation de la dépoliarisation est de 110 mV. Cette dépoliarisation est immédiatement suivi par une repolarisation puis une hyperpolarisation. L'ensemble de ses variations correspondent au potentiel d'action du neurone.

La période réfractaire correspond au délai nécessaire pour que la membrane de la fibre nerveuse retourne à l'état initial.

Evolution du potentiel membranaire



Source : http://www.svt-monde.org/IMG/png/Potentiel_et_mh_et_PA.png

Plus l'intensité du stimulus est forte, plus la fréquence des potentiels d'action est élevée.

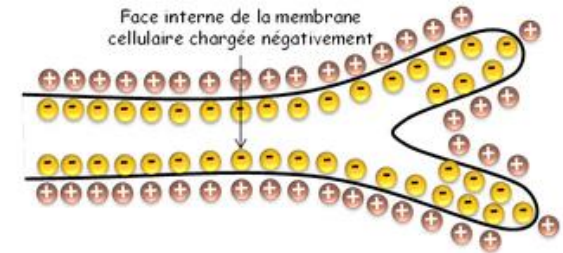
c) Comment se propage l'influx

Suite à un stimulus intérieur ou extérieur, les neurones produisent et transmettent un **signal de nature électrique**.

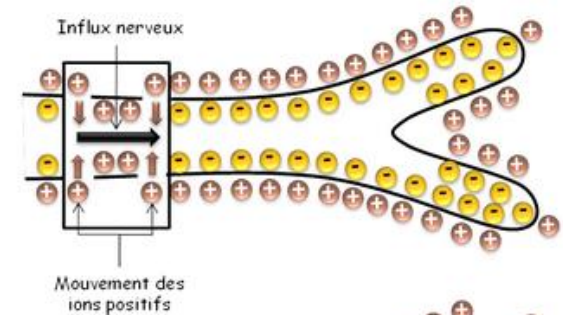
Ce signal électrique est engendré par des mouvements d'ions positifs de sodium (Na^+) qui chargent positivement la face interne de la membrane. Ces mouvements d'ions, contrôlés par des canaux ioniques membranaires spécifiques, se transmettent de proche en proche, par sauts d'un nœud à l'autre, les nœuds étant des zones dépourvues de myéline.

Transmission de l'influx nerveux au sein d'un neurone

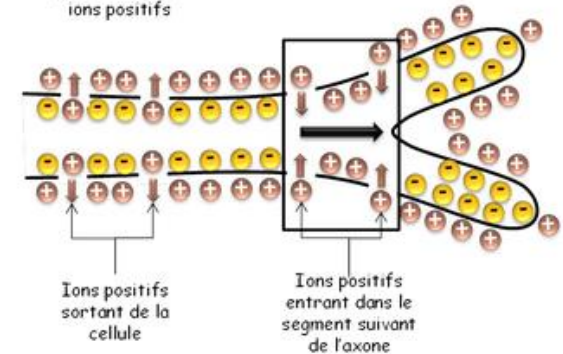
1) Lorsque le neurone est « au repos » et qu'aucun influx n'est transmis, des ions positifs de sodium diffusent hors de la membrane cellulaire à un rythme régulier. La face interne de la cellule est donc chargée négativement.



2) Stimulés par un influx nerveux, les ions positifs présents dans le liquide extracellulaire traversent la membrane, la charge électrique à l'intérieur de la cellule est inversée, de négative, elle devient positive.



3) Segment par segment, cette dépolarisation localisée diffuse tout le long de la membrane. L'influx nerveux poursuit ainsi sa route le long de l'axone. Derrière lui, les segments de la membrane retrouvent progressivement leur état précédent: la charge est positive hors de la cellule et négative à l'intérieur.



II. La transmission du message nerveux d'un neurone à une autre cellule

L'influx nerveux est transmis d'un neurone à un autre ou à une autre cellule au niveau d'une synapse : **C'est la transmission synaptique.**

L'écart entre les 2 cellules s'appellent une **fente synaptique** : **c'est là que se transmet l'influx nerveux.** **Cette transmission est unidirectionnelle** et a propagation est ralentie de 0,5 ms lors du passage dans la synapse.

il existe deux sortes de synapses : les **électriques** et les **chimiques**.

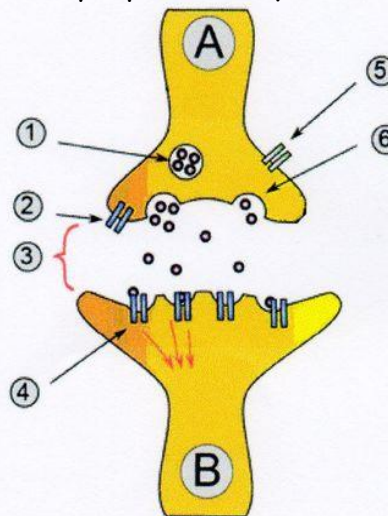
La synapse électrique permet le passage de l'influx nerveux directement.

La synapse chimique permet le passage de l'influx nerveux grâce à une jonction qui est une sorte de tunnel entre les deux neurones.

La synapse est organisée en trois zones :

- **l'élément pré-synaptique** est la partie terminale de l'axone d'un neurone.
- **la fente synaptique** est un espace entre les deux neurones ou entre un neurone et une autre cellule.
- **l'élément post-synaptique** est la membrane d'un axone, d'une dendrite d'un autre neurone ou d'une autre cellule (musculaire par exemple).

La synapse Chimique



Transmission chimique du neurone A (émetteur) au neurone B (récepteur)

1. Vésicule synaptique contenant les neurotransmetteurs
2. Autorécepteur*
3. Fente synaptique avec neurotransmetteurs libérés (ex : sérotonine ou dopamine)
4. Récepteurs post-synaptiques activés par les neurotransmetteurs
5. Canal calcium*
6. Exocytose* d'une vésicule

La transmission du message nerveux s'effectue grâce à un messenger chimique appelé **le neurotransmetteur**.

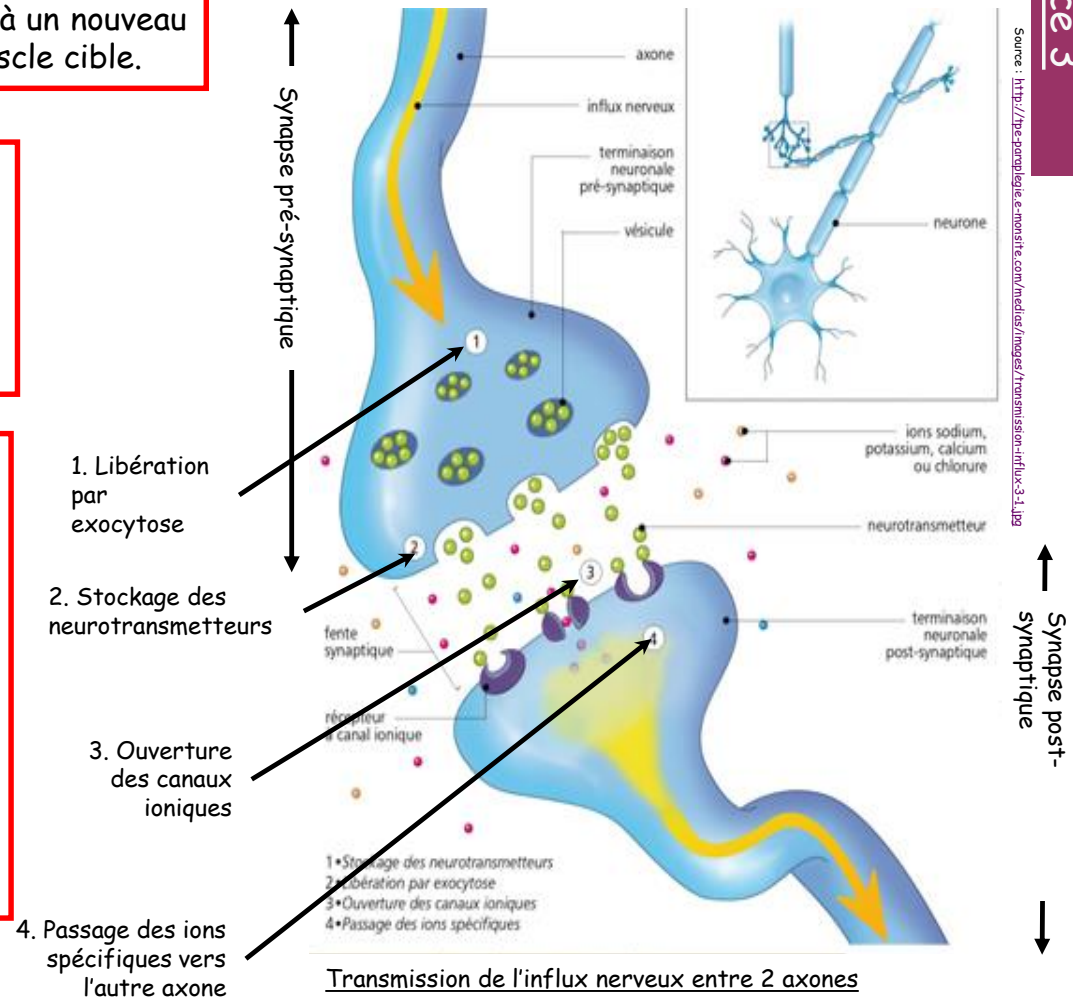
L'arrivée d'un message nerveux provoque la libération de cette substance chimique par la synapse pré-synaptique. Les neurotransmetteurs se fixent sur les récepteurs à canal ionique du neurone post-synaptique. Cette fixation déclenche un nouveau message nerveux transmis à un nouveau neurone et ainsi de suite jusqu'à l'organe ou le muscle cible.

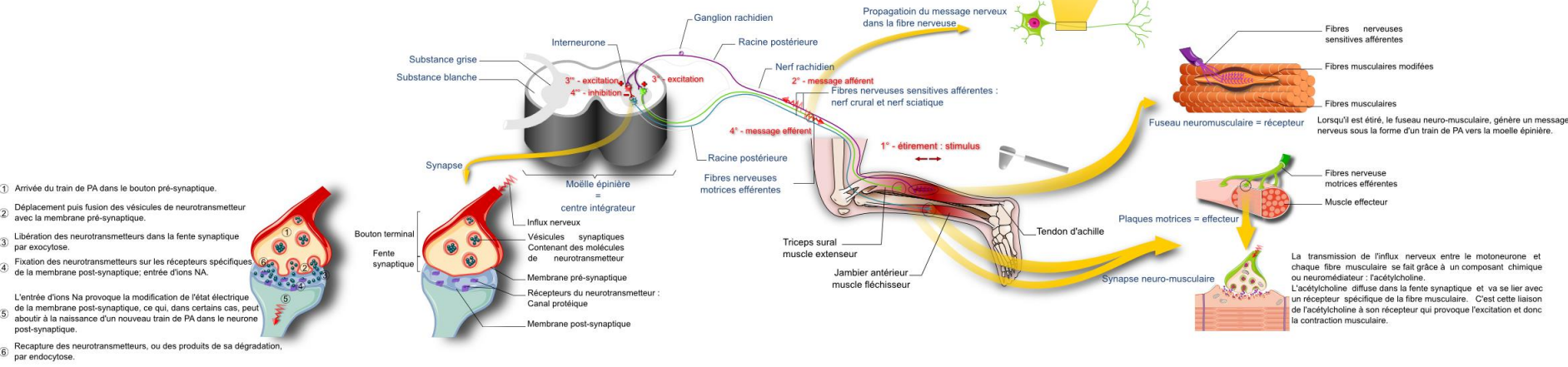
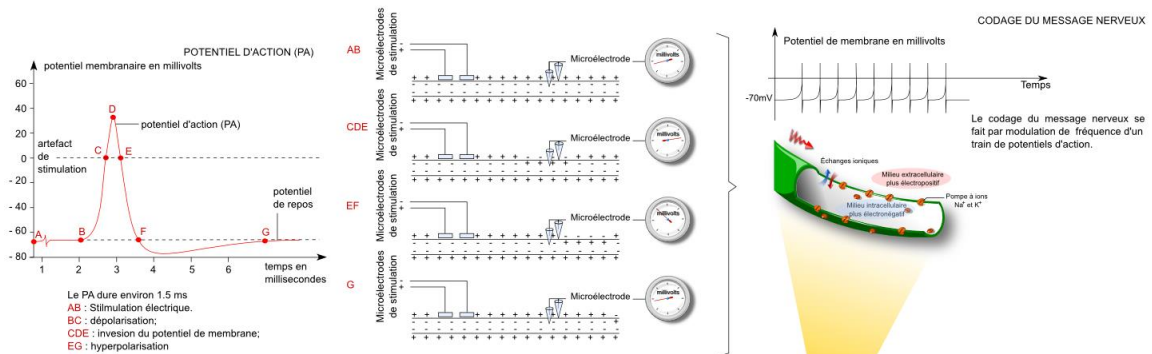
La stimulation d'une synapse libérant un neurotransmetteur excitateur entraîne une dépolarisation du neurone postsynaptique, celle d'une synapse libérant un neurotransmetteur inhibiteur est à l'origine d'une hyperpolarisation de ce dernier.

Lorsque la somme de la dépolarisation et de l'hyperpolarisation est supérieure ou égale au seuil d'excitabilité du neurone postsynaptique, un potentiel d'action est émis. Et ce dernier se propage le long de l'axone.

Lorsque la somme de la dépolarisation et de l'hyperpolarisation est inférieure au seuil d'excitabilité du neurone postsynaptique, aucun message n'est transmis.

Il y a donc un filtrage des informations reçues au niveau des corps cellulaires des neurones





Exemple d'un réflexe myotatique : le réflexe achilléen.

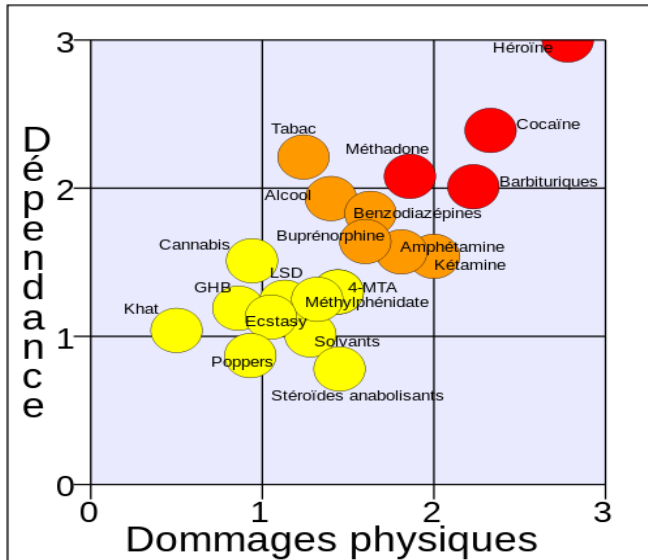
3. Les modifications du message nerveux par des substances psychotropes

I. C'est quoi une substance psychotrope

Un psychotrope est une substance qui agit principalement sur l'état du système nerveux central en y modifiant certains processus biochimiques et physiologiques cérébraux. En altérant les fonctions du cerveau, un psychotrope induit des modifications de la perception, des sensations, de l'humeur, de la conscience ou d'autres fonctions psychologiques et comportementales.

Elles peuvent induire des phénomènes de dépendance et peuvent être toxique pour l'organisme.

Les dommages sur l'organisme en fonction du type de psychotropes



Source:
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Retinol_scale_to_assess_the_harm_of_drugs_\(mean_physical_harm_and_mean_dependence\).fr.svg/500px-Retinol_scale_to_assess_the_harm_of_drugs_\(mean_physical_harm_and_mean_dependence\).fr.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Retinol_scale_to_assess_the_harm_of_drugs_(mean_physical_harm_and_mean_dependence).fr.svg/500px-Retinol_scale_to_assess_the_harm_of_drugs_(mean_physical_harm_and_mean_dependence).fr.svg.png)

Exemples de substances psychotropes et leurs effets

	Effets
Opioides <ul style="list-style-type: none"> • morphine • péthidine • héroïne • méthadone • buprénorphine, etc. 	Brève euphorie, puis sédation, bien-être, état oniroïde, analgésie, anxiolyse ; prurit, nausées, constipation, bradypnée, myosis. Coma et apnée à hautes doses
Stimulants <ul style="list-style-type: none"> • amphétamines, méthylphénydate 	Excitation, lucidité, enthousiasme, état hypomane ; hypertension artérielle, palpitations, spasmes, bruxisme, idéation paranoïde, convulsions à hautes doses
+ cocaïne	
+ MDMA (ecstasy)	
Cannabis <ul style="list-style-type: none"> • tétrahydrocannabinol (THC) 	Sédation, distorsions sensorielles, anxiolyse ; faim, hyperémie conjonctivale
Alcools <ul style="list-style-type: none"> • éthanol • solvants • chloral 	Stimulation puis sédation, désinhibition, anxiolyse, amnésie ; ébriété, ataxie, dysarthrie, perte d'équilibre, incoordination, vasodilatation. Coma à hautes doses
Hypnosédatifs <ul style="list-style-type: none"> • barbituriques, benzodiazépines, etc. 	Sédation, anxiolyse, amnésie ; hypotonie musculaire, bradypnée. Coma à hautes doses
Tabac <ul style="list-style-type: none"> • nicotine 	Stimulation discrète ; tachycardie, stimulation sympathique et vagale
PCP et apparentés <ul style="list-style-type: none"> • phencyclidine + kétamine + dextrométhorphan 	Excitation, stupeur, idéation paranoïde, agressivité. Coma à hautes doses
Hallucinogènes <ul style="list-style-type: none"> • lysergamide (LSD) • psilocybe 	Distorsions sensorielles, hallucinations, anxiété, incohérence, délire, agitation
Café <ul style="list-style-type: none"> • caféine 	Stimulation, vigilance, excitation ; tachycardie, diurèse

II. Modifications du message nerveux lors du traitement de la douleur

a) Le chemin de la douleur

Un traumatisme localisé, comme par exemple une brûlure à la main, provoque l'excitation de récepteurs particuliers. Ces **terminaisons nerveuses** susceptibles de signaler la douleur se trouvent dans tous les tissus : la peau, mais aussi les viscères et les muscles.

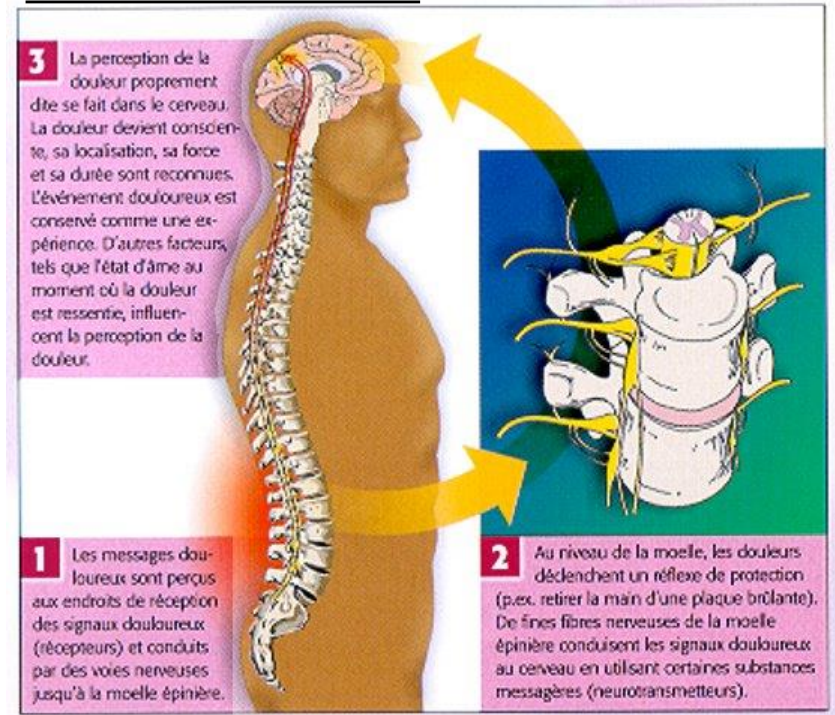
Le message est alors transmis par des fibres nerveuses jusqu'à la **moelle épinière**.

De la moelle épinière, le message arrive ensuite au **cerveau** où il devient douleur, c'est-à-dire une sensation localisée dans le corps et désagréable.

Il existe plusieurs systèmes de transmission périphérique. Des fibres de différents diamètres sont capables de transmettre plusieurs types de messages à des vitesses différentes :

- ✓ les fibres les plus grosses, qui conduisent l'information rapidement, informent de la présence d'une douleur localisée et à durée brève ;
- ✓ les fibres plus fines, qui conduisent plus lentement, vont être à l'origine d'une sensation de douleur plus diffuse, lente et à longue durée.

Transmission de la douleur



Source : <http://www.prevention.ch/ima43803.jpg>

Le message douloureux va ensuite atteindre différentes structures du cerveau. **Il remonte par différentes voies vers le thalamus et le cortex.** De nombreuses structures cérébrales participent au décodage de la douleur. C'est au niveau de ces structures supérieures que s'élabore la perception qui permet de décoder la localisation et la nature de la douleur : brûlure, piqûre, crampe.

Douleur aiguë ou chronique : La douleur dite "aiguë" signale généralement une lésion, une maladie ou un dysfonctionnement de l'organisme. **C'est un véritable signal d'alarme** permettant de se protéger. Une fois traitée, elle disparaîtra. **La persistance d'une douleur aiguë sur le long terme (au moins 3 mois) définit une douleur chronique.**

b) Le traitement de la douleur

Il existe divers traitements de la douleur chronique :

- ✓ **Traitements comportementaux :** la kinésithérapie, la psychothérapie, l'hypnothérapie et l'acupuncture.
- ✓ **Médicaments antalgiques :** Ils incluent l'aspirine et l'ibuprofène ainsi que le paracétamol réduisent l'inflammation. Ils peuvent s'avérer efficaces mais peuvent également avoir des effets secondaires.

Les antalgiques classiques incluent :

- ❖ **Le paracétamol** peut être pris régulièrement pendant de longues périodes pour traiter les céphalées et de nombreuses autres douleurs.
- ❖ **Les anti-inflammatoires** les plus courants sont l'ibuprofène et l'aspirine. Ils agissent en réduisant l'inflammation.
- ❖ **La codéine** appartient à la famille des opiacés. Elle agit plus efficacement lorsqu'elle est associée à du paracétamol. Ils peuvent entraîner une somnolence, des nausées et la constipation.
- ❖ **La morphine** et les morphiniques utilisées uniquement pour traiter les douleurs intenses.

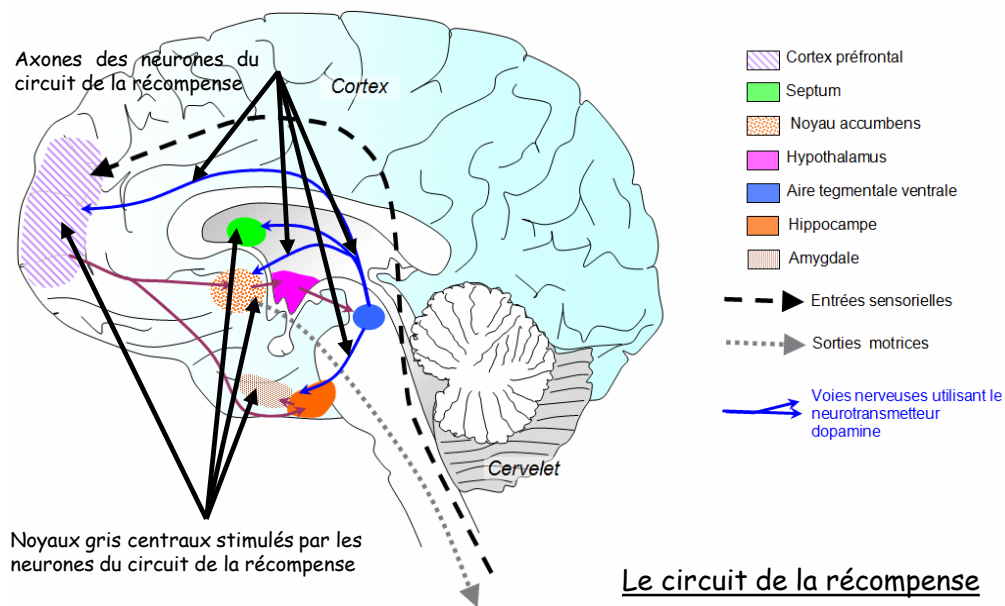
- ✓ **neuromodulation (neurostimulation ou pompe implantable) :** Ces traitements sont appliqués sur le site de la douleur ou au niveau du système nerveux central. La moelle épinière est la principale voie d'accès au cerveau par laquelle cheminent tous les signaux de la douleur. **Les traitements ciblant la moelle épinière agissent en bloquant ou en réduisant les signaux de douleur avant que ceux-ci n'atteignent le cerveau.**
- ✓ **traitements chirurgicaux :** D'autres traitements tels que la chirurgie ou les blocs nerveux, peuvent être utilisés pour bloquer les messages de douleur transmis le long des nerfs vers le cerveau et corriger les problèmes à l'origine de la douleur.

III. Modifications du message nerveux lors de l'utilisation volontaire de psychotropes

La sensation de plaisir ressentie lors de prise de substance(s) psychotrope(s) est déclenchée par l'activation du circuit de la récompense. Celui-ci est constitué par des neurones du tronc cérébral qui sécrètent de la dopamine.

Le fonctionnement du circuit est le suivant :

1. Stimulation des neurones à dopamine;
2. Libération de dopamine;
3. Activation des neurones des zones réceptrices;
4. Sensation de plaisir.

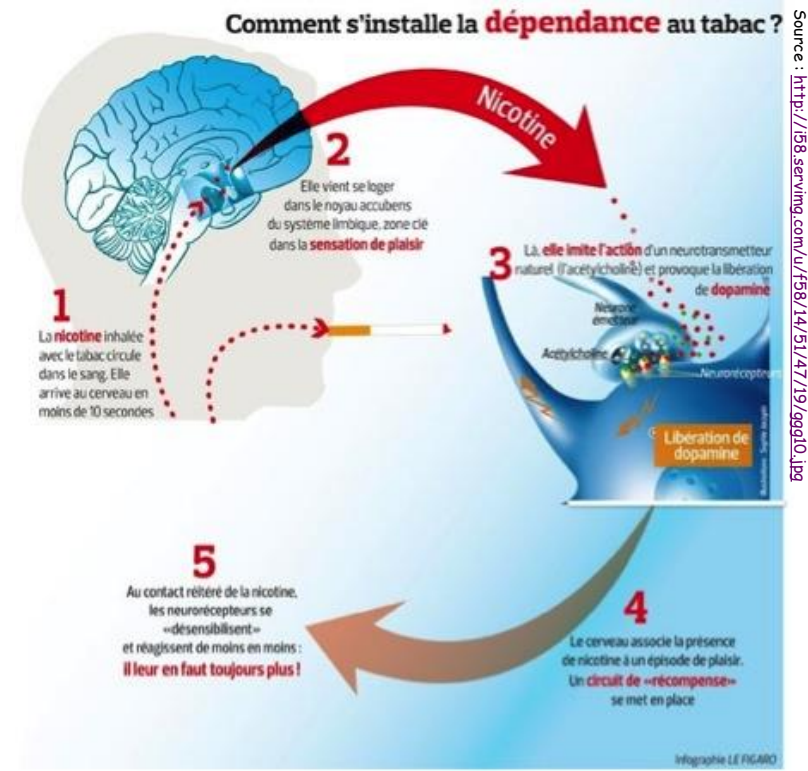


« L'activité des neurones à dopamine du tronc cérébral est inhibée par des neurones dont la membrane porte des récepteurs aux opioïdes endogènes. En présence d'opioïdes endogènes, l'activité des neurones inhibiteurs diminue, ce qui lève partiellement l'inhibition des neurones à dopamine . La sécrétion de dopamine est alors augmentée, générant une sensation de plaisir » - Source : Livre de biologie humaine SAPAT 1^{ère} & T^{le} Bac Pro - Edition : Vuibert

a) Exemple : La morphine ou l'héroïne

L'héroïne est transformée dans le cerveau en morphine. C'est en se liant sur des récepteurs situés sur des neurones à un neuromédiateur inhibiteur que la morphine augmente la libération de dopamine. Lorsqu'ils sont stimulés par la morphine, ces récepteurs, dont le rôle naturel est de recevoir des endorphines, bloquent la libération de neuromédiateur inhibiteur et activent donc les neurones à dopamine, qui provoque une sensation de plaisir.

b) Exemple : la nicotine



FACTEURS DE DANGEROUSITÉ DES DROGUES⁽¹⁾

	Héroïne	Cocaïne	MDMA	Psycho-stimulants	Alcool	Benzo-diazépines	Cannabis	Tabac
Dépendance physique	●	●	●	●	●	●	●	●
Dépendance psychique	●	●	?	●	●	●	●	●
Neurotoxicité	●	●	●	●	●	●	●	●
Toxicité générale	●	●	●	●	●	●	●	●
Dangerosité sociale	●	●	●	●	●	●	●	●

(1) D'après le rapport Roques (1998). S&V > Septembre > 2001

● Très forte ● Forte ● Moyenne ● Faible ● Très faible

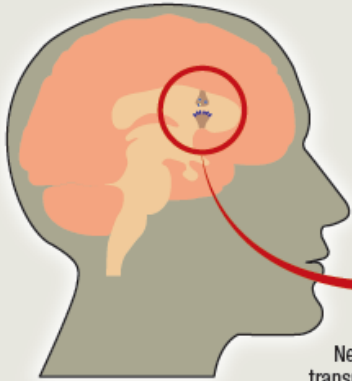
Cancer

Source : <http://planetefrees.fr/les/fr/images/innatimed/normal/cerveau/infr/annee/01/09/01.jpg>

c) Exemple : les amphétamines - le cannabis

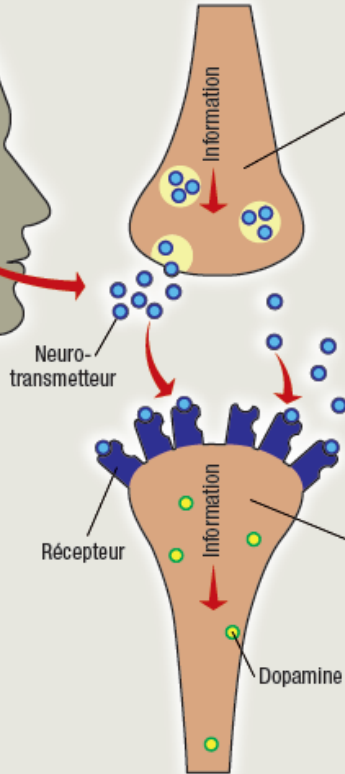
EFFET DU CANNABIS SUR LE CERVEAU

SITUATION NORMALE



1 Pour communiquer entre elles, les cellules du cerveau (neurones) utilisent des messagers chimiques (neurotransmetteurs).

2 Les récepteurs sont des protéines placées à la surface des neurones. Ils sont activés par les neurotransmetteurs et déclenchent une chaîne de réactions susceptible de faire passer l'information (influx nerveux) à d'autres neurones.

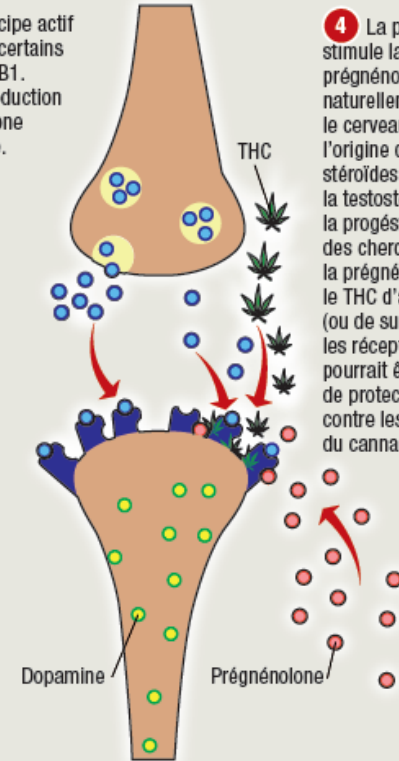


CONSOMMATION DE CANNABIS



3 Le THC, le principe actif du cannabis, active certains récepteurs appelé CB1. Conséquence: la production de dopamine (hormone du plaisir) augmente.

EFFET DE LA PRÉGNÉNOLENE



4 La présence de THC stimule la production de prégnénone (une hormone naturellement produite par le cerveau, notamment à l'origine des hormones stéroïdes comme la testostérone ou la progésterone. Selon des chercheurs français, la prégnénone empêche le THC d'activer pleinement (ou de surstimuler) les récepteurs CB1. Cela pourrait être un mécanisme de protection du cerveau contre les effets néfastes du cannabis.

SOURCE: LMD

Définitions

tronc cérébral

Le tronc cérébral est une partie du système nerveux central servant de relai entre les structures de l'encéphale et la moelle épinière.

Sur un plan anatomique, on le situe devant le cervelet et juste en dessous du cerveau. Il donne aussi naissance à de nombreux nerfs assurant des fonctions au niveau de la tête, notamment sensorielles.

Le tronc cérébral assure des fonctions régulatrices :

- au niveau sensitif avec la **perception de la douleur**,
- Au niveau végétatif avec la **régulation du rythme cardiaque et de la fonction respiratoire**...

Les astrocytes

Se sont des cellules gliales du système nerveux central. Elles ont généralement **une forme étoilée**.

Elles assurent une diversité de fonctions importantes, **centrée sur le support et la protection des neurones**.

Ces cellules :

- participent au maintien de la barrière hémato-encéphalique,
- régulent le flux sanguin,
- assurent l'approvisionnement en nutriments et le métabolisme énergétique du système nerveux,
- participent à la neurotransmission et maintiennent la balance ionique du milieu extracellulaire.

Les astrocytes jouent également un rôle dans la défense immunitaire, la réparation et la cicatrisation du cerveau ou de la moelle épinière après une lésion.

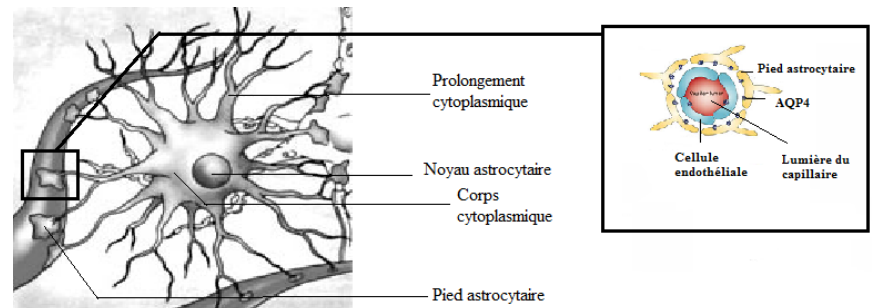


Schéma légendé d'un astrocyte