MANUEL M'CAHIER

Tes fiches de cours de la terminale dans un manuel unique

M'CAHIER DE SVT

COURS COMPLET

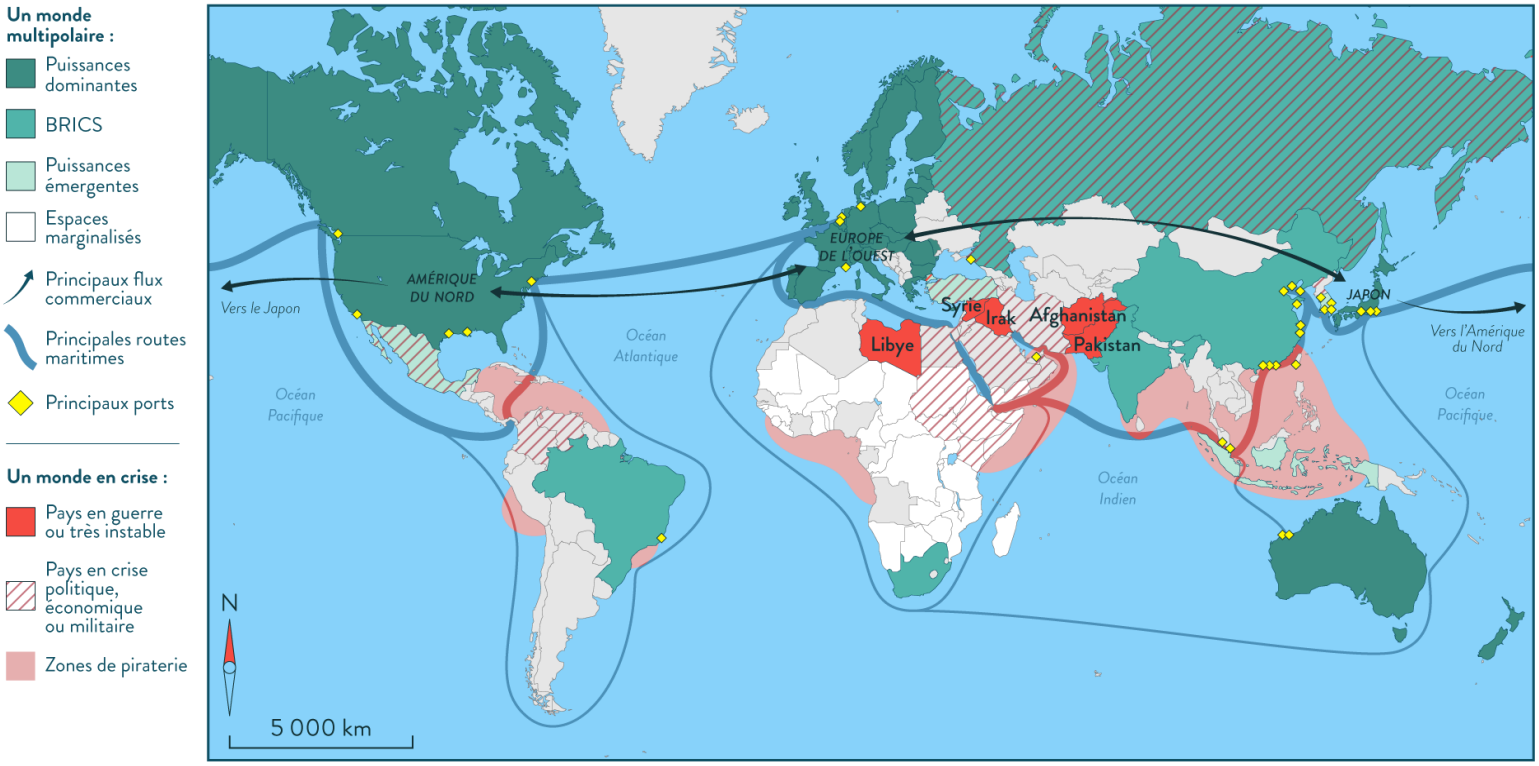
IMAGES ET CONTENUS DETAILLES



Mon cahier de svt TSE

contient les fiches de leçon svt conformément au programme d'enseignement national du Mali

Pour tout contact avec l'auteur :Abouhoureiradoumbia15@gmail.com



Introduction

1. A propos de l'auteur:

NOM DE L'AUTEUR: Doumbia Abou houreira

BİOGRAPHİE: Je suis élève en ingénierie des systèmes énergétiques à l'université aybu.edu.tr. Major de ma promotion 2022-2023 du lycée Madina BKO/Mali, et 3ème au niveau national au BAC en sciences exactes.

2. contenu

Ceci est un manuel scolaire
Inspiré de mon cahier de cours manuscrit de mon année de Terminale, suivi par le professeur en classe. De plus, il contient déjà les recherches sur internet (croquis, images, et informations supplémentaires) que vous auriez dû faire vous même.
Ce document vous sera fidèle lors de vos sessions de révision en regroupant l'ensemble des notions et définitions clés ou pour aborder une nouvelle leçon en parcourant l'ensemble du cours et permettant un apprentissage fluide et rapide.

- Mais en aucun cas ce document ne peut remplacer le professeur car, conformément au méthode d'enseignement et d'évaluation du pays, les cours sont dispensés sous forme d'activités qui doivent être travaillées et répondues en classe, pour permettre aux élèves de s'en sortir lors des évaluations qui consistent en la capacité à analyser interpréter et conclure un problème donné en se basant sur ses connaissances.

Références: contact bibliographique moussadougnon6@gmail.com , réfère au cahier de cours du Pr Kassogué.

Sommaire

CHAPİTRE 1

I. Cours 1 Profil topographique et Coupe géologique
   a. Etude d'une Carte Topographique
   b. Coupe Géologique
II. Cours 2 Géologique du Mali
   a. Evolution Géologique du Mali
   b. Stratigraphie Régionale
   c. Perspectives Hydro Géologiques et Minières
III. Cours 3 Lignee humaine
   a. L'origine de l'espèce Humaine
   b. les critères de l'hominisation :
   c. Liens de parenté et l'arbre phylogénétique:

CHAPİTRE 2

IV. Cours 1 Part1 Reproduction chez l'homme
   a. L'organisation et Structure des organes génitaux
   b. Méiose et Brassage Génétique
   c. La gamétogenèse et les gamètes
   d. 4. Cycle sexuels chez la femme
   e. 5. Activité testiculaire et son contrôle hormonale
   f. 6. Le contrôle hormonal de la fonction de reproduction chez la femme
   g. 7. Fécondation
V. Cours 1 Part2 La Maîtrise de la reproduction
   a. La Contraception: Definition et methodes contraceptives
   b. Principales causes de stérilité

VI. Cours 2 Part1 Brassage génétique
a. Brassages génétique
b. Diversité et Unicité des individus
VII. Cours 2 Part2 Transmission des caractères héréditaires
Transmission des caractères héréditaires
VIII. Cours 3 Quelques aspect de la génétique humaine
CHAPİTRE 3
IX. Cours 1 Régulation de la glycémie
a. La glycémie , un paramètre régulé
b. Rôle du Foie dans la régulation de la glycémie
c. rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie
d. Régulation de la glycémie
e. Diabète : causes et caractéristiques
X. Cours 2 Activités cardiaque et Régulation de la pression artérielle
a. Origine du battement cardiaque
b. La pression artérielle

CHAPITRE 01

HISTOIRE ET ÉVOLUTION DU MONDE VIVANT

01

COURS 1

Profil Topographique et Coupe Géologique

FICHE DE COURS

Introduction:

La *cartographie* est un ensemble de techniques qui conduit à l'établissement et l'étude des cartes.

On distingue les cartes **topographiques** et **géologiques**.

Le choix du type de cartes dépend du but recherché. Dans un premier temps, nous étudierons les cartes topographiques (profils), qui permettent de décrire avec précision les différents éléments du relief. Dans un 2e temps, nous aborderons l'étude des cartes géologiques coupe,qui nous permettront de comprendre la structure du sous-sol.

Cette leçon va nous permettre de répondre à la question suivante: Comment les travaux sont-ils réalisés et matérialisés sur papier, en profil ou en couple ?

1. Etude d'une Carte Topographique

Définition

Le profil Topographique

Le profil topographique est une représentation plane d'une surface

topographique avec les formes et le modèle du relie.

a. Les éléments de la carte Topographique

Les courbes de Niveau

Les courbes de Niveau sont les lieux des points de la surface topographique ayant la même altitude.

On distingue Trois types de courbe:

- Courbes Maîtresses: en Trait accentue 
- Courbes normale : en trait fin 
- Courbes intercalées : se trouvent entre les courbes maîtresses et normale 

Le point côté

C'est un point remarquable où l'altitude est donnée, permettant de trouver la valeur des autres courbes de Niveau.

L'Échelle Numérique

C'est le rapport numérique de la distance sur la carte(le dessin) **d** sur la distance réelle donnée **D :** $E=\frac{d}{D}$

NB: généralement, la distance du dessin **d** est en cm et la distance réelle est en km. Alors, n'oubliez pas de convertir aux unités.

Équidistance :

C'est la différence d'altitude entre 2 deux courbes de niveau : $e=\frac{C2-C1}{n}$

- C_2 **-** C_1 : est la différence d'altitude.
- **n :** est le nombre d'intervalle.

b. Principe d'exécution d'un profil topographique

À noter

- Tracer un trait AB sur une carte à l'échelle E (donnée) ;
- Ensuite sur un rectangle de papier millimétré tracer 2 axes perpendiculaires, celui des abscisses correspondra à l'échelle des longueurs et celui des ordonnées à l'échelle des hauteurs (altitude). ;
- Choisir l'origine de l'axe des hauteurs en fonction de l'altitude la plus basse;
- Faire coïncider le bord supérieur du papier millimétré contre le trait de coupe AB.
  Marquer sur ce papier les points A' et B', images de A et B. Noter ensuite les altitudes de ces points et celles des points d'intersection des courbes de niveau avec le trait AB ;
- Ces points sont abaissés (projetés) à leur altitude correspondante lue sur l'axe des hauteurs précédemment dessiné ;
- Ces points ainsi abaissés seront reliés entre eux, non pas des segments de droite, mais par des courbes rendant compte au mieux de la topographie, les versants avec leur concavité et leur convexité au bon endroit, indiquer les sommets ou les vallées avec leur forme ;
- Effacer alors les inscriptions ayant servi à la construction du profil ;
- Enfin noter au dessus du profil la toponymie et l'orientation.

2. Coupe Géologique

Définition

La coupe géologique

La coupe géologique est la représentation sur une carte topographique des natures des terrains qui affleurent à la surface du sol ou cachés par des formations récentes.

a. Réalisation d'une coupe géologique

À noter

- Réaliser d'abord le profil topographique.
- Porter tous les points d'intersection du profil, la limite des différentes couches.
- Chaque point d'intersection correspond à l'affleurement des différentes couches de terrain.
- L'épaisseur de chaque couche correspond à une ligne courbe qui relie deux affleurements de même hauteur.

b. La légende de la coupe

La légende facilite la compréhension de la disposition de couches sans que l'on ait besoin de consulter la carte. Elle fournit également des renseignements sur la résistance des terrains vis-à-vis de l'érosion différentielle.

COURS 2

Geologie du Mali

FICHE DE COURS

Introduction:

La géologie du Mali est un domaine fascinant et riche en découvertes, offrant un aperçu des vastes ressources naturelles du pays.

Dans ce cours nous allons explorer les potentiels miniers et hydrogéologie du Mali.

Identifier et étudier les différentes ressources minières et hydrogéologie du pays et leur localisation géographique.

1. Evolution Géologique du Mali

les grands ensembles du Mali

À retenir

- *Le socle* est la ossature du sous-sol, celui du Mali appartient au craton de l'Ouest africain.

Craton: est la partie consolidée de l'écorce terrestre, stable et rigide, formée de terrains anciens.

- *Les formations sédimentaires*: occupant plus de 2/3 de la superficie du Mali.
- *Les formations récentes*.

2. Stratigraphie Régionale

À retenir

Le Mali occidental Ouest: Kayes; Bamako; Nara; Ségou.

Les formations géologiques qui affluaient se répartissent en 4 ensembles:

- Le socle précambrien au Nord et au Sud de gai et de Bamako.
- Les formations sédimentaires primaires, le plateau mandingue.
- Un recouvrement du continental terminal dans les régions sud (Ségou) et plus au Nord.
- Des intrusions doléritiques.

Le Mali méridional Sud: C'est la région s'étendant entre Sikasso et Gao.

Le Mali oriental Est: La zone de Tilemsi.

Le Mali septentrional Nord: la zone de taoudeni.

3. Perspectives Hydro Géologiques et Minières

À retenir

a. les ressources minières

Les ressources minières exploitées au Mali sont:

- **Le sel** : Taoudeni
- **Le kaolin** : Kayes (bafoulabé)
- **les Phosphates** de TiLemsi broyés à Markala
- **L'or** dans les régions de Sikasso (Morila: *la plus grande zone de production,* Siama *: la plus grande réserve*); Kayes (Loulo, Sadiola).

b. les ressources Hydrogéologique

Les centrales thermiques

- kayes : Manantali; Selinge
- Bamako : sotuba
- Ségou Markala
- Sikassa : koutiala

Les centrales hydrauliques:

- Kayes : Manantali; Selingue
- Bamako : Sotuba

c. Les ressources minières reconnues

- L'uranium : Kayes; Kidal
- Le phosphate : Kidal
- LE manganèse : Gao
- Cuivre ; le Fer; Bauxite; Marbre et le Calcaire : Kayes
- Kaolin : Bougouni

COURS 2

Lignée Humaine



FICHE DE COURS

Introduction:

C'est dans l'œuvre de Darwin, *L'Origine des espèces*, que l'idée de parenté entre les hommes et les singes est pour la première fois évoquée.

Nous verrons comment l'histoire évolutive de l'homme s'inscrit dans celle plus globale des primates.

Ainsi, dans un premier temps, nous comparerons les caractères généraux des êtres humains et des autres primates, puis nous analyserons les modifications ou innovations évolutives et nous terminerons par expliquer le lien de parenté et l'arbre phylogénétique.

1. L'origine de l'espèce Humaine

L'homme possède des *caractères communs* avec les primates, ce qui implique u*n ancêtre commun* avec les 190 espèces actuelles de primates.

L'être humain actuel correspond à l'espèce ***Homo sapiens***.

L'espèce *Homo sapiens* se situe dans la **famille des hominidés** et fait partie de l'**ordre des primates(du latin *primas*, c'est-à-dire « premier »)**

Les premiers fossiles de primates datent de - 55 millions d'années. La baisse brutale de la

température à la surface de la Terre, il y a 40 millions d'années entraîna la disparition des primates de l'hémisphère nord, ces derniers se cantonnant alors au sud de l'Asie et à l'Afrique

Définition

La lignée:

La lignée est l'ensemble des espèces d'hominidés possédant un ancêtre commun caractérisé par la présence d'un caractère commun.

À retenir

- Les plus vieux fossiles appartenant au genre Homo datent de - 2,5 millions d'années et on les retrouve d'abord en Afrique puis en Eurasie. Il y a 1 million d'années, le genre *Homo* connaît une expansion en Europe et en Asie. On sait que plusieurs espèces d'*Homo* ont coexisté à cette époque.
- Les plus anciens fossiles de la ligne humaine ont été trouvés en Afrique de l'Est et le plus ancien est d'Orrorin Tugenensis.

2. les critères de l'hominisation :

L'homme et le chimpanzé possèdent un ancêtre commun, ils ont donc des caractères dérivés propres à l'Homme et des caractères dérivés propres aux chimpanzés.

En comparant anatomiquement l'homme et le chimpanzé qui est son plus proche parent, un certain nombre de critères peuvent être mis en évidence. Ces critères permettent de définir le genre *Homo* dont l'homme moderne et de mettre en évidence le processus d'**hominisation**.

Définition

Hominisation :

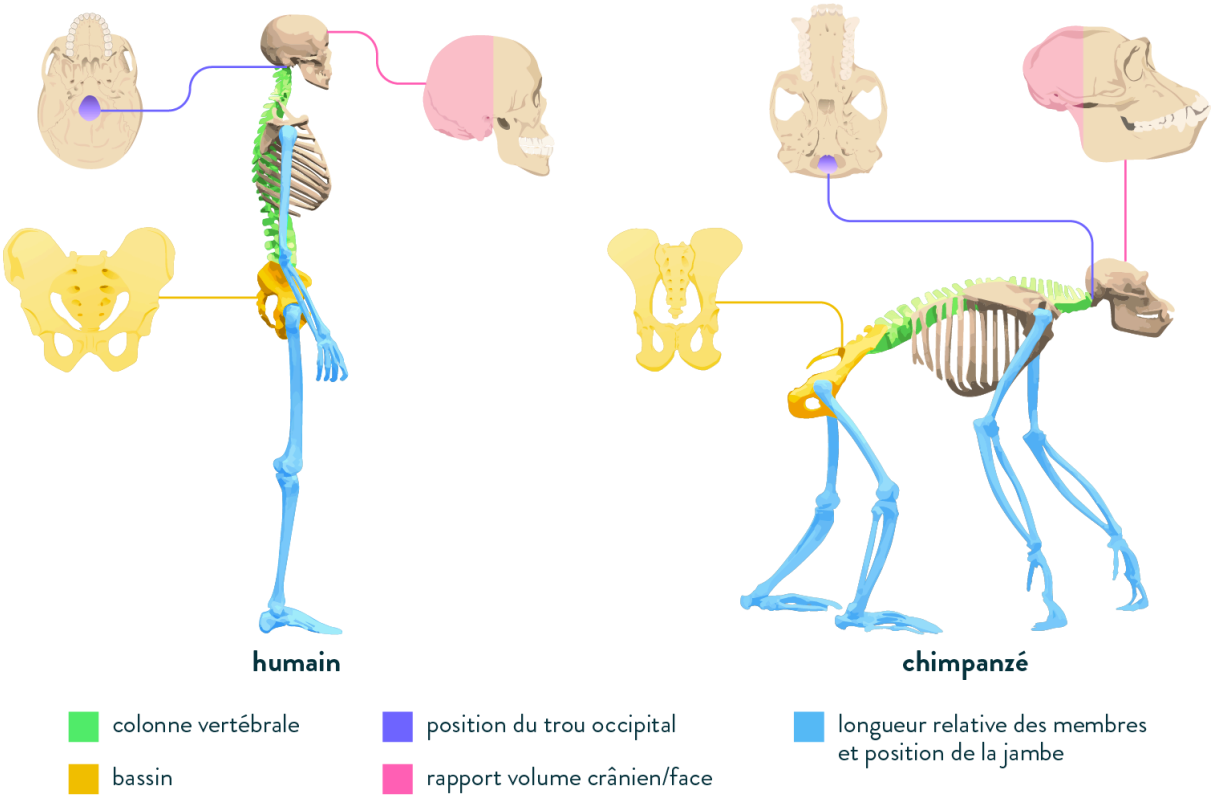
L'hominisation désigne le processus évolutif qui a conduit à la formation de l'être humain que l'on connaît aujourd'hui.

a. Acquisition de la bipédie

Le premier critère anatomique concerne la bipédie.

À retenir

L'homme est exclusivement bipède alors que le chimpanzé est quadrupède, bien qu'il puisse occasionnellement se déplacer debout. Ce critère est important car il implique une posture différente entre l'Homme et le chimpanzé d'où découlent de nombreuses **différences anatomiques.**



Les modifications qui sont à l'origine de la bipédie : ce sont celles concernant la posture :

- L'homme est différent du chimpanzé, qui a son trou occipital à l'arrière du crâne.
- Le bassin de l'homme est plus large et court, et les bras sont plus courts que les jambes.

Voici le tableau récapitulatifs des modification anatomique:

Squelettes/Modification	Chimpanzé	Humains
colonne vertébrale	- 2 courbure	- 4 courbure
bassin	- Long et étroit	- large et court
bras	- long	- Court
jambes	- Courtes	- Longues
crâne face	- Allongée vers l'arrière	- Arrondie, réduite et plate
trou occipital	- centré	- en arrière du crâne
fémurs	- Parallèles	- obliques

De plus, les deux crânes n’ont pas exactement la même forme. Celui de l’Homme est arrondi vers l’arrière et la face est réduite et plate. L’homme a un volume crânien plus important.

b. L'Évolution du volume crânien et l'évolution des Techniques de fabrication d'outils

Le seuil décisif à l'hominisation est, selon les paléontologistes, l'apparition de **l'utilisation de l'outil**, non seulement comme prolongement de la main mais également comme arme de défense, et qui permet le développement de la **pensée conceptuelle.**

À retenir

1. Le développement de la capacité crânienne

L'évolution des techniques de fabrication d'outils est liée à l'évolution de la capacité crânienne.

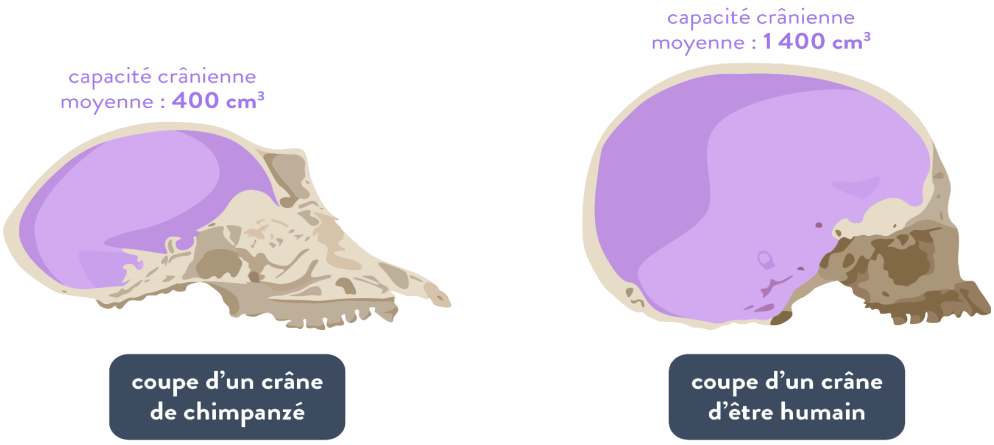
la taille et le volume du cerveau se développent de plus en plus, d'*Homo habilis* à *Homo neanderthalensis* et *Homo sapiens.*

Au fur et à mesure que la capacité crânienne augmente, on a l'amélioration des techniques de fabrication des outils.

Voici quelques modifications lors du développement de la capacité crânienne:

- La réduction progressive du **prognathisme,** qui est la partie avancée des mâchoires.
- La réduction de l'arcade Sourcilière qui devient moins.Saillant.
- Apparition d'un Front et d'un menton.

Comparaison de la capacité crânienne du chimpanzé et de l'être humain



2. La variation des Outils

À travers son utilisation différenciée des outils, l'homme préhistorique met en place les multiples projets d'adaptation. Les outils évoluent avec le temps jusqu'au stade actuel du développement des industries avec *Homo sapiens*.

Attachons-nous donc à l'étude comparée des outils fossiles dans le processus d'hominisation.

Dans un premier temps, l'homme préhistorique a utilisé comme outils des objets trouvés dans la nature pour les utiliser providentiellement selon ses besoins.

- Puis, les paléoanthropologues ont découvert qu'*Homo habilis* utilisait les ***choppers***, qui sont des galets taillés plus ou moins grossièrement.



Choppers datant d'environ 1,7 million d'années, Éthiopie

- L'*Homo erectus* de l'industie acheuléenne, sur des gisements plus récents. Cette industrie du galet est supplantée par une technique plus élaborée, utilisant notamment des silex : les **bifaces**.



Biface en silex, datant de moins de 1 million d'années, France

- Avec l'apparition d'*Homo sapiens* et d'*Homo neanderthalensis*, (entre -48 000 et -12 000 ans), les outils se diversifient et la technique de la **pierre polie** se perfectionne.

c. Acquisition de la culture et du langage articulé

⚠ Attention

L'être humain n'est pas la seule espèce animale qui utilise des outils !
Certains singes sont capables de tailler des bâtons pour déloger des termites par exemple.

Alors pour se différencier, l'homme préhistorique met en place les multiples projets d'adaptation et d'innovation culturelle, sociale et dans le domaine de la communication, qui le distinguent des autres grands singes.

Le langage et l'art sont une autre forme de comportement adaptatif socioculturel qui traduit l'évolution spécifiquement humaine.

👁 À retenir

Les hommes préhistoriques fabriquaient également des statuettes en argile ou en bois.

- L'**art pariétal** apparaît il y a environ 35 000 ans.

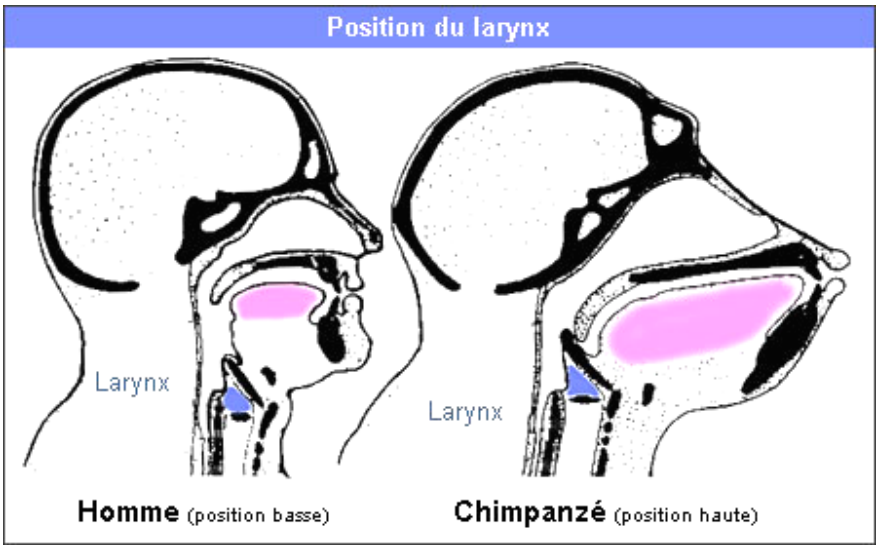
Ce terme désigne les œuvres réalisées par les hommes préhistoriques sur les parois des grottes, à l'aide de pigments.
Ces formes artistiques traduisent chez *Homo sapiens* l'**expression spécifique d'une pensée symbolique**.

Le Langage articulé

L'apparition du ***langage articulé*** comme moyen de communication entre membres du groupe et la vie en petites communautés avec des **rites traditionnels** propre à l'homme vont accentuer l'évolution culturelle de l'être humain tel que nous le connaissons aujourd'hui.

À retenir

- L'acquisition du langage articulé est due à la position basse de larynx chez l'homme. Contrairement aux chimpanzés, il est en position haute.



3. Liens de parenté et l'arbre phylogénétique:

La notion de parenté des êtres vivants est basée sur la **comparaison de caractères communs**. Ces caractères communs peuvent être **anatomiques**, **embryologiques** ou **moléculaires**.

À retenir

Le fait que deux espèces partagent un caractère commun implique qu'elles ont un ancêtre commun qui leur a transmis ce caractère.

À retenir

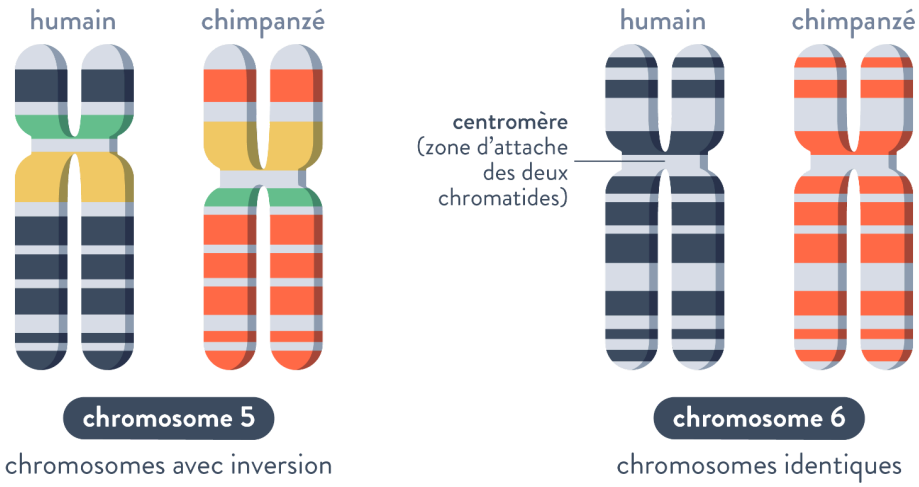
Il est courant de dire que l'homme fait partie des grands primates. Cela s'explique par l'absence de queue, un caractère commun aux 19 espèces actuelles de grands primates.

Cela implique donc un ancêtre commun à tous les grands primates.

Pour savoir quelle est la place de l'homme au sein des grands primates, les scientifiques ont comparé des séquences d'ADN entre les différentes espèces de grands primates dans l'idée que **moins il y a de différences entre l'ADN de deux espèces, plus elles sont proches parents**.

- La proximité moléculaire entre le patrimoine génétique humain et celui du chimpanzé est à 98-99 %.
- Au niveau génétique, on constate en fait une **inversion de segments chromosomiques** sur certains chromosomes, autour du centromère.

Comparaison des chromosomes 5 et 6 de l'être humain et du chimpanzé



l'arbre phylogénétique

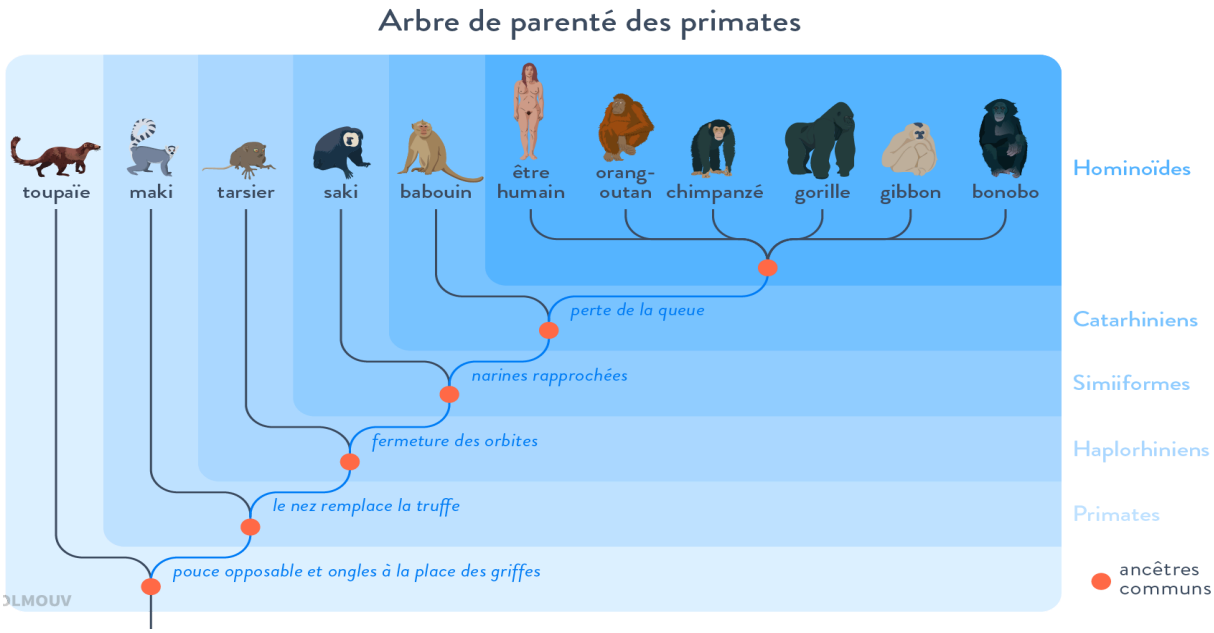
Définition

Phylogénie :

La phylogénie est l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants, entre individus et entre espèces. Elle permet ainsi de reconstituer l'évolution des êtres vivants dans le temps.

Plusieurs types d'**arbres phylogénétiques** peuvent être proposés selon les critères choisis.

En voici un exemple qui permet de déterminer la **parenté** des espèces appartenant à l'ordre des primates en fonction des évolutions de **caractères communs**.



À retenir

Les **primates** ont tous un ancêtre commun qui connut une **innovation évolutive** : la présence d'un **pouce opposable** (qui permet la saisie d'outils) et d'**ongles** à la place des griffes. D'autres innovations évolutives permettent ensuite d'établir des parentés entre les différentes espèces au sein de l'ordre des primates.
Ainsi, la famille des **hominoïdes** se caractérise par la **perte de la queue**.



CHAPITRE 02

UNICITÉ DES INDIVIDUS ET DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

02

COURS 1/Partie 1

L'unicité des individus et diversité génétique

Reproduction chez l’homme

FICHE DE COURS

Introduction:

la reproduction humaine désigne l’ensemble des processus par lesquels un homme et une femme engendrent un nouvel individu.

Dans ce cours, dans un premier temps nous verrons l’organisation et la structure des organes génitaux. Enfin nous verrons la régulation de ces appareils génitaux mâles et femelles.

1. L’organisation et Structure des organes génitaux

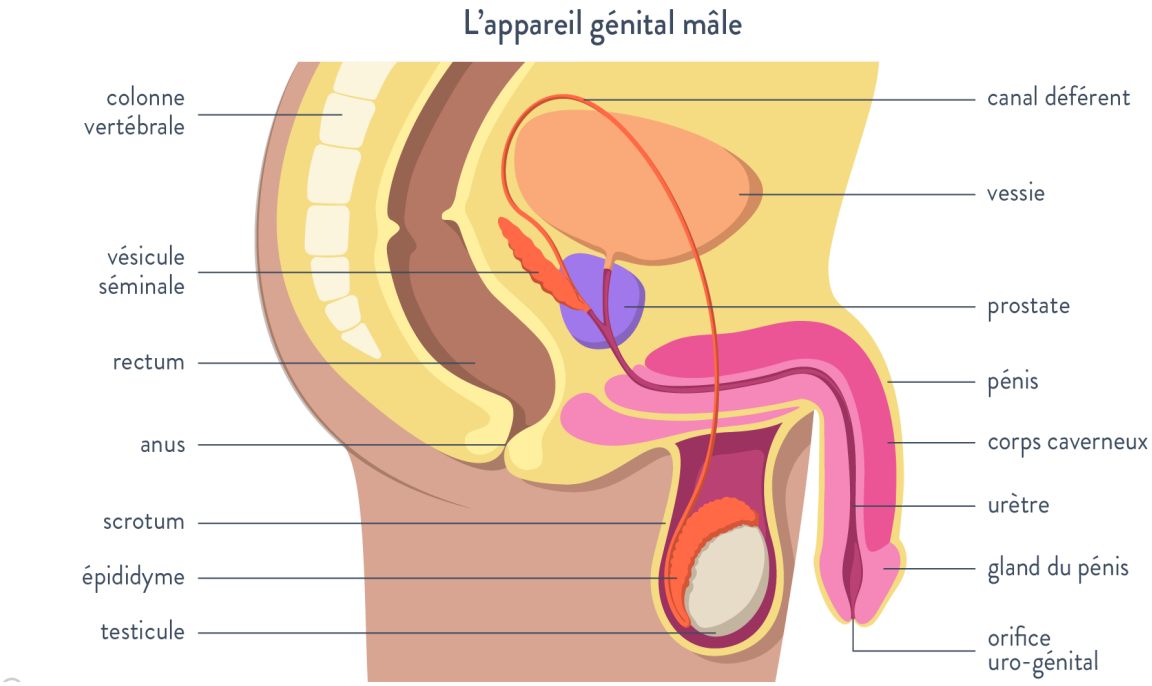
a.Organisation des appareils génitaux

- **L’appareil masculine**

La puberté correspond au passage à l’âge adulte. À la fin de la puberté, l’aptitude à se reproduire est acquise.

- L’appareil génital mâle est composé des voies génitales internes (prostate et vésicules) et des organes génitaux externes (pénis, testicules et l'épididyme).

Appareil génital mâle (vue de profil)



À retenir

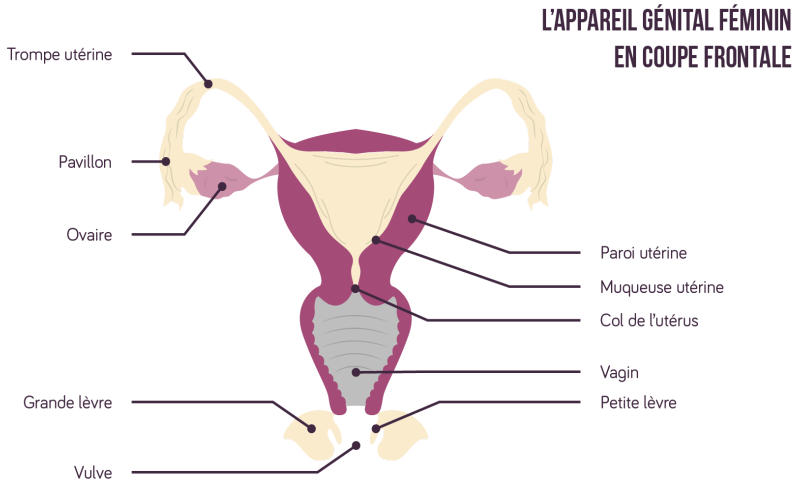
Voici la liste des organes constituant l'appareil génital masculin :

1. **Testicules**
2. **Épididyme**
3. **Canal déférent**
4. **Vésicules séminales**
5. **Prostate**
6. **Urètre**
7. **Pénis**
8. **vessie**
9. **gland du penis**
10. **rectum**

- **L’appareil genital femelle**

L'appareil genital femelle produit les gamètes et peut également accueillir l'embryon en cas de fécondation.

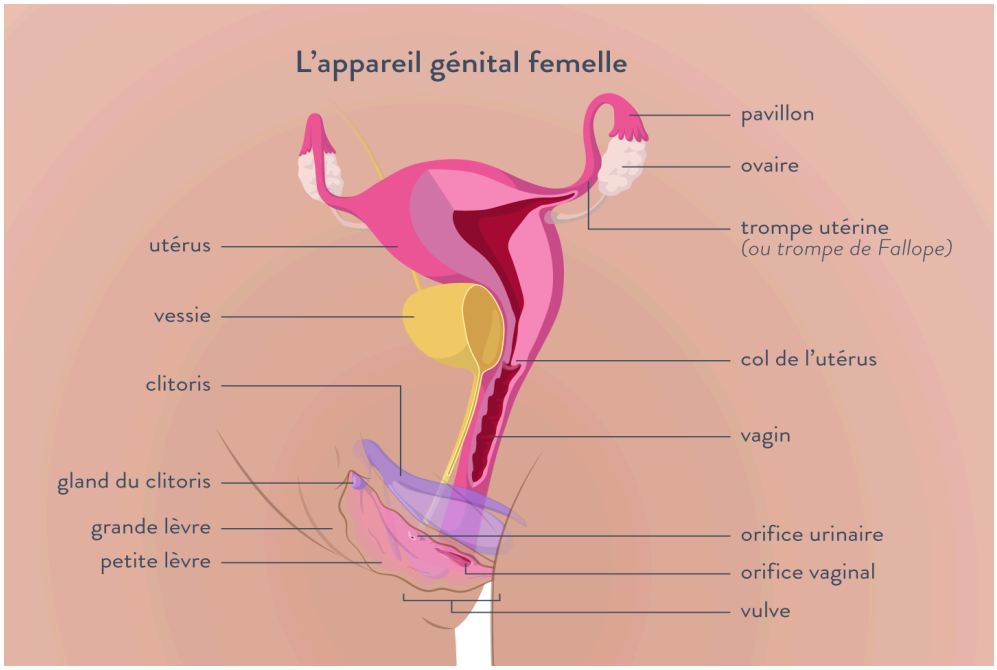
- La production des gamètes est assurée par les ovaires tandis que l'utérus accueille l'embryon.



À retenir

Voici le résumé des organes constituant l’appareil génital féminin :

1. **Ovaires**
2. **Trompes utérines**
3. **Utérus**
4. **Vagin**
5. **Glandes de Bartholin**
6. **Clitoris**
7. **lèvres**
8. **vessie**



9. **clitoris**
    - Voici un tableau comparatif des appareils reproducteurs masculin et féminin

Aspect	**Femme**	**Homme**
Gonades	Ovaires (produisent les ovules)	Testicules (produisent les spermatozoïdes)
Voies génitales internes	- Trompes utérines (cheminement de l'ovule) - Utérus (développement embryonnaire) - Vagin	- Épididyme, spermiducte, urètre (cheminement des spermatozoïdes) - Prostate, vésicule séminale, glande de Cowper (production du liquide séminal)
Glandes annexes	- Glandes de Bartholin (sécrétion lubrifiante) - Glandes mammaires (production de lait)	- Prostate, vésicule séminale, glande de Cowper (production du liquide séminal)
Organes copulateurs	Vagin	Pénis

La puberté s'accompagne également de changements dans le fonctionnement de l'organisme. Les organes sexuels masculins et féminins grossissent, se développent, et se mettent en fonctionnement.

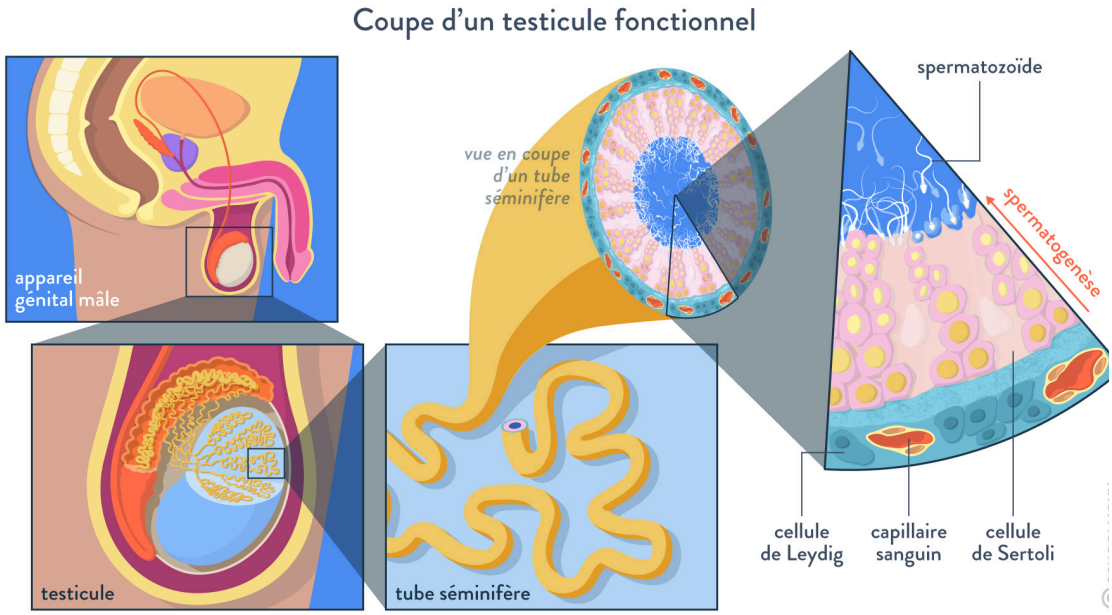
Caractères sexuels primaires : Les caractères sexuels primaires correspondent aux appareils reproducteurs. Chez la fille, ce sont l'utérus et l'ovaire, chez le garçon, les testicules et le pénis. Les appareils reproducteurs matures produisent et émettent des cellules reproductrices ou **gamètes**.

b.Structure des gonades ou glandes génitales

Les testicules:

À noter

Les testicules sont formés de milliers de tubes séminifères qui produisent les spermatozoïdes. Le contrôle de cette production est assuré par les **cellules de Sertoli**. Entre les tubes séminifères se trouvent les **cellules de Leydig** : elles vont produire la testostérone.



À retenir

Les testicules ont une double fonction : la production des cellules sexuelles et de testostérone (hormone masculinisante).

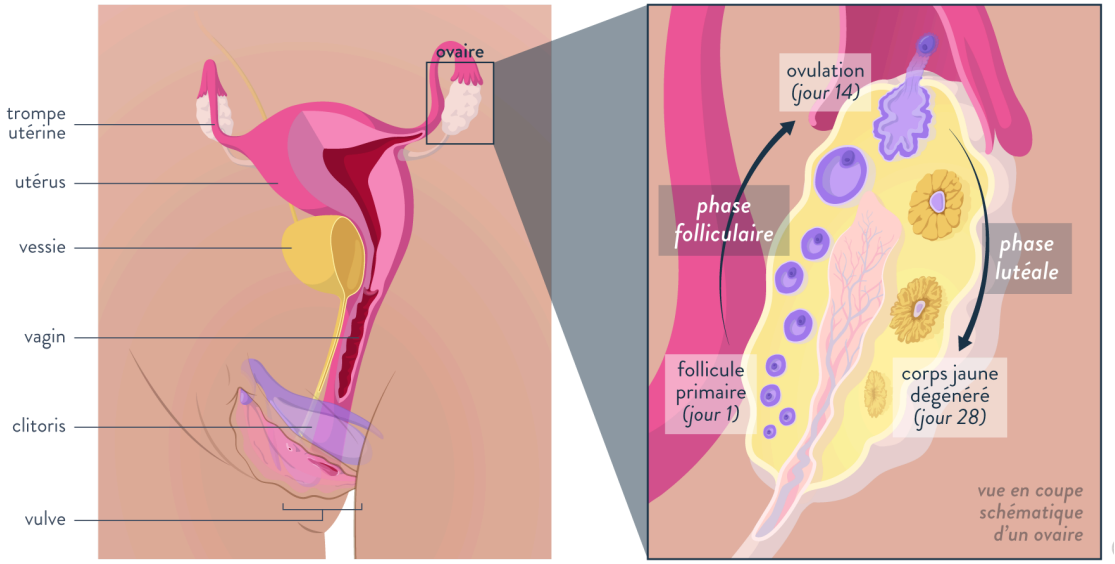
Les ovaires :

Chez la femme, les gonades sont les ovaires. Elles sont au nombre de deux et se situent à l'extrémité des trompes utérines.

À noter

Les ovaires assurent l'ovogenèse qui est la production des gamète sexuelles chez la femme à travers le cycle ovarien.

L'appareil génital femelle et le cycle de l'ovaire



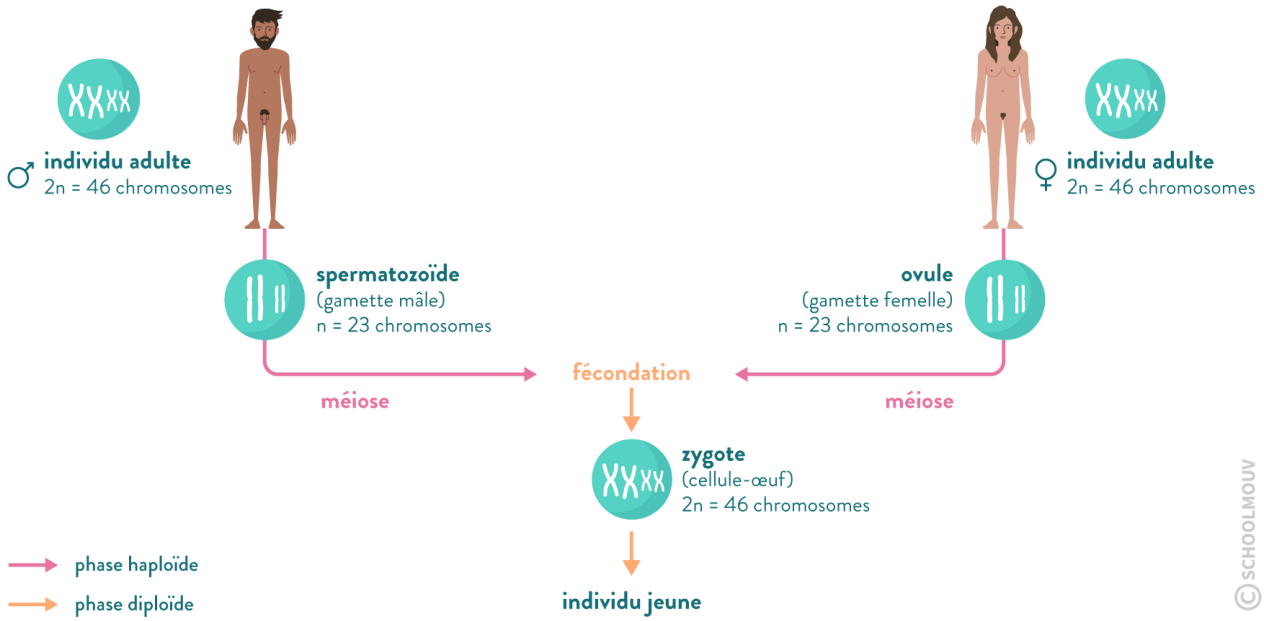
À remarquer

Cycle menstruel : Un fonctionnement est qualifié de cyclique lorsqu'il se renouvelle sans arrêt dans un ordre immuable. Le cycle menstruel dure en moyenne 28 jours. Ce cycle se déroule dans la **Zone MÉDULLAIRE ET CORTICALE (**CORTEXE OVARIEN**).**

2. Méiose et Brassage Génétique

a.Méiose

La réduction du nombre de chromosomes pour la formation des gamètes est une étape essentielle de la reproduction sexuée qui permet la stabilité du caryotype de l'espèce. Cette étape qui permet de passer de cellules diploïdes à 2n chromosomes à des cellules haploïdes à n chromosomes est appelée méiose.



À noter

La méiose est donc le passage d'une phase diploïde à une phase haploïde grâce à une réduction chromosomique. Elle permet la formation de gamètes à 23 chromosomes. La méiose est en fait une succession de deux divisions cellulaires. Division Réductionnelle et la Division équationnelle.

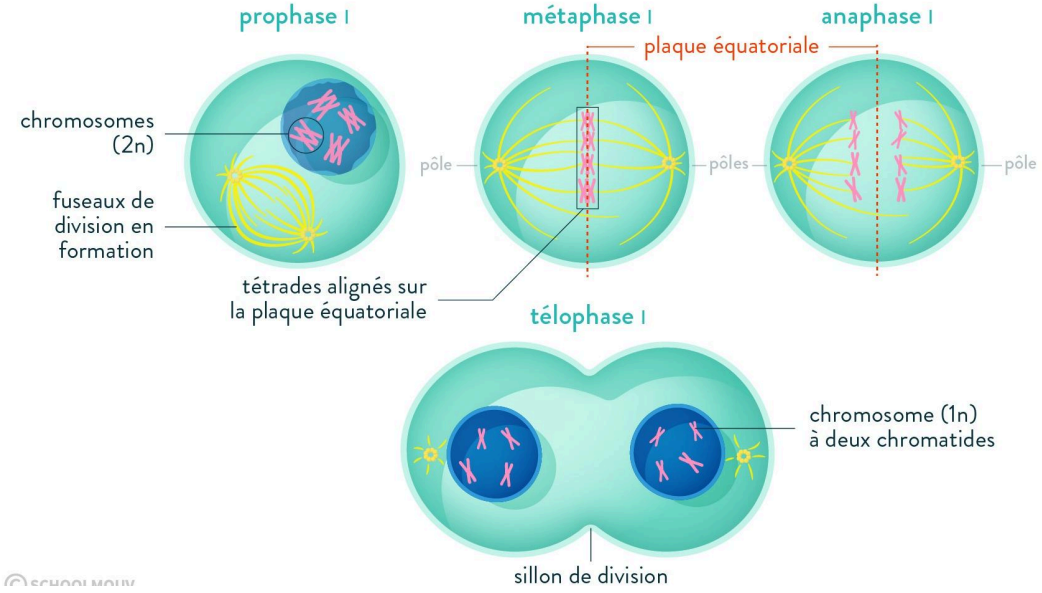
- **Les étapes de la méiose**

À retenir

Division Réductionnelle

La première division ou méiose est constituée de 4 étapes:

- **prophase I**: il y a condensation des chromosomes et les paires des chromosomes homologues vont s'appareiller c'est-à-qu'ils vont se regrouper pour former ce qu'on appelle des bivalents.
- **métaphase I**: les paires des chromosomes formées vont migrer sur la plaque équatoriale de la cellule et s'aligner. Chaque chromosome homologue se retrouve de part et d'autre de la plaque équatoriale.
- **L'anaphase I:** les chromosomes de chaque paire vont se séparer et migrer chacun vers un pôle opposé de la cellule. Cette distribution de chromosomes de part et d'autre de la cellule se fait au hasard.
- **La télophase I** : consiste en une décondensation des chromosomes. Le cytoplasme de la cellule va ensuite se diviser pour aboutir à la formation de 2 cellules filles haploïdes de chromosomes bichromatidiens.

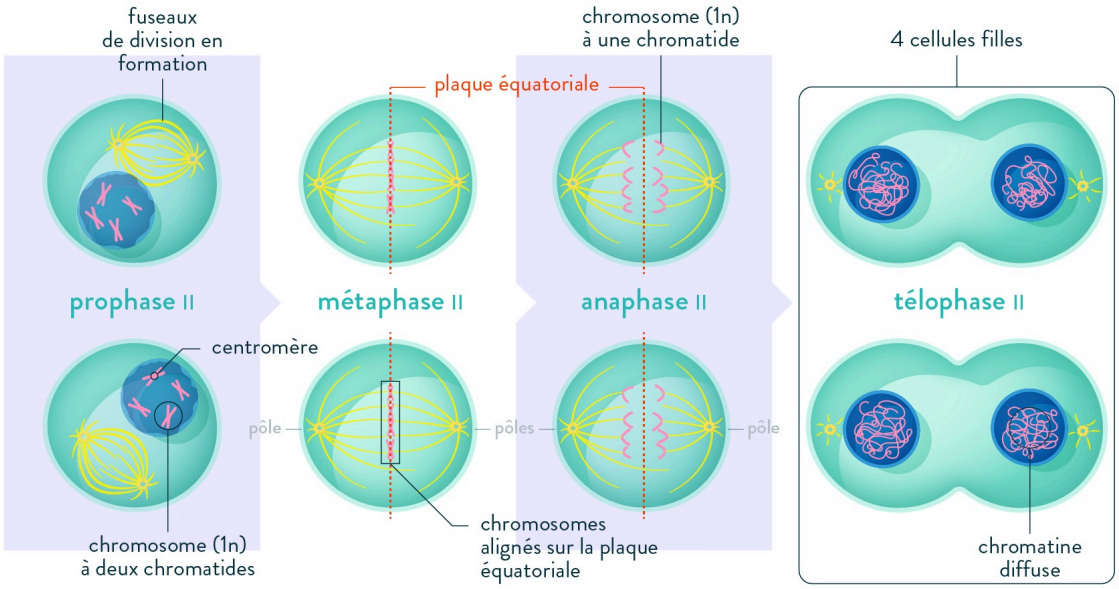


Division équationnelle

La deuxième division ou méiose II est également constituée de 4 étapes similaires à la méiose I.

- **Prophase II** : consiste en la condensation des chromosomes de chaque cellule fille obtenue lors de la méiose I.
- Les chromosomes vont ensuite s'aligner sur la plaque équatoriale. C'est **la métaphase II.**
- **Lors de l'anaphase II :** les chromatides de chaque chromosome vont se séparer et migrer chacune vers un pôle opposé. La distribution des chromatides vers l'un ou l'autre des pôles se fait au hasard (au niveau du centromère).

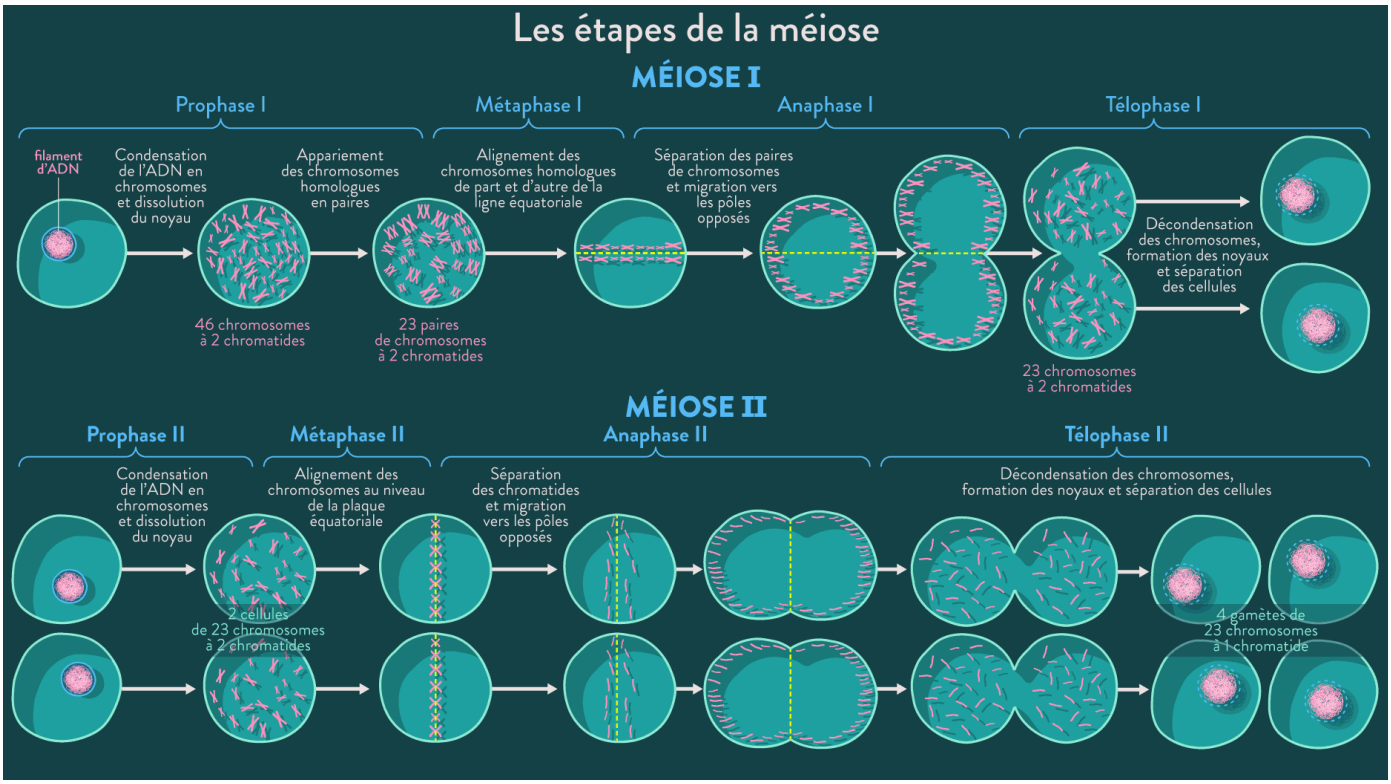
Enfin, lors de la télophase II, les cytoplasmes des deux cellules vont se séparer pour former 4 cellules filles haploïdes à chromosomes monochromatidiens.



À remarquer

Quand on compare le nombre de chromosome dans les deux télophases des deux divisions par rapport à la cellule mère, on constate:

En télophase 1 on obtient deux cellules filles haploïdes à chromosome bichromatidiens, ainsi en télophase 2 on 4 cellules filles haploïdes à chromosome monochromatidiens, à partir d'une cellule mère diploïde.



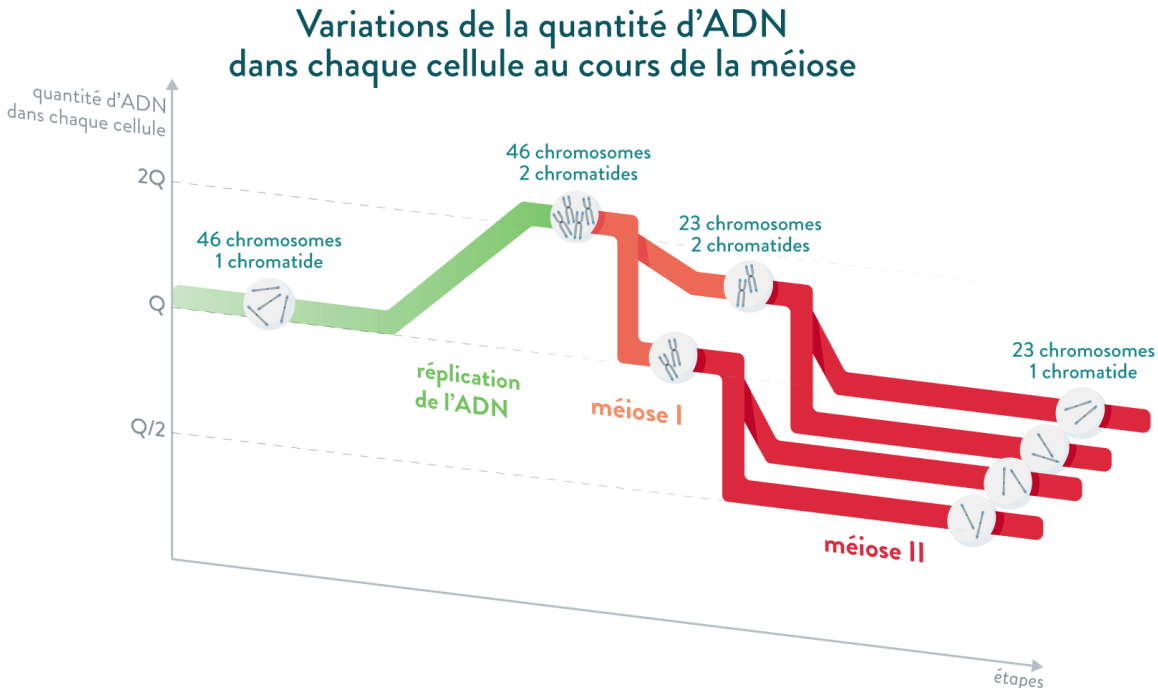
À retenir

→La première division (réductionnelle) permet le passage de

2n à n chromosomes doubles.

→La deuxième division (équationnelle) permet de la conservation du nombre de chromosomes, le passage de **n** chromosomes
à **n** chromosomes simple (1 seule chromatide).

Ces divisions peuvent aussi être traduites en termes de quantité d'ADN comme le montre le schéma suivant :



Conclusion :

La méiose est donc une succession de deux divisions avec réplication de l'ADN avant seulement la première division. Elle permet d'obtenir 4 cellules filles haploïdes à partir d'une cellule mère diploïde. Ces cellules sont à l'origine des gamètes.

b.Brassage génétique lié à la méiose

- **Brassage interchromosomique :**

Le brassage interchromosomique se déroule lors de l'anaphase I.
Lors de l'anaphase I, les chromosomes homologues se séparent pour migrer chacun vers un pôle de la cellule.

À retenir

- Le brassage interchromosomique est la répartition aléatoire des paires de chromosomes homologues lors de l'anaphase 1 au cours de la méiose.

Il contribue à l'apparition de nouvelles combinaisons de chromosomes.

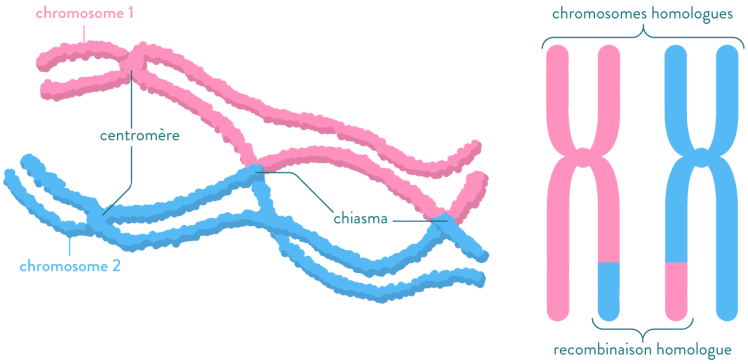
- **Brassage intrachromosomique :**

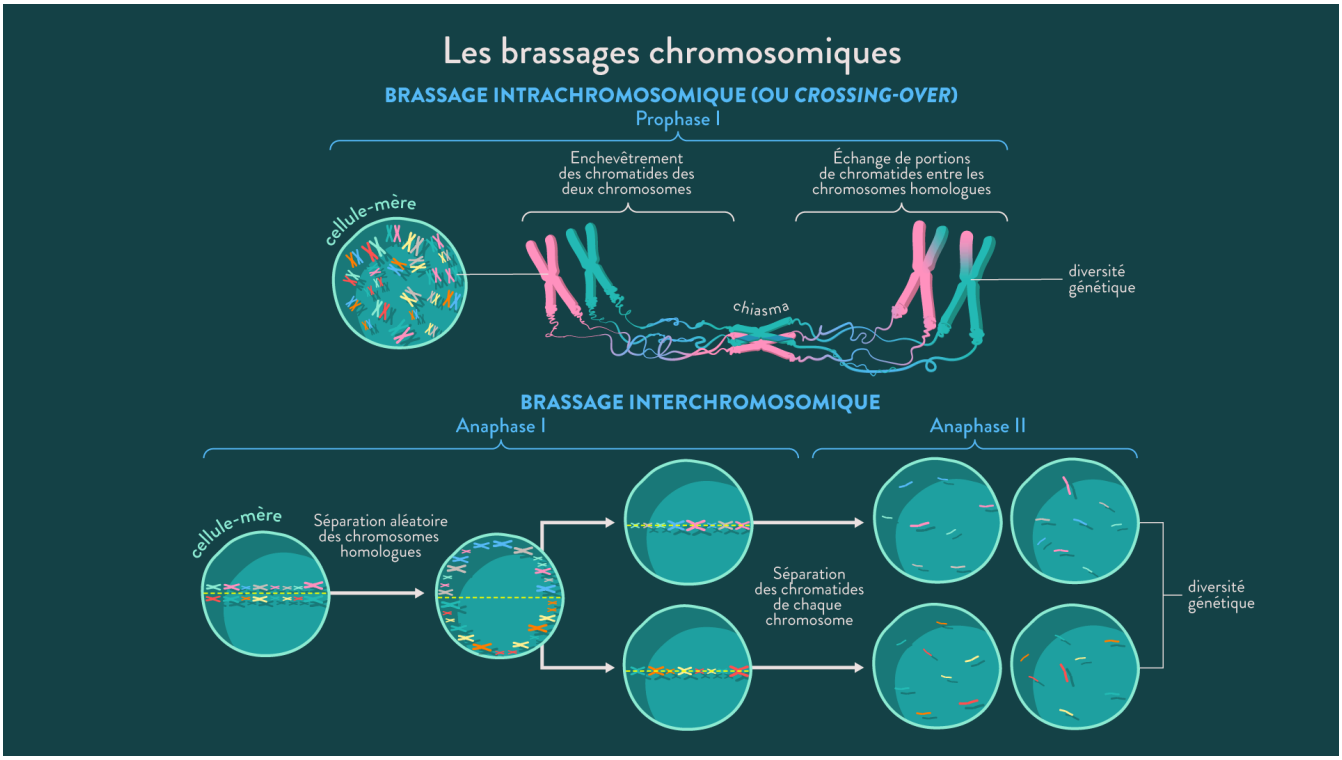
Voyons maintenant comment peut s'effectuer le brassage génétique au cours d'une autre étape de la méiose, la prophase I.
Lors de la prophase, les chromosomes homologues vont s'appareiller. Comme ils sont étroitement liés, il peut se produire un enchevêtrement des chromatides des deux chromosomes. Ce chevauchement de chromatides appartenant à 2 chromosomes homologues s'appelle **un chiasma**.

À retenir

- *Le brassage intrachromosomique* est un brassage de gènes résultant d'un échange de segments chromosomiques entre chromatide homologue ou **crossing over.**
- **crossing over** est l'échange de matériels génétiques entre les chromosomes homologues.

Analyse *mise en évidence du chiasma entre chromosomes homologues*



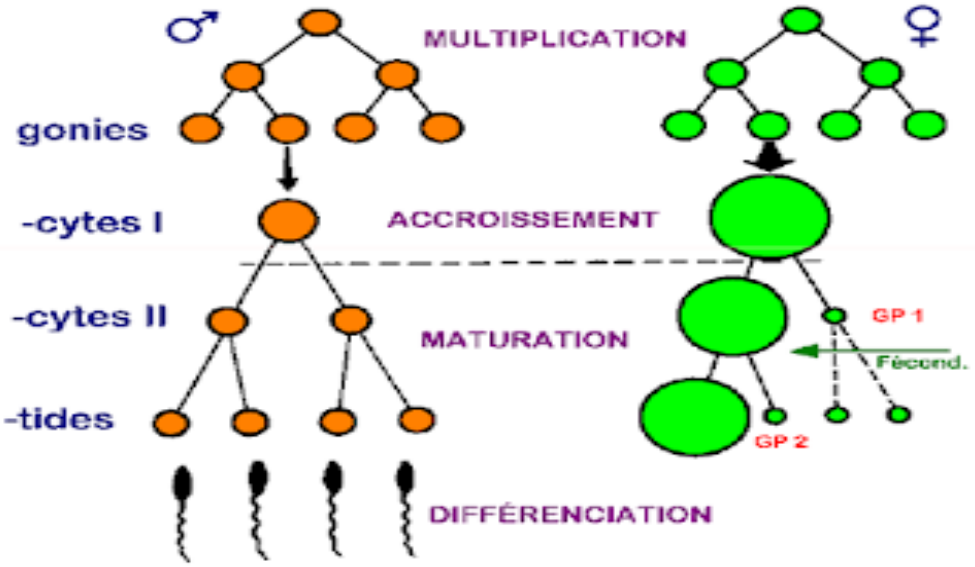


3. La gamétogenèse et les gamètes

a. Formation des gamètes

La gamétogenèse est le processus de fabrication des gamètes.
Il y a quatre phases de formation de gamètes:

- **Phase de multiplication :** correspond à la mitose des gonies à 2n chromosomes
- **Phase de croissance :** est la croissance des spermatocytes 1 ou ovocytes en taille.
- **Phase de maturation :** début de la méiose, correspond à la division rédactionnelle pour donner les spermatocytes 2 à n chromosomes. Des spermatides sont obtenues lors de la méiose II (division équationnelle)
- **Phase de différenciation :** formation des spermatozoïdes à partir de la transformation des spermatides obtenues.



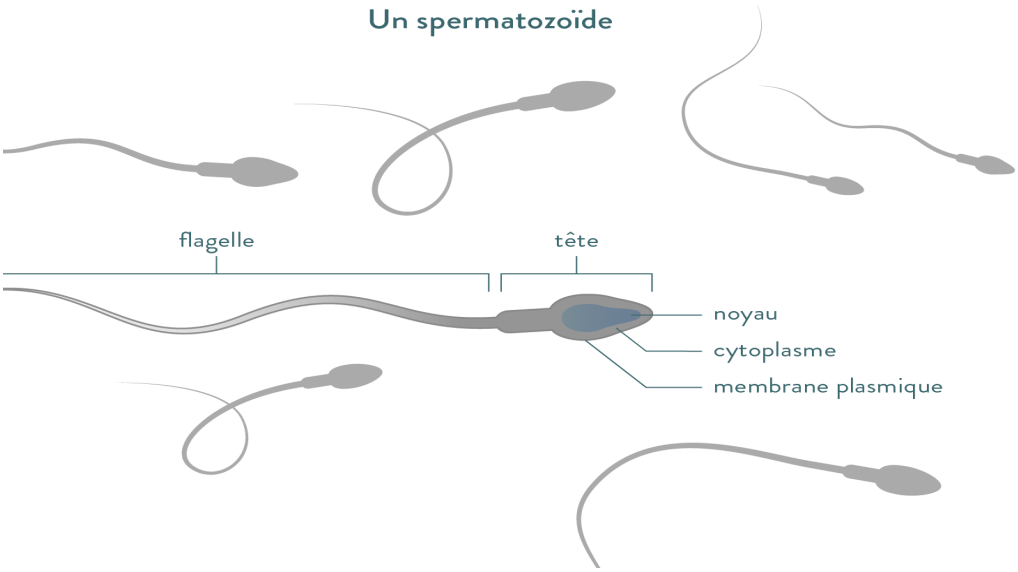
→Pour l'ovogenèse : elle se différencie de la spermatogenèse au niveau de la phase de différenciation, qui pour elle s'achève lors de la fécondation. Après l'ovulation, l'ovocyte 2 est bloqué à la métaphase 2 en attendant le spermatozoïde.

b. Structure des gamètes

- **Le spermatozoïde :**

Le spermatozoïde est une cellule reproductrice (gamète) mâle, de forme allongée. Son noyau est logé dans sa tête, et sa flagelle, en ondulant, lui procure sa mobilité.

Schéma



Description des différentes parties du spermatozoïde

→La tête : cytoplasme, membrane cytoplasmique, noyau à n chromosomes, coiffe par l'acrosome.

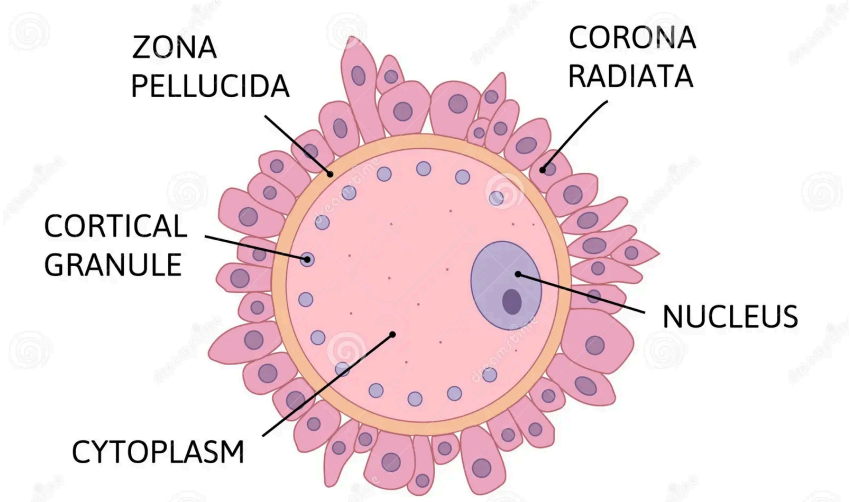
→Pièce intermédiaire : composé d'un manchon de mitochondries

→Flagelle : entourée d'une gaine cytoplasmique.

- **L'ovule**

L'ovaire contient un stock d'ovules déjà présents à la puberté. Ces ovules sont eux-mêmes contenus dans les follicules, formés par quelques couches de cellules ovariennes.

En forme ovoïde, il est représentable sous cette forme ci-dessous 👇en étant l'ovocyte II.



À retenir

L'ovule est différent du spermatozoïde par le fait que :

- Elle est produite en petit nombre : tous les 28 jours environ a lieu **l'ovulation,** un ovaire expulse un ovule dans les trompes utérines. Les deux ovaires fonctionnent en alternance.
- L'ovule est plus grand que le spermatozoïde car il contient des réserves dans son cytoplasme.
- L'ovule est immobile et c'est un gamète fécondable.

4. Cycle sexuels chez la femme

a.Cycle ovarien et Utérin

- **Cycle ovarien**

Dès le stade de fœtus, lorsque les gonades se différencient, les ovaires contiennent environ **2 000 000 de follicules immatures**. Ces follicules contiennent chacun un ovule immature.

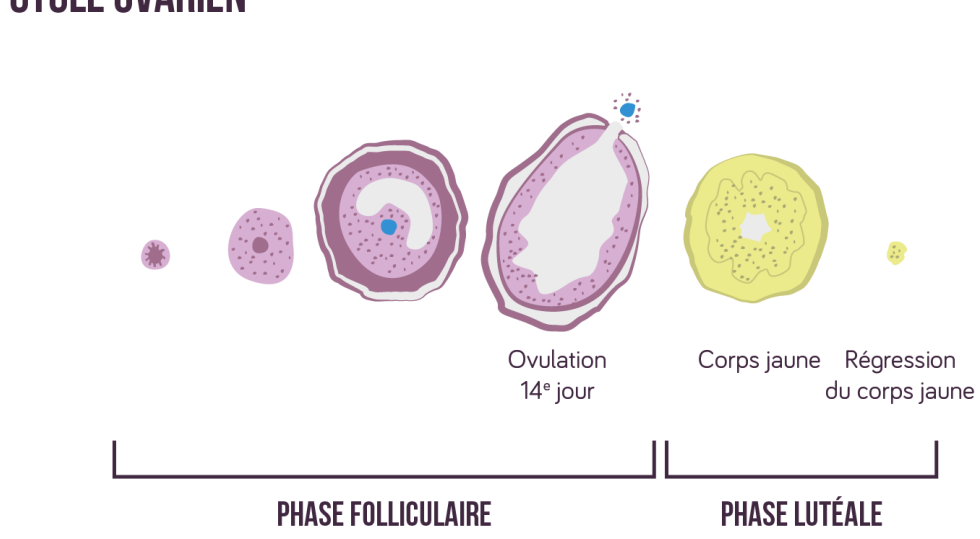
Aucun follicule immature ne sera créé par la suite, c'est en quelque sorte un capital de départ. Jusqu'à la puberté, les follicules ne vont pas évoluer mais certains vont dégénérer.

La puberté déclenche le début du cycle ovarien. Jusqu'à la ménopause, les follicules primordiaux vont se transformer jusqu'à devenir des follicules mûrs qui renferment un ovule fonctionnel.

À retenir

Le **cycle ovarien** est divisé en deux phases :

- la phase **folliculaire** du 1er au 14e jour du cycle ;
- et la phase **lutéale** du 14e jour au dernier jour du cycle.



- **Phase folliculaire** : Les follicules grossissent et les cavités fusionnent pour s'en former plus qu'une. Au 14e jour, le follicule est mûr (follicule De Graaf) et libère l'ovule c'est: **l'ovulation**

- **Phase lutéale** : Après l'ovulation, la phase lutéale commence. Le follicule, débarrassé de son ovule, se transforme en **corps jaune**.

Si l'ovule n'est pas fecondé, le cors jaune se dégénère au bout de 14 jours. Par contre s'il ya fecondation et que l'embryon est implanté dans la muqueuse utérine, le corp jaune persiste (corps jaune gestatif) jusqu'à la naissance. Et aucun cycle ne recommence jusqu'à ce jour.

- **Le cycle utérin**

En parallèle du cycle ovarien se déroule le cycle utérin. Ce cycle est en 2 étapes.

À retenir

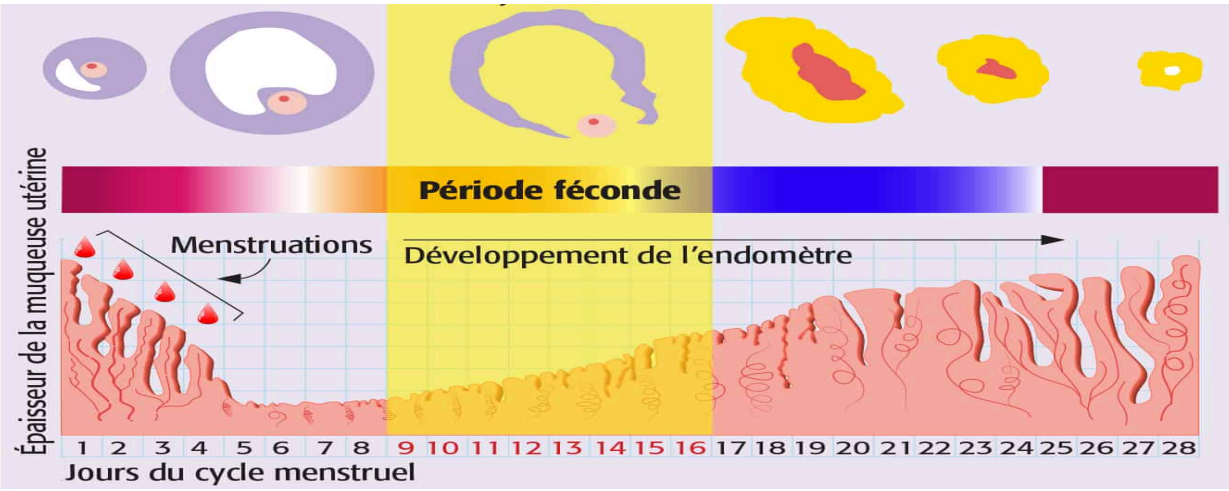
Les manifestations subies par l'utérus:

- **La phase de prolifération :** Jusqu'au 14e jour, la muqueuse utérine (l'endomètre) va s'épaissir et être envahie de nombreux vaisseaux sanguins et de glandes tubulaires.
- **la phase sécrétoire :** Après l'ovulation, l'endomètre continue à se développer et les glandes tubulaires commencent à sécréter un mucus riche en sucre (glycogène). Les artères ramifiées donnent l'aspect d'une dentelle à l'endomètre : c'est **la sédentarisation.**

si, à la fin du cycle, aucun embryon ne vient s'implanter dans l'endomètre, il va y avoir rupture des vaisseaux sanguins et élimination de la muqueuse par la menstruation(les règles).

Définition

→**Les règles** : correspondent à la destruction et à l'élimination de la muqueuse utérine. Les règles, ou menstruations, ont une durée de 3 à 4 jours en moyen



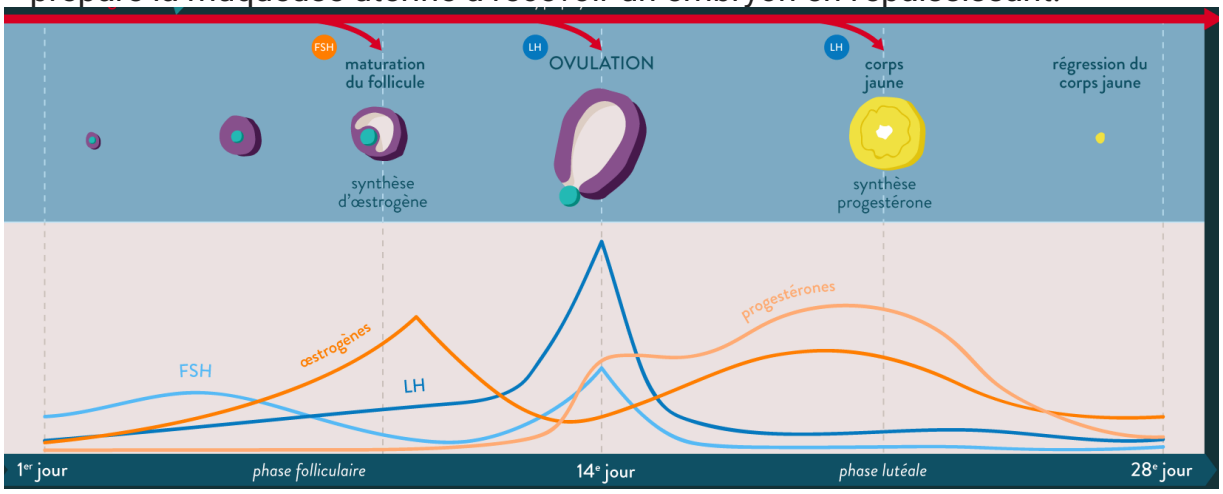
b.Cycle de la température et hormonale

- **Cycle de la température**

La température est inférieure à 37° pendant la phase folliculaire et s'équilibre à l'ovulation. Elle sera au-dessus de 37° pendant la période lutéale.

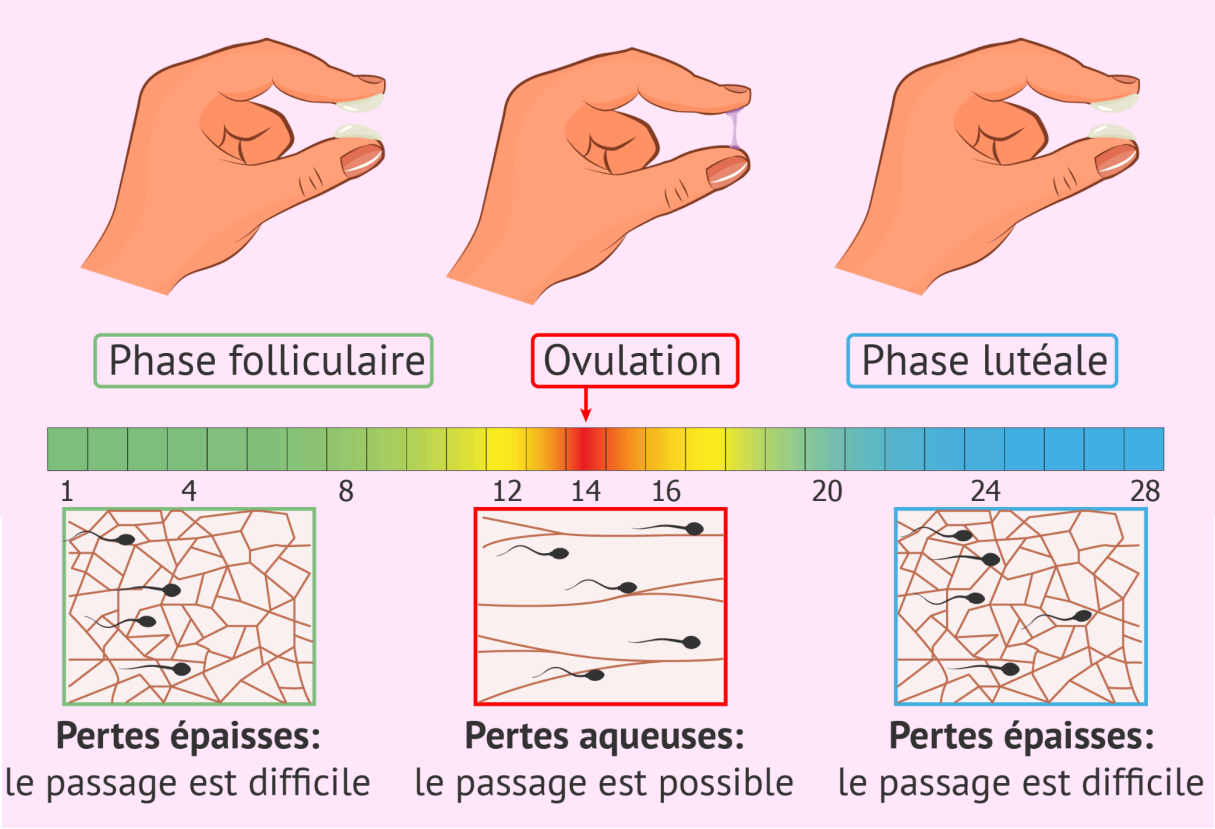
- **Cycle hormonal**

Pendant la phase folliculaire, le taux d'œstrogène augmente (libérée par le follicule de Graaf) qui contrôle l'ovulation et le développement des caractères sexuels secondaires. Après l'ovulation a la phase lutéale, le taux d'œstrogène diminue et le taux de progestérone augmente (libere par le corps jaune). Elle prépare la muqueuse utérine à recevoir un embryon en l'épaississant.



- **cycle de la glaire cervicale**

Au début du cycle on constate une faible sécrétion de la glaire, qui augmente avec le temps jusqu'à un niveau maximal pendant la période d'ovulation.
Après cette période, la quantité de la glaire chute et devient presque nulle vers le 28° jour du cycle.



À retenir

La glaire cervicale est une sécrétion de mucus au niveau du col de l'utérus.
Au cours du cycle, la glaire cervicale subit des modifications. Lors de l'ovulation, elle se relâche pour laisser passer les spermatozoïdes dans la cavité utérine.

En dehors de la période d'ovulation, la glaire cervicale est épaisse, visqueuse et moyennement abondante empêchant le passage des spermatozoïdes.

5. Activité testiculaire et son contrôle hormonale

a. Activite testiculaire

- **Rôle des testicules**

À retenir

Les testicules, qui sont les gonades masculines, ont ainsi deux fonctions bien distinctes :

- La production des spermatozoïdes dans le milieu extérieur ;
- Et la sécrétion de la testostérone dans le milieu intérieur.

b. Fonction hormonale du complexe hypothalamo-hypophysaire

Rappel

L'hypothalamus est une structure du système nerveux central. Il a une fonction endocrine, c'est-à-dire qu'il sécrète une hormone qui est appelée neurohormone. On l'appelle neurohormone car ce sont des neurones qui la sécrètent. Cette neurohormone est appelée GnRH pour hormone de libération des gonadotrophines hypophysaires.

- Une hormone est une molécule produite par un organe et qui agit à distance sur d'autres organes, assurant ainsi une fonction de messager.

- **Rôle de l'hypophyse :**

Des études ont été réalisées pour comprendre le rôle des hormones de l'hypophyse, et les résultats sont condensés dans ce tableau :

Analyse

• Procédé	résultat
• Ablation de l'hypophyse chez un rat adulte + • injection régulière de FSH	• Croissance des testicules, en particulier des cellules de Sertoli • Reprise de la spermatogenèse • Pas de production de testostérone
• Ablation de l'hypophyse chez un rat adulte + • injection régulière de LH	- Augmentation du nombre de cellules de Leydig - Production de testostérone - Pas de production de spermatozoïdes
• Ablation de l'hypophyse chez un rat adulte + • injection régulière de LH et FSH	- Fonctionnement normal des testicules

À retenir

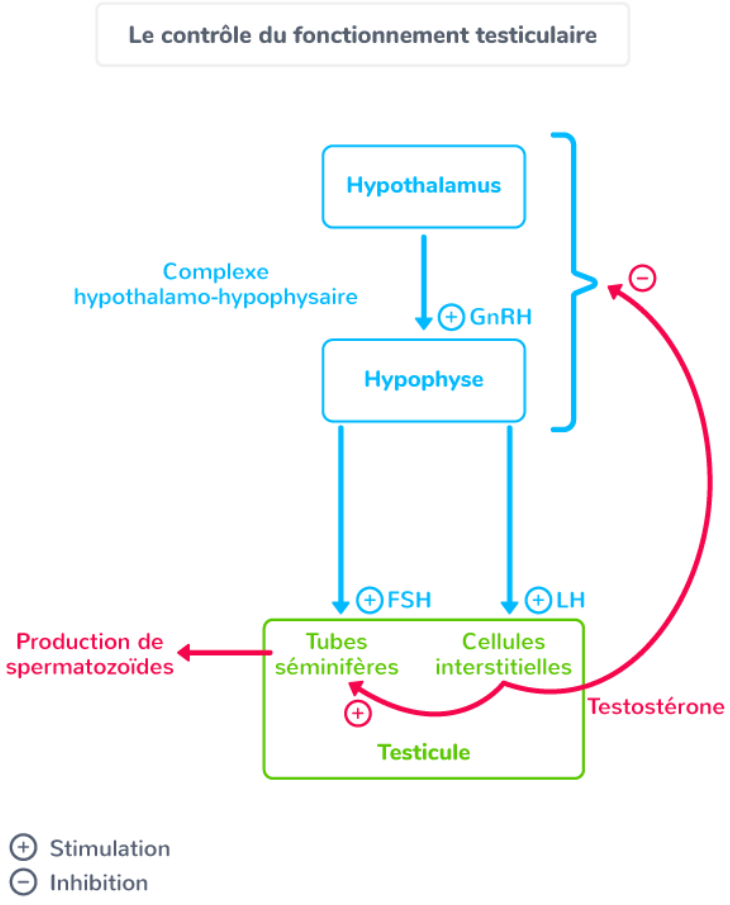
- **Expérience 1:** On peut en conclure que la FSH, produite par l'hypophyse, est une hormone qui permet la spermatogenèse en agissant directement sur les cellules de Sertoli, qui, dans ce cas, ne reçoivent pas de testostérone. On peut également en conclure que la FSH n'a aucune action sur les cellules de Leydig.

- **Expérience 2:** On peut en conclure que la LH agit sur les cellules de Leydig qui portent des récepteurs à LH.

- **Expérience 3:** Cela montre que la LH et la FSH sont indispensables au bon fonctionnement des testicules.

Pour résumer à l'aide du schéma ci-dessous, l'hypothalamus sécrète une neurohormone GnRH qui agit sur la fonction endocrine de l'hypophyse. Ainsi, l'hypophyse sécrète deux hormones qui sont la LH et la FSH, et qui se retrouvent dans la circulation sanguine.

Au niveau des testicules, la FSH va être reconnue par les récepteurs sur les cellules de Sertoli qui vont alors stimuler la spermatogenèse. La LH quant à elle va être reconnue par les récepteurs sur les cellules de Leydig et stimule la sécrétion de testostérone qui elle-même favorise la spermatogenèse.



À retenir

- L'hypothalamus influence le fonctionnement des testicules et de l'hypophyse par l'intermédiaire d'une neurohormone GnRH.
- L'hypophyse agit sur les testicules par voie sanguine à travers deux hormones qu'elle sécrète : la FSH et la LH.

La testostérone agit en retour sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. Plus sa concentration sanguine est élevée, plus elle freine (ou inhibe) le complexe: on parle de **rétrocontrôle** négatif de la testostérone. Cela permet de maintenir la concentration sanguine de testostérone à un niveau globalement constant.

6. Le contrôle hormonal de la fonction de reproduction chez la femme

Comme chez l'Homme, le complexe hypothalamus-hypophyse joue un rôle primordial dans le fonctionnement de l'appareil génital.
Pour comprendre le rôle des neurohormones chez la femme, on réalise des expériences sur une souris, les expériences sont résumées dans le tableau ci-dessous :

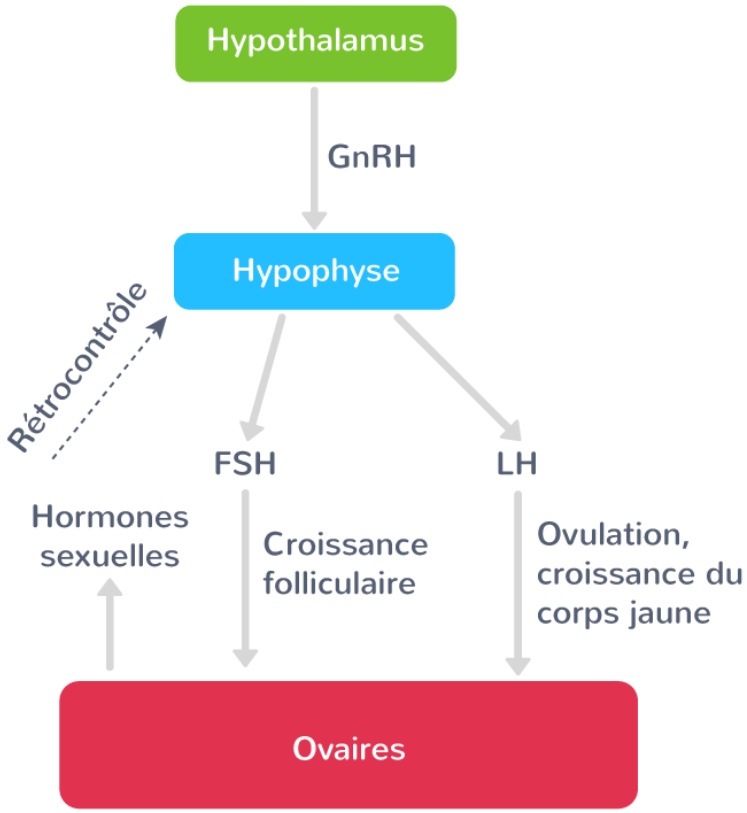
Analyse

procédés	ablation de l'hypophyse d'une rate.	ablation de l'hypophyse d'une rate + injection régulière de FSH.	ablation de l'hypophyse d'une rate + injection régulière de LH et FSH.
résultats	pas de développement du follicule.	• Développement du follicule • Pas d'ovulation	• Développement du follicule • Ovulation

À retenir

- **Expérience 1:** On peut en conclure que l'hypophyse est impliquée dans le développement du follicule (qui contient le futur ovule).
- **Expérience 2:** On peut en conclure que la FSH permet le développement folliculaire.
- **Expérience 3:** On peut en conclure que la LH permet l'ovulation.

Pour résumer à l'aide du schéma ci-dessous, la FSH stimule la maturation du follicule et la LH va déclencher l'ovulation au 14e jour du cycle. Donc, l'hypophyse contrôle à distance les gonades et l'hypothalamus contrôle l'hypophyse (grâce à la GnRH, comme chez les mâles).



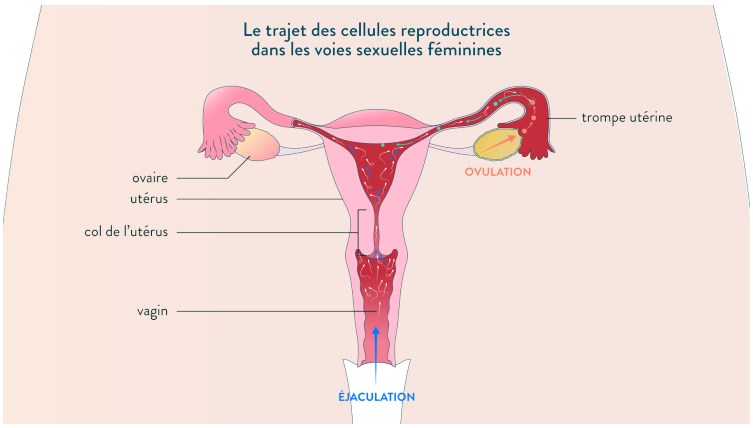
Un rétrocontrôle est un contrôle en retour. **Négatif** quand la réponse des cellules cibles diminue l'activité des cellules qui les commandent.
Il est positif dans le cas inverse.

7. Fécondation

Définition

- **Fécondation**:

La fécondation est la fusion de l'ovule et d'un spermatozoïde.

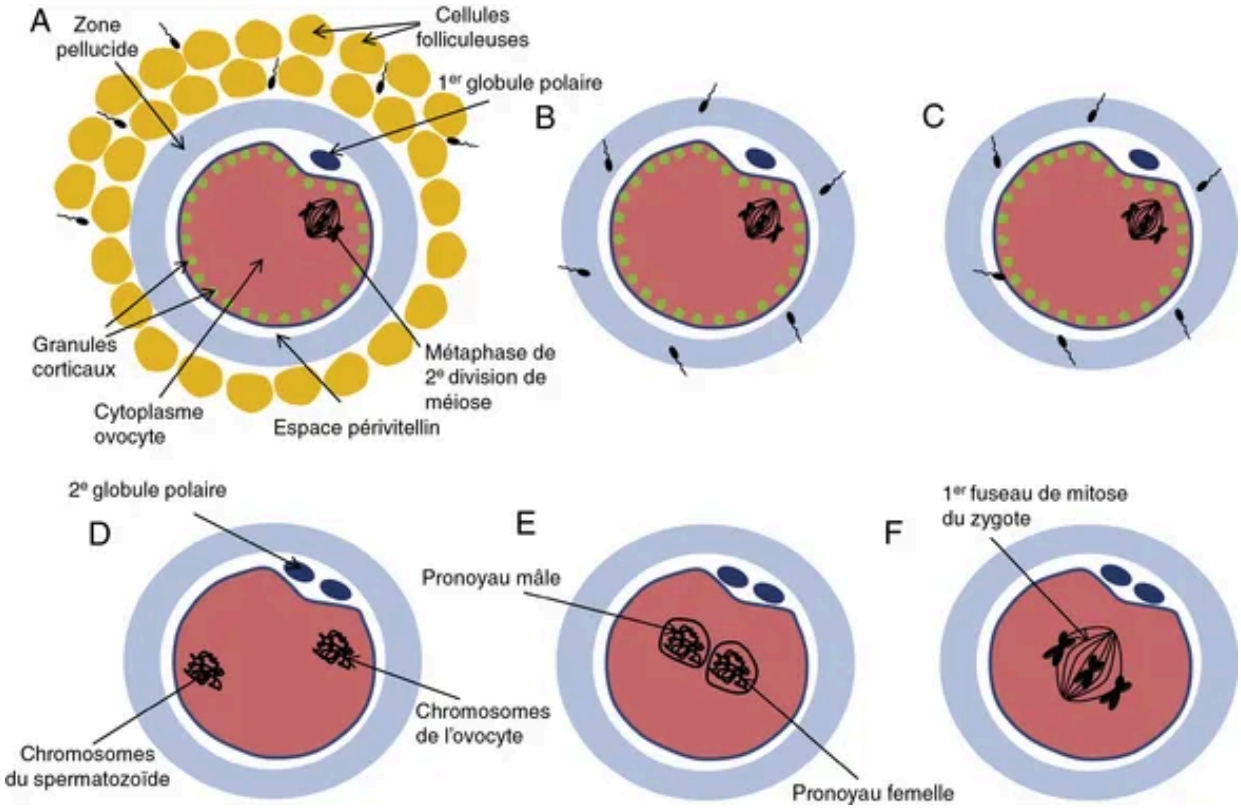


- L'ovule est émis dans la trompe utérine. Lors de l'éjaculation, le sperme contenant les spermatozoïdes se retrouve dans le vagin.

Les spermatozoïdes étant des cellules mobiles, ils remontent dans le col de l'utérus, passent par l'utérus et arrivent dans la trompe utérine. Ils sont plusieurs à atteindre l'ovule, quelques heures après le rapport sexuel.
Notons qu'une partie des spermatozoïdes n'atteint pas l'ovule. En effet, certains remontent le long de la mauvaise trompe utérine (celle qui ne contient pas l'ovule).

À retenir

S'il y a un rapport sexuel autour du moment de l'ovulation, les deux cellules peuvent se rejoindre et former un nouvel individu lors de la fécondation.



Ces images représentent les étapes de la rencontre des deux gamètes et les modifications subies par l’ovule à l'entrée.

Cours 1

Reproduction chez l’homme

Partie 2

La maîtrise de la reproduction.

FICHE DE COURS

Introduction:

Comment appelle-t-on l'ensemble de ces moyens ou techniques ?

* Comment le comportement reproducteur est contrôle ?

* Comment peut-on envisager un contrôle des naissances ?

1. La Contraception: Definition et methodes contraceptives

Définition

La contraception est l’ensemble des méthodes visant à empêcher qu’un rapport sexuel entraîne une grossesse.

À retenir

→ **Méthodes contraceptives :** empêchant la fécondation .

→ **Méthodes contragestives** : empêchant la nidation de l'embryon.

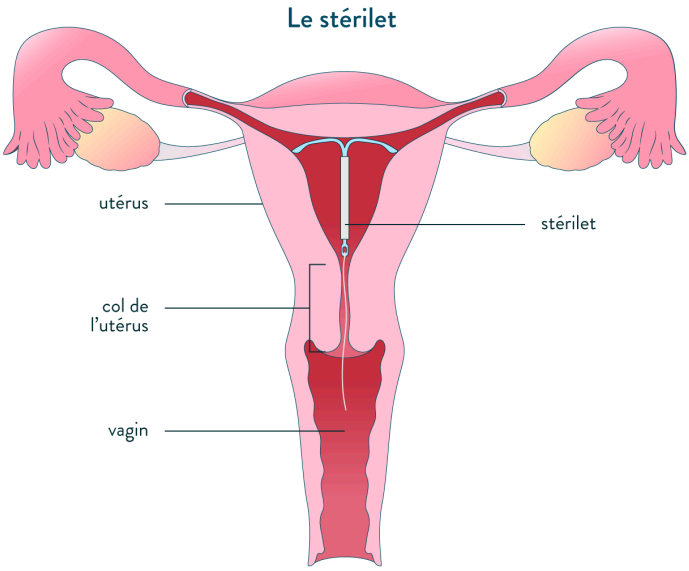
Il existe de nombreux moyens contraceptifs.

la méthode contraceptive naturelle: la planification familiale naturelle, la méthode d'ovulation, la méthode de deux jours, l'abstinence, le retrait.

La méthode contraceptive mécanique: Le diaphragme, la cape cervicale, le préservatif, le stérilet.

La méthode contraceptive chimique: spermicide, la pilule contraceptive

la méthode chirurgicale: la ligature des trompes et la ligature des canaux déférents.



Quelques méfaits de la contraception:

- Lente réversibilité des effets secondaires.
- Aucune protection contre les IST et VIH, sauf les préservatifs.
- **Aménorrhée** : absence des règles et les perturbations menstruelles.

2. Principales causes de stérilité

Définition

La stérilité : Elle est l'impossibilité complète de la reproduction par le mâle ou par le femelle.

L'infertilité est la difficulté ou l'incapacité d'avoir des enfants. L'infertilité peut être due chez. L'homme a un problème dans la production des spermatozoïdes. Chez la femme, elle peut être liée a des troubles ou maladies.

a. Les causes de la stérilité chez l'homme

- **Mécanique:** Traumatisme au niveau d'un testicule ou des 2 testicules. Exposition à des chaleurs trop élevées.
- **Génétique:** Présence d'anticorps Anti spermatozoïdes : La Cryptorchidie.
- **Infectieuse:** Des séquelles d'infection par un virus. En particulier celui des oreillons. Dans des cas rares, l'origine peut être hormonale.

b. Les cause de sterilite chez la femme

- **Anomalies d'ovulation**
- **Anomalies des trompes**
- **Anomalies de l'utérus**
- **Cause cervicale :** anomalie de la paroi de l'utérus avec une glaire cervicale non adaptée au passage des spermatozoïdes.

À retenir

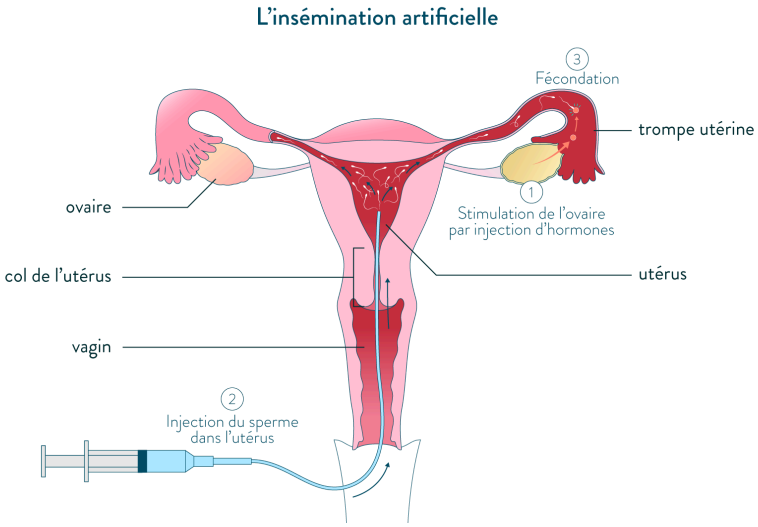
Les anomalies des spermatozoïdes

- **Asthénospermie :** des spermatozoïdes peu mobiles
- **Teratospermie** : des spermatozoïdes anormaux
- **Oligospermie:** une faible concentration de spermatozoïdes dans le sperme
- **Azoospermie :** une absence totale des spermatozoïdes dans le sperme.

Il existe divers moyens de favoriser la procréation, appelés la **PMA.**

- **La Procreation Medicalement Assistee**

  Insémination artificielle : dépôt direct du sperme dans l'utérus



Fivete: **F**écondation **İ**n **V**itro **E**t **T**ransfert d'**E**mbryon (İN VİTRO: en dehors de l'organisme).

Conclusion :

Le début de la vie sexuelle implique un comportement responsable vis-à-vis de la fertilité mais aussi de la transmission potentielle de maladies. Il est nécessaire de s'informer auprès d'organismes compétents afin de mieux se protéger et de protéger l'autre

Cours 2

Le Brassage et l'Unicité génétique a
par la reproduction sexuee

Partie 1

Brassages génétique/Diversité et Unicité des individus

FICHE DE COURS

Introduction:

On estime que seulement 1,7 million d'espèces hébergées sur Terre sont connues par l'Homme. Cette richesse d'espèces, qui évolue dans le temps, est le résultat de la variabilité génétique. Nous allons voir comment la diversité génétique se manifeste. Puis nous nous interrogerons sur les moyens de la faire évoluer, de la modifier, de l'améliorer.

1. Brassages génétiques

Les brassages génétiques représentent un réarrangement et un mélange du matériel génétique au cœur d'une population. On peut parler de hasard.

Définition

Un brassage génétique est l'ensemble des recombinaisons génétiques d'une population : on obtient une association différente de celle initiale observée chez les cellules ou individus parentaux.

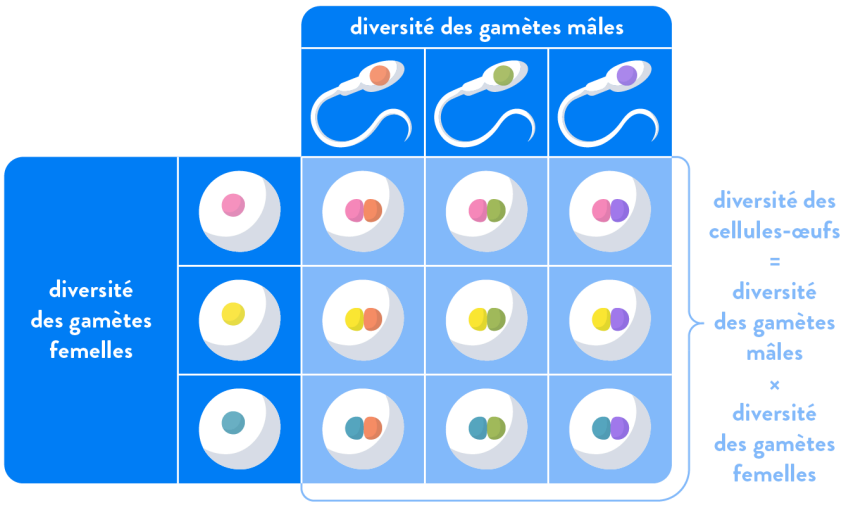
À retenir

Le brassage génétique peut intervenir à deux niveaux :

- *au niveau de l'individu* : à la formation d'un gamète, on a les chromosomes d'une même paire portant des allèles différents se séparer.
- *au niveau de la reproduction sexuée :* lors de la fécondation, qui associe au hasard un spermatozoïde et un ovule.

On peut dire que la double loterie correspond à ces deux étapes: **méiose** et **fécondation.**

La fécondation : amplification du brassage génétique



Les brassages génétiques offrent un potentiel quasi-illimité de développement de cellules-œuf uniques.

Chez l'Homme, il y a 2^{23} gamètes différents soit 8,338millions de gamètes possibles. La fécondation entre les gamètes conduit donc à 2^{46} individus différents possibles.Ce qui explique que chaque individu issu de la reproduction sexuelle est génétiquement unique.
Le nombre de combinaisons chromosomiques équiprobables a donc doublé avec la fécondation: c'est pourquoi on dit qu'elle amplifie le brassage.

2. Diversité et Unicité des individus

Les individus d'une même espèce ont les mêmes gènes mais ils présentent des variations individuelles héréditaires. Plus une espèce possède de gènes avec de nombreux allèles différents, plus elle présente une diversité génétique importante.

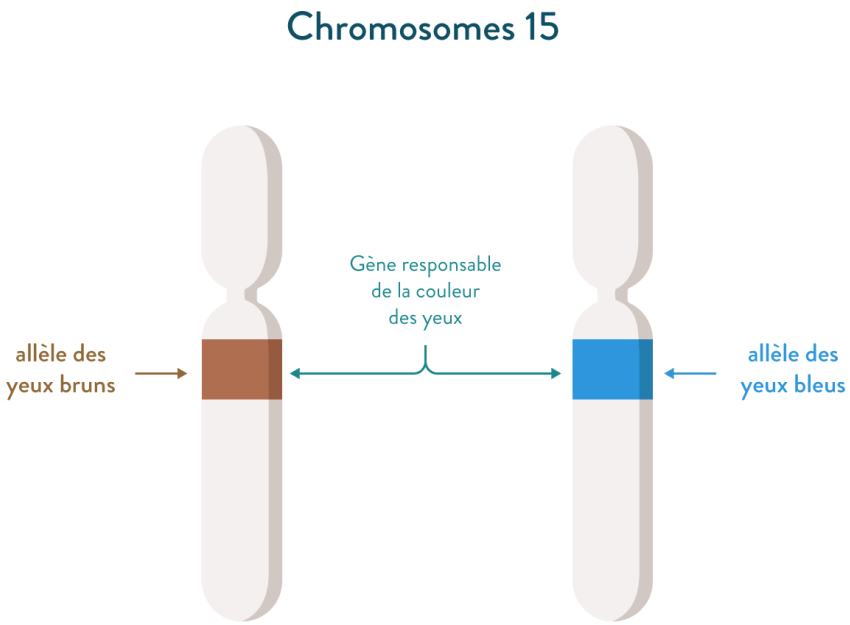
- La diversité génétique représente donc la diversité des gènes au sein d'une espèce.

Rappel

Un gène est un élément du chromosome, porteur d'un caractère héréditaire précis de la cellule ou de l'organisme dont il assure la transmission.

Les chromosomes d'une même paire sont dits homologues. Chaque gène occupe une place bien précise sur un chromosome.Des gènes occupant une même position sur une paire de chromosomes homologues et présentant deux formes différentes sont appelés allèles.

Un allèle est une des nombreuses versions d'un même gène.



À retenir

- Les chromosomes homologues sont génétiquement différents car ils possèdent les mêmes gènes, mais pas nécessairement les mêmes allèles de ces gènes.
- Les enfants d'un même couple sont génétiquement différents car les gamètes subissent la méiose qui provoque un brassage allélique.
- *L'unicité des individus* provient du fait que chaque individu est génétiquement différent des autres (hormis les vrais jumeaux). Cette unicité a pour origine *la méiose*,véritable loterie des allèles.

Partie 2

Transmission des caractères héréditaires Unicité des individus

Attention: (Note de L'auteur #Houreira)

Pour une compréhension fluide, la structure de ce cours ne suit pas la manière dont elle a été dispensée en classe. Nous essayerons de donner les informations de façon conçue dans un bloc structuré pour vous aider dans l'apprentissage et la révision du cours.

FICHE DE COURS

Introduction:

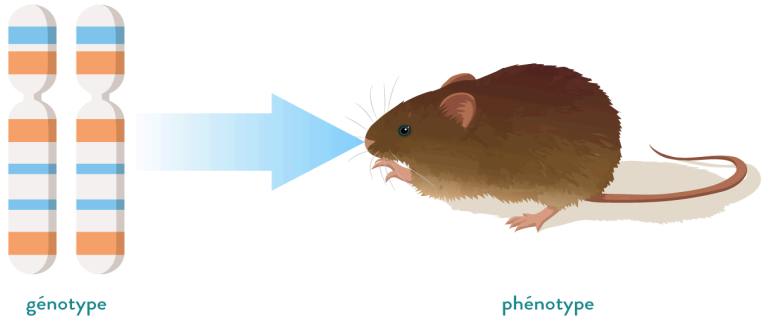
Les espèces du monde vivant sont caractérisées par leur spécificité et leur unicité. Cependant, le nombre de chromosomes d'une espèce est stable. Par exemple, l'espèce humaine possède un caryotype à 46 chromosomes.
La génétique représente la science de l'hérédité dont l'un des précurseurs est Grégor Mendel.
Dans ce cours, nous allons étudier les « lois de Mendel » qui découlent de ses travaux sur les petits pois constituant les premières expérimentations en génétique.

Rappel

Génome :

Le génome est l'ensemble des chromosomes et des gènes d'un individu ou d'une espèce.

Génotype et phénotype



Définition

Génotype :

Le génotype est l'ensemble des gènes caractéristique d'une espèce.

Dans l'espèce humaine, seuls les jumeaux monozygotes (issus du même œuf fécondé) ont les mêmes allèles, donc le même génotype.

Phénotype :

Le phénotype est l'ensemble des caractères observables chez un individu.

- Lorsqu'un individu porte deux allèles identiques pour un gène considéré, on dit que l'individu est homozygote pour ce gène.
- Au contraire, lorsqu'un individu porte deux allèles différents pour un gène considéré, on dit que l'individu est hétérozygote pour ce gène.

Dans le cas où l'individu est *hétérozygote* pour un gène, plusieurs cas de figure se présentent.

- Si un des allèles est responsable du phénotype de l'individu, on dit que c'est un allèle **dominant.**
- L'autre allèle sera alors considéré comme **récessif**, il ne s'exprimera pas.
- Si les deux allèles s'expriment au niveau du phénotype, on dit alors qu'ils sont **codominants.**

Convention d’écriture utilisée en génétique

Les allèles sont représentés par une lettre qui correspond à l’initiale du caractère.

- Un *caractère dominant* est représenté par une lettre **majuscule.**
- Un *caractère récessif* est représenté par une lettre **minuscule.**

→ L'écriture du génotype d’un individu doit laisser apparaître les allèles de chaque chromosome homologue, ces paires de chromosomes étant figurées par un double trait:**G//G**

→ L'écriture du phénotype se base sur les allèles dominants qui s’expriment et que l’on met entre crochets:**[G]**

Transmission des caractères héréditaires

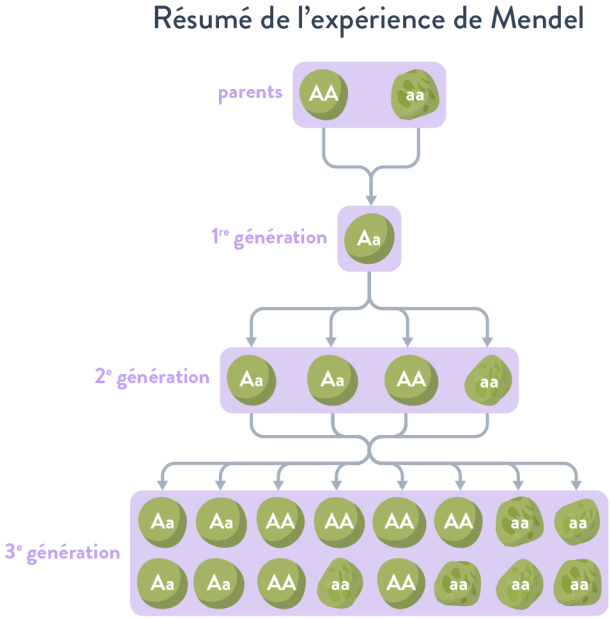
Astuce

Les génotypes sont étudiés par l’analyse de croisements orientés par l’observation d’arbres généalogiques.

L’un des précurseur·e·s de cette discipline est Gregor Mendel qui a travaillé sur des lignées pures, c’est-à-dire homozygotes pour les caractères étudiés.

Il s’est limité à des croisements faisant intervenir :

- l’étude d’un caractère (**monohybridisme**) ;
- ou l’étude de deux caractères (**dihybridisme**).



a. Monohybridisme

Le croisement d'une ***lignée pure*** de pois lisse et de pois ridé conduit à l'obtention d'une première génération présentant le phénotype pois lisse **[A]**,ce qui montre que le caractère *lisse* est **dominant** et le caractère *ridé* est **récessif.**

- *la première génération* **F1** est dite homogènes (tous semblables)
- Ce croisement est appelé **Monohybridisme avec dominance.**

L'autofécondation de cette génération **F1** conduit à l'obtention d'une deuxième génération **F2** contenant des pois d'apparence *lisse* ainsi que des pois d'apparence *ridée*, c'est-à-dire le phénotype d'un des parents du premier croisement.

- *les proportions génotypiques* s'écrivent de telle:

A//A= 25%= $\frac{1}{4}$

a//a= 25%= $\frac{1}{4}$

A//a= 50%= $\frac{1}{2}$

	Aa	AA	aa
1re génération	100 %		
2e génération	50 %	25 %	25 %
3e génération	25 %	37,5 %	37,5 %

À retenir

Mendel a émis trois lois permettant d'interpréter les résultats de ces expériences.

- **Loi d'uniformité de la première génération**

Lorsque l'on croise deux individus d'une lignée pure (c'est-à-dire homozygote pour les caractères étudiés), on obtient en 1re génération, un ensemble d'individus présentant le même génotype et le même phénotype : ils expriment alors le ou les caractères dominants.

- **Loi de disjonction des allèles ou loi de réapparition des caractères parentaux**

Le croisement de deux individus issus d'une première génération conduit à la réapparition des caractères parentaux.

- **Indépendance de la transmission des caractères ou loi de réassortiment indépendant des caractères parentaux**

Cette loi s'applique dans le cadre de l'étude de deux caractères(**dihybridisme**) et concerne la répartition, de façon indépendante, de l'ensemble des combinaisons possibles des caractères parentaux.
Nous verrons dans la partie suivante que ses travaux présentent des limites.En effet nous verrons que dans certaines situations il est possible, dans un cas de dihybridisme, d'obtenir quatre phénotypes différents non équiprobables.

b. Dihybridisme

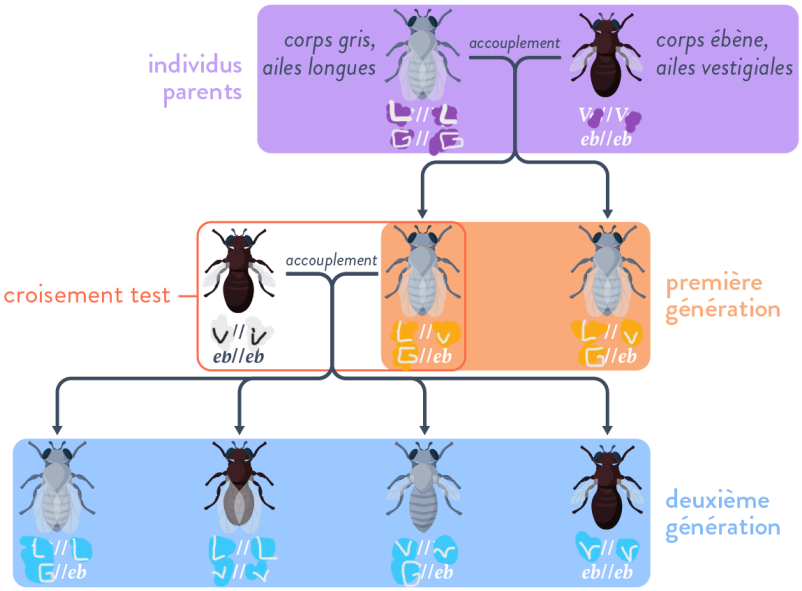
Le modèle standard utilisé en génétique pour l'étude des brassages est la drosophile. Le schéma ci-après illustre le protocole de croisements et les résultats obtenus.

Définition

Le *dihybridisme* correspond à l'étude de la transmission de deux couples d'allèles.

Ici, l'allèle **eb** responsable du phénotype corps ébène et **v** responsable du phénotype aile vestigiale chez la drosophile. L'allèle corps gris sera noté **G** et l'allèle aile longue sera noté **L**.

Croisements de drosophiles : mise en évidence du brassage interchromosomique



Le premier croisement est réalisé à partir de drosophiles lignées pures, c'est-à-dire homozygotes pour les caractères étudiés. Une femelle de phénotype ailes longues/corps gris est croisée avec un mâle de phénotype *ailes vestigiales/corps ébène*. Ce croisement conduit à l'obtention de 100% d'individus présentant le phénotype ailes *longues/corps gris*. On peut alors déduire que

- Les allèles dominants sont **L** et **G**.
- le type de croisement : **Dihybridisme avec dominance.**

À retenir

À partir des résultats du croisement entre individus de *lignée pure,* on peut différencier les allèles *dominants* des allèles *récessifs.*

Le deuxième croisement (test cross ou back cross) est réalisé à partir d'un individu de **F1** (donc hétérozygote pour les caractères étudiés) qu'on croise à un individu double homozygote récessif **(v//v et eb//eb)**.

Les individus de deuxième génération **F2** obtenus sont répartis de façon équiprobable avec 50% de phénotypes parentaux (corps gris/ailes longues, corps ébène/ailes vestigiales) et 50% de phénotypes recombinés, c'est-à-dire un mélange entre les caractères des deux parents (corps gris/ailes vestigiales, corps ébène/ailes longues).
Pour expliquer de tels résultats,Mendel a mis des hypothèses;
Lors de l'anaphase I, les chromosomes homologues de chaque paire se séparent. Les couples d'allèles correspondants subissent une disjonction.
L'analyse statistique des génotypes des descendant·e·s permet d'établir que les quatre phénotypes attendus sont **équiprobables**.

- les proportions phénotypiques en F2 sont : $\frac{9}{16}$; $\frac{3}{16}$; $\frac{3}{16}$; $\frac{1}{16}$ (9;3;3;1).

À retenir

La disjonction des chromosomes en anaphase I se fait aléatoirement et indépendamment(les gènes étudiés sont situés sur des chromosomes différents) : on parle donc de **brassage interchromosomique**.

Cette ségrégation(séparation) indépendante des allèles lors de l'anaphase exprime la 2^{eme} loi de Mendel.
Les différentes informations d'un croisement sont résumées dans un **échiquier de croisement** qui doit obligatoirement faire apparaître :

- les différents types de gamètes ainsi que leur fréquence ;
- les différents génotypes et leur fréquence ;
- les différents phénotypes et leur fréquence.

Le nombre de gamètes différents possibles est donné par la relation : $\mathbf{2^n}$ où **n** désigne le nombre de paires de chromosomes.

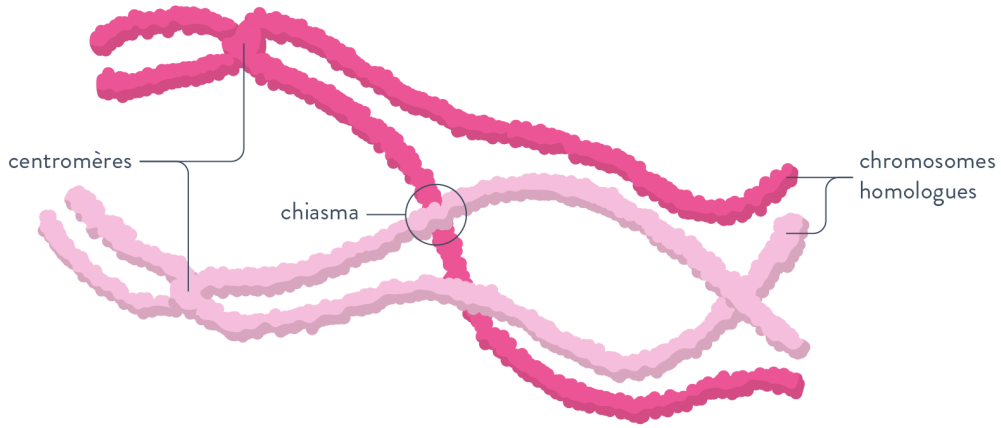
- Un humain peut donc produire 2^{23} gamètes différents.

Crossing over

Pour permettre l'apparition des recombinés, il existe donc un mécanisme assurant des échanges entre les chromosomes homologues qui portent les allèles : c'est *le crossing-over* survenant en prophase I.

Compte tenu de la faible proportion des recombinés, on peut établir que ce phénomène est rare.

Mise en évidence du chiasma entre chromosomes homologues



C'est au niveau des chiasmata (pluriel de « chiasma ») que les échanges de fragments de chromatides entre chromosomes homologues peuvent survenir.

- La conséquence de ces échanges est l'apparition de nouvelles combinaisons d'allèles sur les chromatides remaniées. Le brassage intrachromosomique a eu lieu.

CHAPİTRE 03

RÉGULATION HORMONALE ET NERVEUSE



03



COURS 1

Régulation de la Glycémie

FICHE DE COURS

Introduction :

La glycémie est le taux de sucre dans le sang qui varie peu au cours de la journée. À jeun, elle est comprise entre 0.7 et 1,1 g/L et n'excède pas 1,4 g/L après les repas. La glycémie fluctue peu au cours de la journée malgré la prise de repas et l'utilisation du sucre lors des efforts effectués dans la journée. Cela montre bien la présence d'un système très performant qui permet de réguler la glycémie.

Dans la première partie de ce cours, nous parlerons de ***la glycémie*** et le rôle de l'un des organes intervenant a sa régulation par le **foie**. Enfin, nous mettrons en évidence la fonction hormonale du *pancréas*. Nous étudierons ensuite les hormones du pancréas, puis l'action des hormones pancréatiques sur les cellules cibles.

1. La glycémie , un paramètre régulé

Pour la santé de l'organisme, la glycémie doit être maintenue autour de la valeur de consigne de 1 $g.L^{-1}$. Or le glucose est apporté par les repas qui sont des prises importantes et inconstantes. L'organisme régule donc la glycémie au travers d'un système hormonal qui met en jeu plusieurs organes comme le foie, le muscle, le tissu adipeux et le pancréas, c'est l'**homéostasie.**

Définition

Glycémie

La glycémie est la quantité de glucose dans le sang. Elle se mesure en $g.L^{-1}$ ou en $mmol.L^{-1}$.

Homéostasie :

L'homéostasie est la capacité de l'organisme à maintenir son équilibre intérieur.

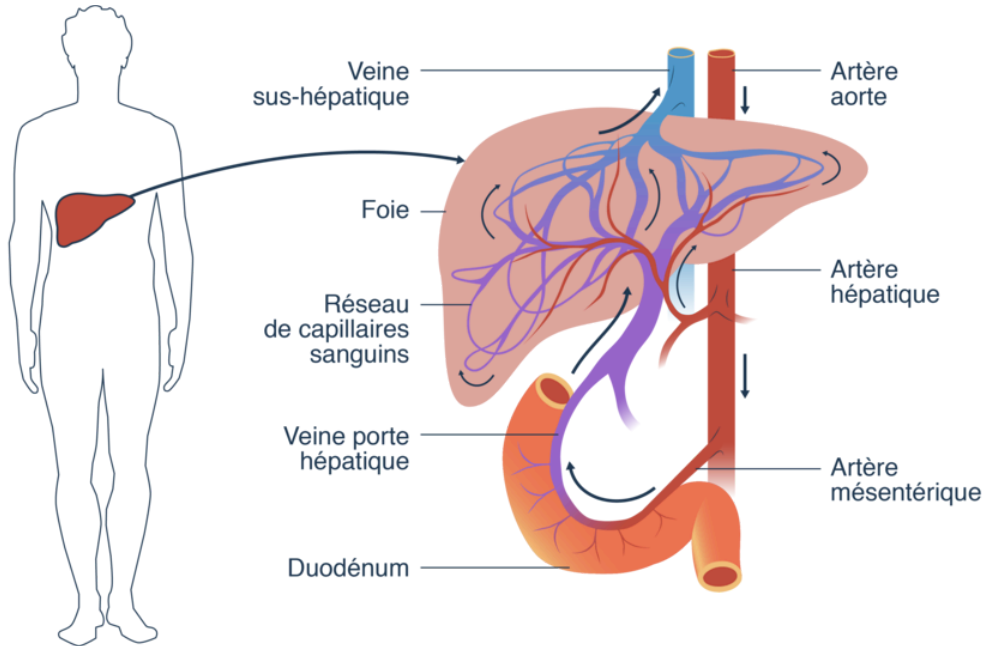
La glycémie normale d'un individu doit se situer entre 0.7 et 1.1 gramme par litre de sang, et le système qui permet la régulation de la glycémie est appelé **homéostat glycémique.**

Il correspond à l'ensemble des mécanismes physiologiques de régulation de la glycémie.

2. Rôle du Foie dans la régulation de la glycémie

Le foie stocke 55 % du glucose stocké dans l'organisme. Le foie est le plus volumineux organe des viscères et il a la particularité d'avoir une **double vascularisation (** le fait qu'il reçoit du sang de deux sources principales : *la veine porte et l'artère hépatique)***.**

Schéma du fonctionnement du foie



Pour comprendre le rôle du foie dans la régulation de la glycémie, des scientifiques ont mesuré la glycémie dans le sang aux entrées et sorties de l'intestin et du foie en période de jeûne et après un repas.

	En période de jeûne		Après un repas	
Lieu du dosage	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
Intestin	0,8	0,8	1,1	2,5
Foie	0,8	1,1	2,5	1,3

En période de jeûne

- À l'entrée du foie, là encore pas de surprise, le taux est le même qu'à la sortie de l'intestin car l'analyse est faite dans les deux cas dans la veine porte hépatique.
- À la sortie du foie, on enregistre une glycémie de 1.1 g/L alors qu'il n'y a eu que 0.8 g/L qui est entré dans le foie. Ces données montrent qu'il y a une structure dans le foie qui peut libérer du glucose qui a été préalablement stocké dans l'organe.

Après un repas

- Le taux de sucre à l'entrée de l'intestin est de 1.1 g/L ce qui est plus faible que le taux de sortie qui lui est de 2.5 g/L. Cela s'explique par la prise de sucre au cours du repas qui est assimilé dans l'intestin où il passe dans le sang.
- La glycémie à l'entrée du foie est de 2.5 g/L mais elle tombe à 1.3 g/L à la sortie du foie. Ces résultats montrent que le foie a stocké une partie du sucre qu'il a reçu.

À retenir

Les hépatocytes (cellules hépatiques), qui sont les cellules du foie, sont capables de stocker du *glucose* sous forme de ***glycogène*** : c'est la glycogénogenèse.

Inversement, elles sont capables de **libérer du glucose** stocké sous forme de *glycogène* : c'est la glycogénolyse.

La glycogenèse et *la glycogénolyse* sont toutes les deux contrôlées par les **hormones pancréatiques**.

3. rôle du pancréas dans la régulation de la glycémie

L’expérience de Banting et Best met en évidence que ce sont uniquement les îlots de Langerhans qui sont responsables de la régulation de la glycémie.

Les scientifiques isolent une substance active qu’ils appellent insuline et définissent comme une hormone. L’expérience montre que l’insuline a un effet hypoglycémiant, c’est-à-dire qu’elle fait baisser la glycémie.

Cette découverte vaut à Banting de recevoir le prix Nobel de Médecine en 1923.

a. Les hormones pancréatiques

Nous allons voir maintenant en détail quelles sont les hormones pancréatiques.
Le pancréas sécrète une hormone appelée **insuline** qui fait baisser la glycémie.

Cependant, la baisse de la glycémie est toujours précédée par une hausse rapide de la glycémie.

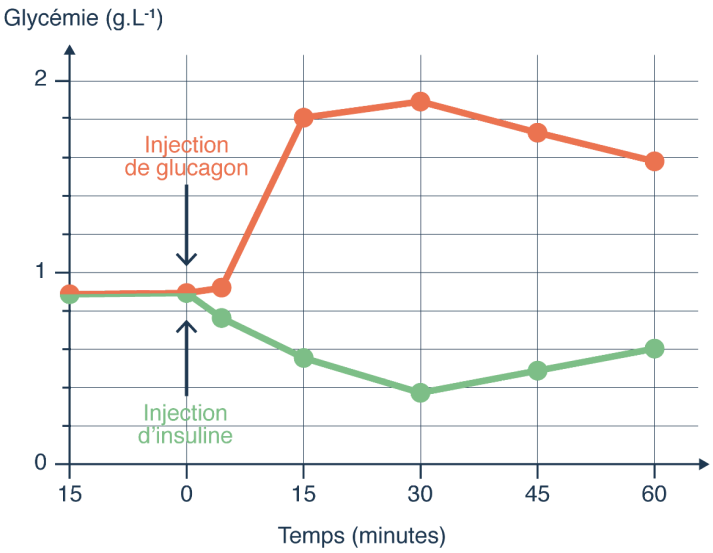
Les scientifiques ont donc cherché à expliquer ce phénomène et ont découvert l'action du **glucagon**.

Définition

Glucagon :

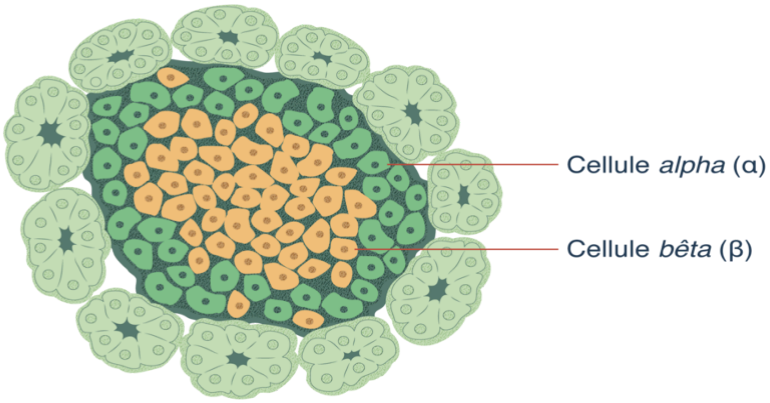
Hormone sécrétée par les îlots de Langerhans qui a un rôle antagoniste à celui de l’insuline. Le glucagon est une hormone hyperglycémiante, c’est-à-dire qu’elle fait monter la glycémie.

L'action du glucagon est visible sur ce graphique qui montre la glycémie en fonction du temps. La courbe rouge montre que la glycémie augmente suite à l'injection de glucagon, alors que la courbe verte montre que la glycémie diminue suite à l'injection d'insuline.



Évolution de la glycémie en fonction du temps

- L'organisation des **îlots de Langerhans** montre que la plus grande partie des cellules, soit **80 % des cellules**, sont au centre et sécrètent de l'insuline, ce sont les **cellules bêta β**.
- Autour, **20 % des cellules** sont sécrétrices de glucagon, ce sont les **cellules alpha α**.



Définition

Insuline :

L'insuline est une hormone peptidique produite et sécrétée par les cellules **bêta β** des îlots de Langerhans qui est hypoglycémiante.

- Lorsque la glycémie est **supérieure à 1 g/L**, les cellules β\betaβ sont activées et sécrètent de l'insuline ce qui **augmente le taux d'insuline** dans le sang et fait **diminuer la glycémie**.

L'effet est contraire pour les cellules **alpha α** car la hausse de la teneur en glucose dans le sang **inhibe** la sécrétion de glucagon.

- Par contre, lorsque la glycémie est **inférieure à 1 g/L**, cela active les cellules α\alphaα qui sécrètent du **glucagon**, ce qui entraîne une **augmentation du taux de glucagon** et une **augmentation de la glycémie**.

4. Régulation de la glycémie

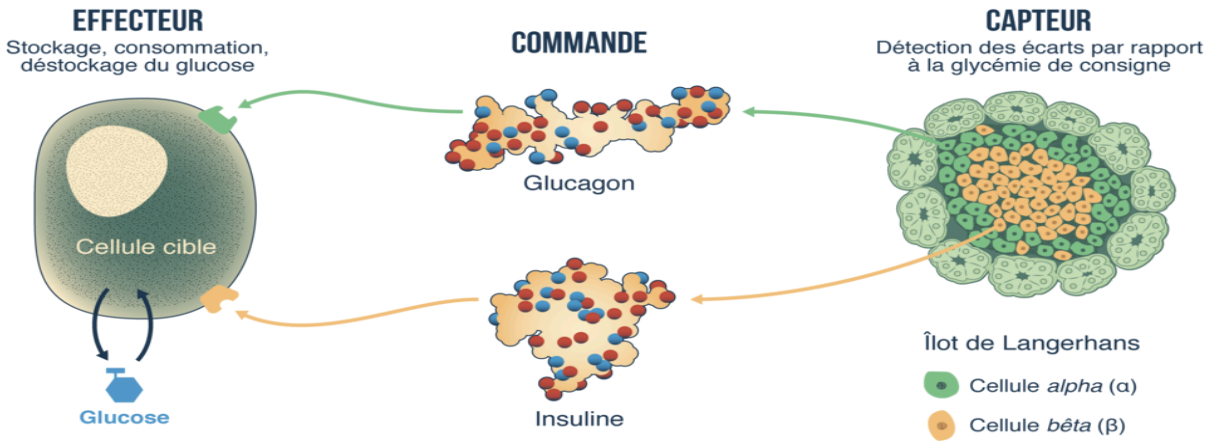
Au début nous avons parlé de l'homéostat glycémique qui correspond au système physiologique de la régulation de la glycémie.
Comme dans tout **système de régulation**, il y a :

- des **capteurs** qui sont ici les cellules **alpha α** et **bêta β** pancréatiques. Ce sont ces cellules qui vont détecter les écarts de glycémie en dehors de la norme ;

- les **messagers** sont l'insuline et le glucagon qui ont tous deux un message antagoniste, ce sont **les hormones de commande** ;

- et des **effecteurs** qui sont les cellules cibles des hormones pancréatiques. Les effecteurs sont ici les cellules hépatiques qui vont stocker ou déstocker le glucose afin de réguler la glycémie.

L'homéostat glycémique



À retenir

a. L'augmentation de la glycémie

Hyperglycémie

Une hyperglycémie est une concentration de glucose dans le sang supérieure à 1.26 $g.L^{-1}$ à jeun ou supérieure à 2 $g.L^{-1}$ (après les repas).

Lors d'une augmentation de la glycémie :

- Les cellules bêta des îlots de Langerhans du pancréas sécrètent de l'insuline.
- L'insuline se fixe sur ses récepteurs au niveau du foie, du muscle et du tissu adipeux.
- Le foie démarre la glycogénogenèse, qui transforme plusieurs molécules de glucose en une molécule de glycogène. Elles seront stockées dans le foie et le muscle

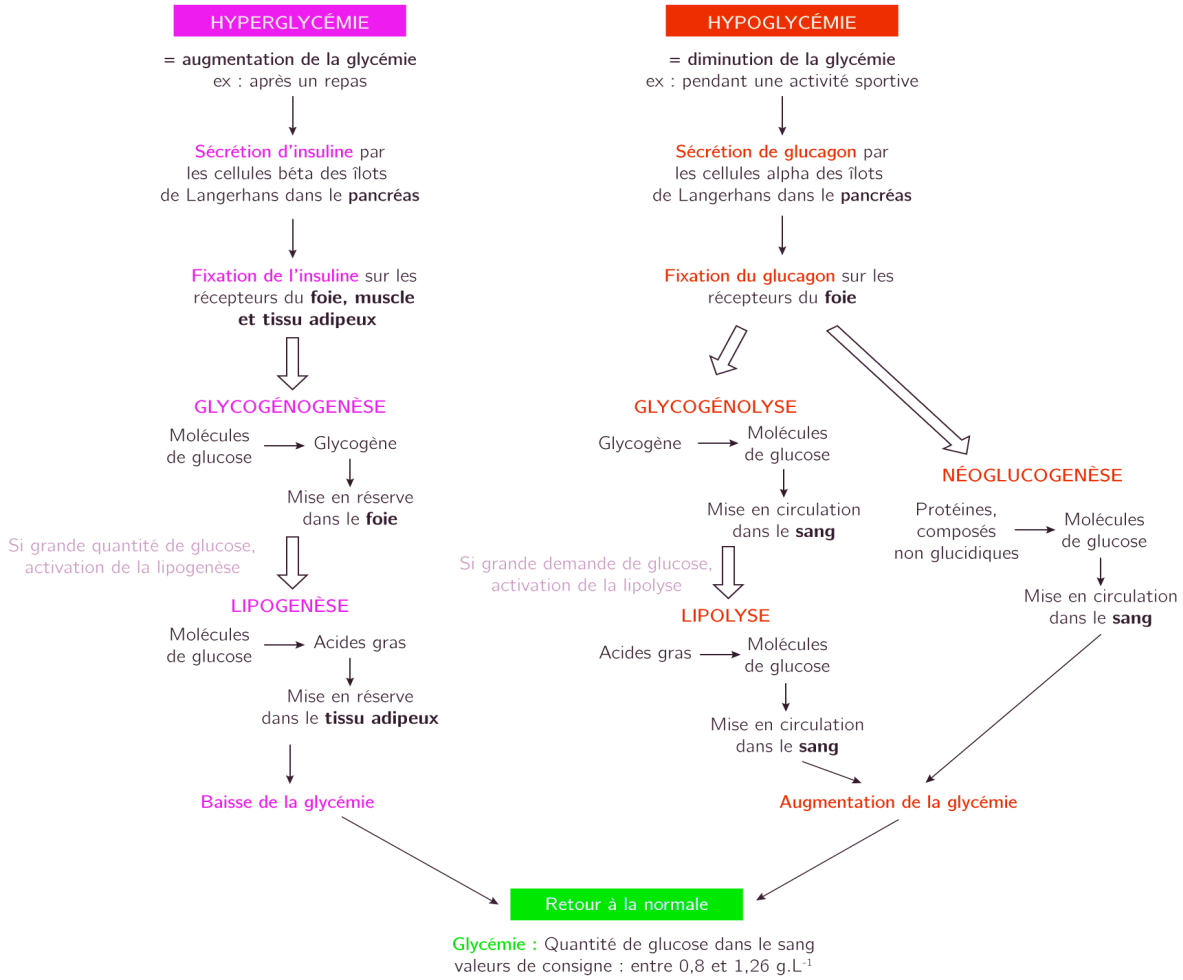
b. La diminution de la glycémie

Hypoglycémie

Une hypoglycémie est une concentration de glucose dans le sang inférieure à 0,5 $g.L^{-1}$. Elle doit être associée à des symptômes comme la sueur et les vertiges pour parler d'hypoglycémie.Lors d'une diminution de la glycémie :

- Les cellules alpha des îlots de Langerhans sécrètent du glucagon.
- Le glucagon se fixe sur ses récepteurs au niveau du foie.
- Le foie démarre la glycogénolyse, qui dégrade le glycogène en plusieurs molécules de glucose qui seront remises en circulation dans le sang.

Schéma bilan



5. Diabète : causes et caractéristiques

Définition

Diabète

Le diabète est une hyperglycémie chronique, c'est-à-dire une glycémie supérieure à 1.26 $g.L^{-1}$ à jeun, ceci étant mesuré à deux reprises.

- Pour les deux types de diabète, il y a une ***hyperglycémie*** mais les symptômes et les traitements ne sont pas les mêmes.

	Diabète de type 1 (DT1)	Diabète de type 2 (DT2)
Symptômes au moment du diagnostic	• amaigrissement • soif intense • émission importante d'urine • glucose et corps cétoniques dans les urines	• généralement, personne en surpoids ou obèsepas de symptôme particulier
Traitements et surveillance	• mesures quotidiennes de la glycémie et injections adaptées d'insuline • régime alimentaire • taux d'hémoglobine glycosylée mesuré tous les 3 mois • à terme, si le diabète s'aggrave : greffe du pancréas ou transplantation d'îlots de Langerhans	• régime alimentaire • exercice physique • mesures quotidiennes de la glycémie • à terme si le diabète s'aggrave : injections d'insuline, greffe du pancréas

a. Le diabète de type 1

Diabète insulino-dépendant

Le diabète insulino-dépendant, ou diabète de type 1, est un diabète caractérisé par la destruction des cellules bêta sécrétrices d'insuline.

Ce type de diabète apparaît chez l'enfant et l'adolescent. Il est causé par une **destruction auto-immune** des cellules bêta du pancréas donc, par le système immunitaire de l'organisme. Il n'y a plus de production d'insuline, et par conséquent pas de mise en réserve du glucose. Ce dernier reste en circulation dans le sang, même après un repas, quelle que soit la glycémie.

L'insuline n'est plus produite suite à la réaction auto-immune, mais ses récepteurs sont toujours présents, ce qui permet un traitement par des **injections d'insuline** qui permettent la mise en réserve du glucose. Le diabète de type 1 est donc dit **insulino-dépendant** car les injections d'insuline permettent de réguler la glycémie.

b. le diabète type 2

Diabète non insulino-dépendant ou diabète de l'âge mûr

Le diabète non insulino-dépendant, ou diabète de type 2, est un diabète caractérisé par un déficit de sécrétion d'insuline suite à une sur sollicitation des cellules bêta des îlots de Langerhans.

Le diabète de type 2, ou diabète gras, apparaît le plus souvent après 40 ans chez des personnes en surpoids, favorisé par une sédentarité. Il représente plus de 85% des diabètes en France. La maladie est le plus souvent **asymptomatique**.

Le diabète est dit **non insulino-dépendant** : il se traite sans injection d'insuline lors de la phase pré-diabétique. Les individus atteints sont astreints à un régime strict et à une activité physique régulière et doivent suivre un traitement médical visant à activer la production d'insuline si nécessaire.

c. Les causes de la diabète

Le diabète est une maladie multifactorielle. Les causes peuvent être :

- **Génétiques** : Dans le cas du diabète de type 1, un enfant a un risque de 5% d'avoir un diabète de type 1 si l'un de ses parents est malade. Dans le cadre du diabète de type 2, un enfant a un risque de 30% d'avoir un diabète de type 2 si l'un de ses parents est malade. Si ce sont les deux parents qui sont malades, l'enfant a un risque de 50% de le devenir aussi.
- **Environnementales** : Le diabète de type 1 peut être dû à une infection virale comme la rubéole lors de l'enfance voire de la vie fœtale. Des facteurs nutritionnels peuvent aussi être mis en cause. Le diabète de type 2 est notamment dû à l'obésité. Une mauvaise alimentation, une vie sédentaire et un manque d'activité physique sont autant de facteurs prédisposants.

Maladie multifactorielle

Une maladie multifactorielle est une maladie causée par plusieurs facteurs combinés

COURS 2

Activité cardiaque et régulation de pression artérielle

FICHE DE COURS

Introduction:

Au cours d'un effort physique, il y a différentes adaptations de notre corps. Une des modifications concerne la pression artérielle.

Nous verrons dans une première partie ce qu'est qui est à l'origine du battement cardiaque. Ensuite, nous nous intéresserons aux mécanismes de la régulation de la pression artérielle.

1. Origine du battement cardiaque

a. relation le système nerveux et le battement du cœur

Isolé de l'organisme, le cœur continue de battre s'il est maintenu dans des *conditions physiologiques convenables*.

Le cœur présente une activité automatique liée à la contraction spontanée de certaines cellules du myocarde. Cet automatisme cardiaque est une propriété utilisée lors des *transplantations cardiaques*.
Lors de ces greffes, on constate néanmoins que le cœur au repos bat plus vite chez le receveur que chez le donneur. L'absence de connexions nerveuses au niveau du cœur du greffé suggère une intervention du système nerveux dans l'établissement de l'activité cardiaque.

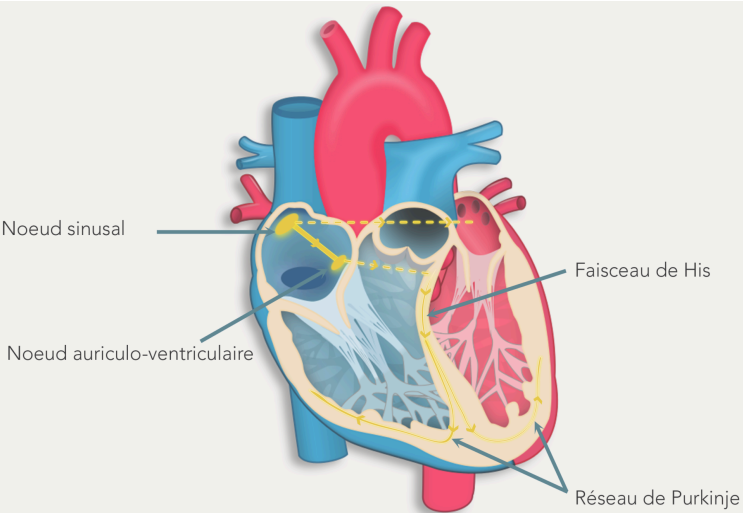
À retenir

Le battement cardiaque est indépendant du système central nerveux, ce mouvement cardiaque est autonome, on dit que *le cœur est un organe autonome*.

b. le siège de l'automatisme cardiaque

A partir des expériences réalise sur un coeur de grenouille , on a dégagé des conclusions suivantes :

- Le nœud sinusal permet un fonctionnement normal des battements cardiaques. Il intervient dans le décalage entre le battement auriculaire et ventriculaire.
- Le nœud septal en couplage avec le nœud sinusal est directement lié aux contractions.
- Le faisceau de His intervient dans les conditions ventriculaires.



À retenir

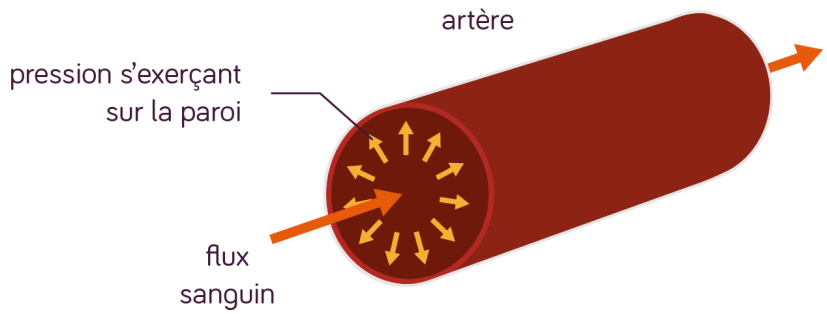
Le sinus est le siège de l'automatisme.
Il impose son rythme à tout le cœur. Dans les conditions physiologiques normales, l'excitation prend naissance au niveau du sinus, elle se propage ensuite aux oreillettes puis au ventricule.

2. La pression artérielle

Définition

Pression artérielle

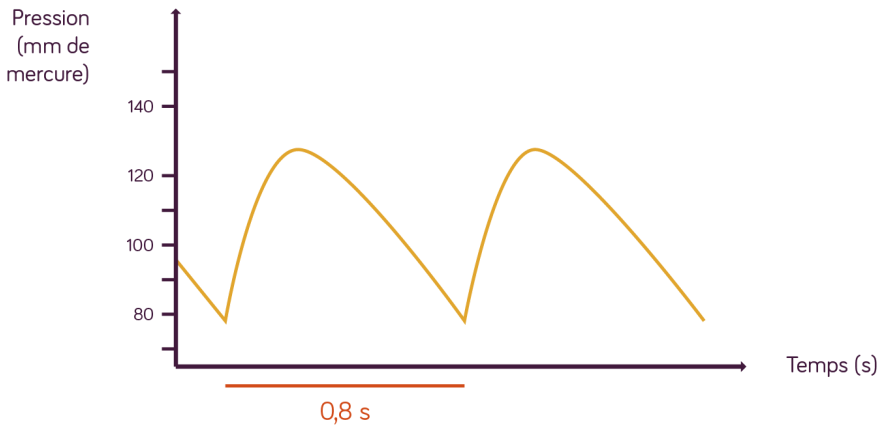
La pression artérielle est la pression exercée par le sang contre la paroi des artères. C'est une force par unité de surface. On utilise aussi couramment le terme de "*tension artérielle*".



À retenir

La pression sanguine n'est pas constante dans le temps. Elle oscille entre deux valeurs : une *valeur haute* et *une valeur basse*.

On constate également sur le graphique suivant que la pression passe brusquement de la valeur basse à la valeur haute, alors qu'elle passe plus lentement de la valeur haute à la valeur basse.



À retenir

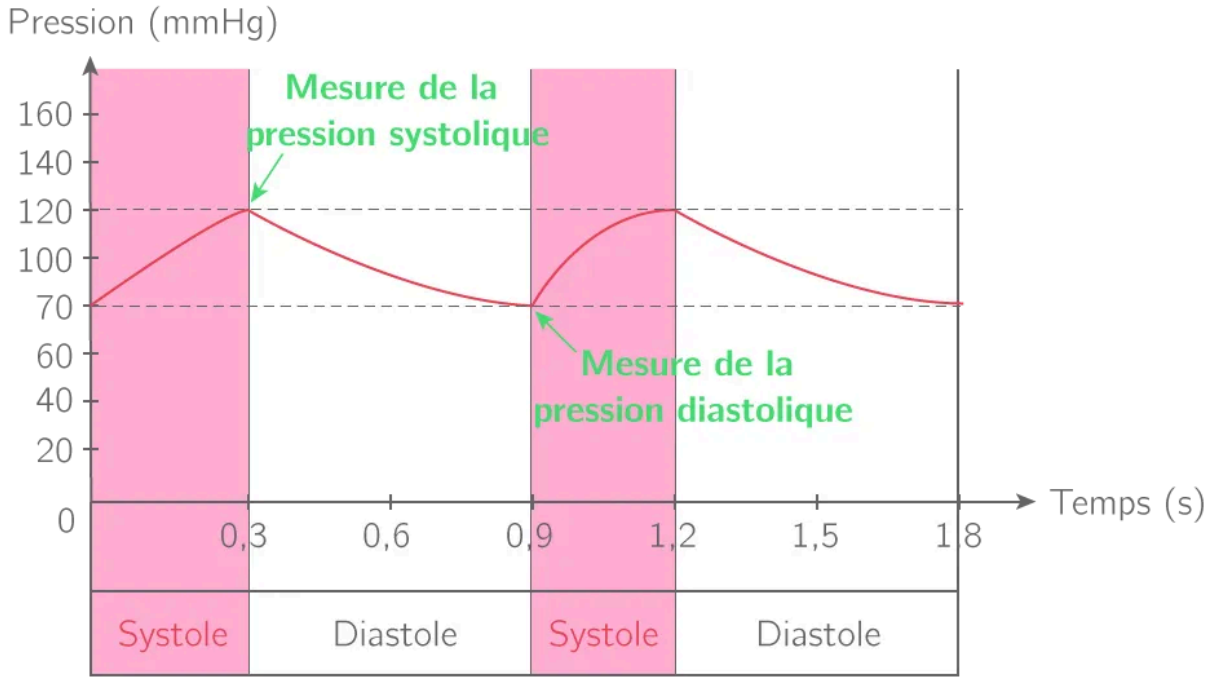
La pression artérielle est un **indicateur de la santé** d'un individu. Comme elle assure l'écoulement du sang du cœur vers les organes, sa valeur doit être suffisante pour permettre l'irrigation de l'ensemble des tissus.
La pression maximale de valeur 120 mmHg, appelée **systolique**, est mesurée au moment de la contraction cardiaque. Au contraire, la pression minimale de valeur 70 mmHg, appelée **diastolique,** est mesurée entre deux battements cardiaques.

Pression systolique

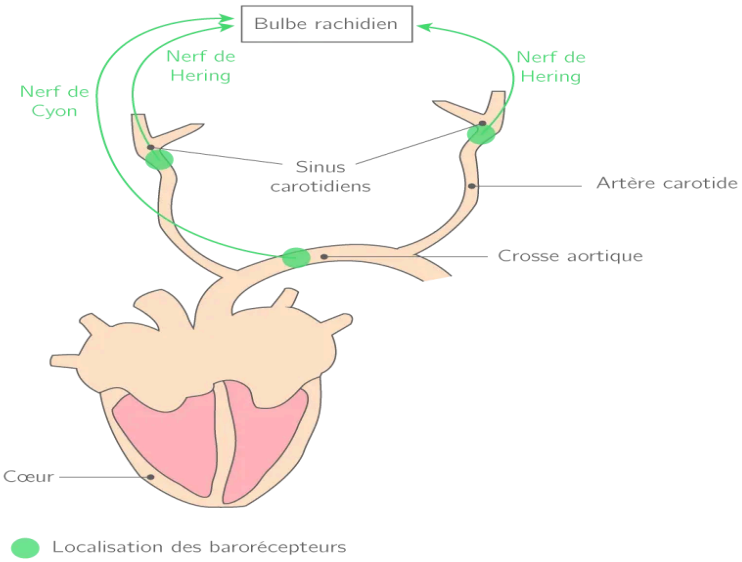
La pression systolique correspond à la pression exercée par le sang sur les artères lors de la systole, c'est-à-dire lorsqu'il sort du cœur lors de la contraction cardiaque.

Pression diastolique

La pression diastolique correspond à la pression exercée par le sang sur les artères lors de la diastole, c'est-à-dire lors du relâchement du cœur.



a. régulation nerveuse de la pression artérielle



La **régulation** de la fréquence cardiaque (et donc de la pression artérielle) est un **mécanisme réflexe**, c'est-à-dire automatique, faisant intervenir un **contrôle nerveux**. L'organisme va réguler ce paramètre afin de le maintenir entre des valeurs compatibles avec la vie.

À retenir

Le cœur est innervé par deux types de nerfs que l'on nomme des nerfs cardiaques : le nerf sympathique et le nerf parasympathique. Ces deux nerfs ont des effets antagonistes;

- **Des nerfs sympathiques(orthosympathique),** qui sont cardio-accélérateurs, c'est-à-dire qu'ils ont pour effet d'accélérer la fréquence cardiaque.
- **Des nerfs parasympathiques(nerf X, pneumogastrique)**, qui sont cardiomodérateurs, c'est-à-dire qu'ils ont pour effet de diminuer la fréquence cardiaque.

Ces deux nerfs sont appelés **nerfs moteurs ou efférents** en opposition aux nerfs sensitifs ou afférents*(nerfs de Hering)* .

- Les nerfs *sensitifs* permettent de transmettre au cerveau l'information depuis les barorécepteurs, et les nerfs *moteurs* transmettent l'information du bulbe rachidien au cœur.

Définition

Barorécepteur

Les barorécepteurs sont des capteurs sensibles à la pression.

La boucle de régulation va être composée :

- D'un ou plusieurs **capteurs**, capables de mesurer les valeurs du paramètre régulé, ici les barorécepteurs.
- D'un ou plusieurs **effecteurs**, qui peuvent modifier la valeur du paramètre régulé, ici le cœur.
- D'une **communication entre capteurs et effecteurs réalisée par les nerfs sensitifs et moteurs**, et traitée par un centre intégrateur, ici le bulbe rachidien.

L'ensemble de ces éléments forme la **boucle de régulation**

b. la régulation hormonale de la pression artérielle

Pour comprendre l'intervention hormonale lors de la régulation de la pression artérielle, nous avons effectué des expériences stimulant le cœur de grenouilles.

Après stimulation du nerf X(nerf parasympathique) , on a constaté la diminution du rythme cardiaque, cela s'explique que:

- le nerf X est un cardio-modérateur qui agit par voie neurochimique : substance vagale l'*acétylcholine*.

L'excitation des nerfs orthosympathiques provoque une augmentation du rythme cardiaque en sécrétant l'adrénaline.

- *L'adrénaline* est responsable de l'augmentation du rythme cardiaque.

c. Les effets d’une pression artérielle anormale

1. Cas d'hypertension :

Lors d'un effort physique, les barorécepteurs sont stimulés, ce qui entraîne une augmentation de l'activité électrique des nerfs de Hering et cyon.
Le bulbe rachidien intègre ces informations et envoie une stimulation aux nerfs parasympathiques qui vont diminuer la fréquence cardiaque, ce qui permet un retour à la normale de la P. Artérielle.

2. Cas d'hypotension

Lorsque l'organisme est en hypotension, l'activité des nerfs sensitifs diminue et le bulbe rachidien est moins stimulé. de bulbe rachidien intègre ces informations, et envoie une stimulation aux nerfs sympathiques qui vont augmenter la fréquence cardiaque, ce qui permet un retour à la normale de la pression artérielle.

MANUEL
M'CAHIER

ABOU HOUREIRA

ETUDIANT GENIE ENERGIES

NOTE :

Ce contenu est inspiré de mon cahier de cours manuscrit de l'année de Terminale, tel qu'il a été suivi en classe par le professeur. Il comprend également des recherches supplémentaires réalisées sur internet, incluant croquis, images et informations que vous auriez normalement dû rechercher par vous-même.

Ce document sera un outil précieux lors de vos sessions de révision, en regroupant l'ensemble des notions et définitions clés. Il vous permettra également d'aborder une nouvelle leçon de manière fluide et rapide en parcourant le cours dans son intégralité.