

Chapitre III : L'Unicité des Individus et la Diversité Génétique

Sous-Chapitre I : LES MÉCANISMES FONDAMENTAUX DE LA REPRODUCTION SEXUÉE CHEZ LES MAMMIFÈRES ET LES SPERMAPHYTES.

Attention :

« La fiche qui suit n'est que l'ensemble des parties importantes du chapitre (*mécanismes fondamentaux de la reproduction sexuée chez les mammifères et les spermaphytes*) basé sur le programme de la SVT du Mali pour la classe de Terminale Sciences Expérimentales. Elle peut ne pas être complète. Mais tout ce qui se trouve sur cette fiche est à connaître et à comprendre par cœur pour préparer au mieux l'examen du Baccalauréat ».

I) A connaître :

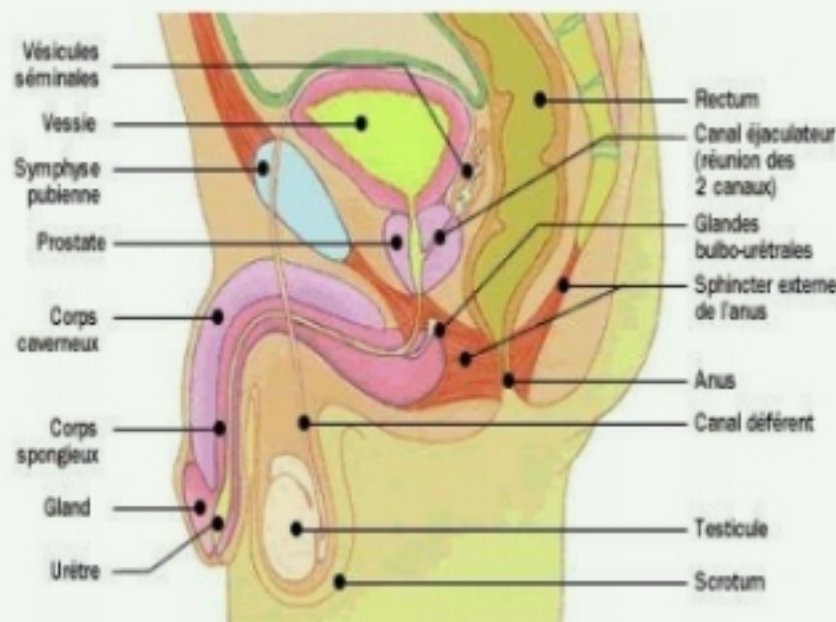
- * Toutes les êtres vivants proviennent d'autres êtres vivants parentaux grâce à la reproduction. Cette dernière est l'une des fonctions fondamentales qui caractérisent la vie.
- * La **reproduction sexuée** fait intervenir des gamètes mâles et femelles
- * La **reproduction asexuée** ne fait pas intervenir les cellules reproductrices ou gamètes.
- * Tous les êtres vivants pluricellulaires proviennent d'une cellule unique appelée **cellule œuf** issue de la fusion de **2** gamètes (**mâle** et **femelle**).

II) Les organes producteurs des gamètes :

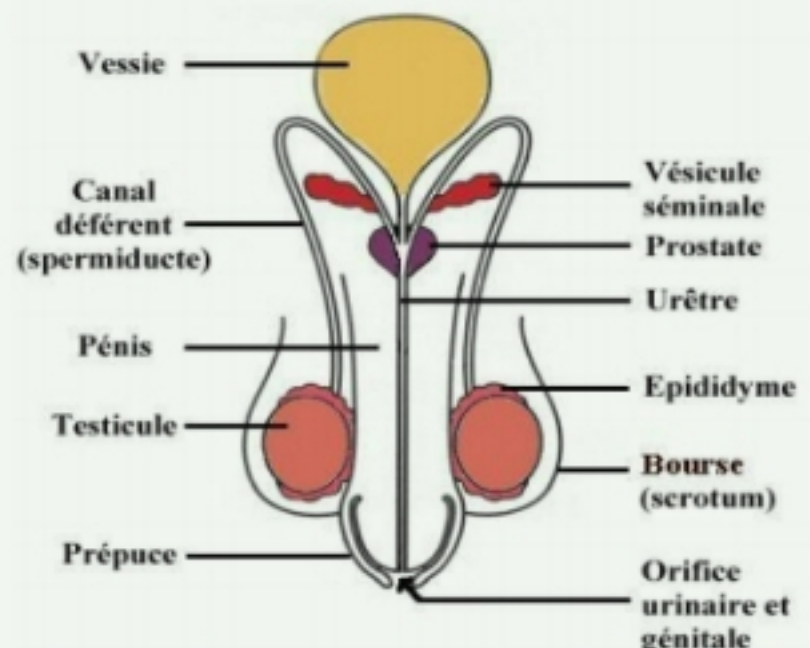
1) Chez les mammifères :

L'appareil génital de l'homme et celui de la femme sont constitués : de **glandes génitales** ou **gonades**, des **voies génitales** et **glandes annexes** et un **organe copulateur**.

a) Organes reproducteurs male :



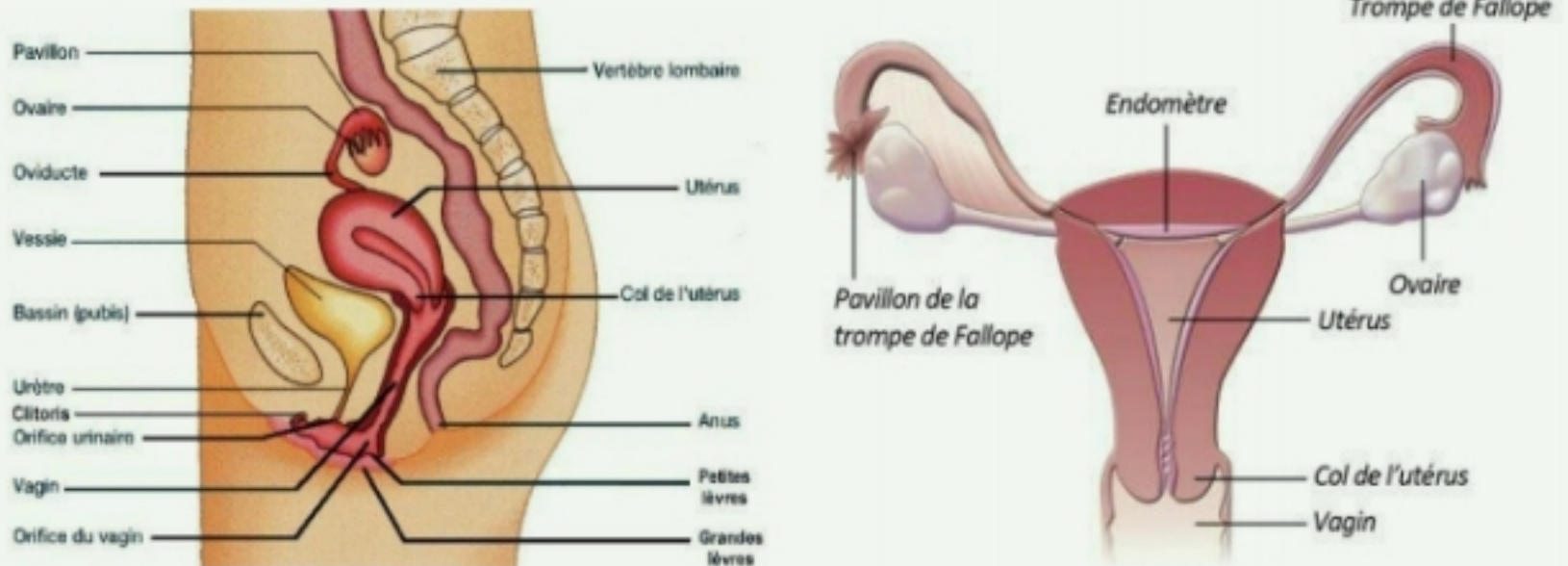
Appareil reproducteur male vu de pro



Appareil reproducteur male vu de fa

Les **gonades males** ou les **testicules** sont aux nombres de **deux**. Les testicules présentent deux types de structure, les **tubes séminifères** et les **cellules inertielles** ou **cellule de Leydig**. Les gonades males produisent les **spermatozoïdes** (gamètes **males**).

b) Organes reproducteurs femelle :

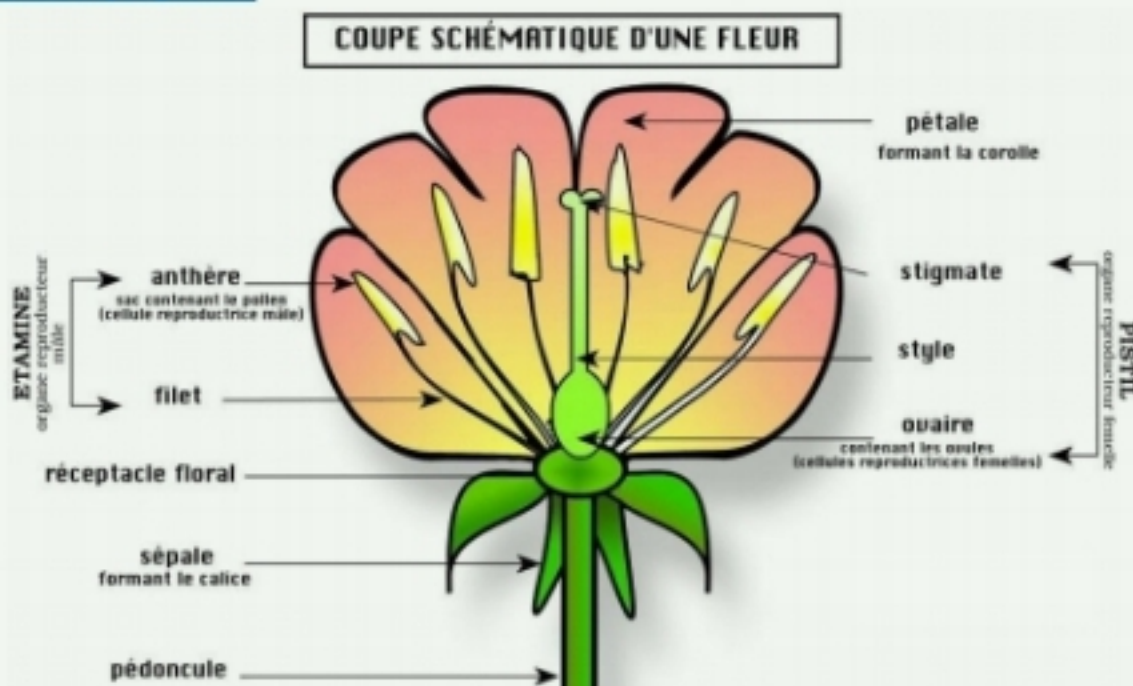


Appareil reproducteur femelle vu de pro Appareil reproducteur femelle vu de fa

Les **gonades femelles** ou **ovaires** sont au nombre de **deux**, chaque ovaire présente une zone **corticale fertile** et une zone **nébulaire stérile**. L'ovaire produit l'**ovule** (gamète **femelle**).

	Organes producteurs males	Conduits génitaux	Glandes annexes
Homme	Testicules	Epidyme, canal déférent ou spermiducte, canal éjaculateur ou urètre	Vésicules séminales, prostate, glandes bulbo-urétral ou de couper
Femme	Ovaires	Pavillon de la trompe, oviducte ou trompes de Fallope, utérus, vagin.	Glande Bartholin

2) Chez les spermaphytes :



2

Les **spermaphytes** sont des plantes qui produisent des **graines**.

L'appareil reproducteur des spermaphytes est constitué d'une **fleur** qui, après fécondation, donne le **fruit** et la **graine**.

a) **Organe reproducteur male** : C'est l'**étamine**, chaque étamine comprend un **filet** et une **anthère**. L'anthère mûre donne le **grain de pollen** (gamète **male**). L'**androcée** est l'ensemble des parties reproductrices des fleurs mâles.

b) **Organe reproducteur femelle** : C'est le **pistil**, il comprend de bas en haut un **ovaire**, un **style** et un **stigmate** (2 dans certains cas). L'**ovaire** renferme l'**ovule** (gamète **femelle**)
Le **gynécée** est l'ensemble des parties reproductrices des fleurs femelles.

	Organes producteurs de gamètes males	Organes producteurs de gamètes femelles	Organes Protecteurs
Fleur	Etamines	Pistil (Ovaire)	Sépales, Pétales

III) Formation des gamètes :

A) Chez les mammifères :

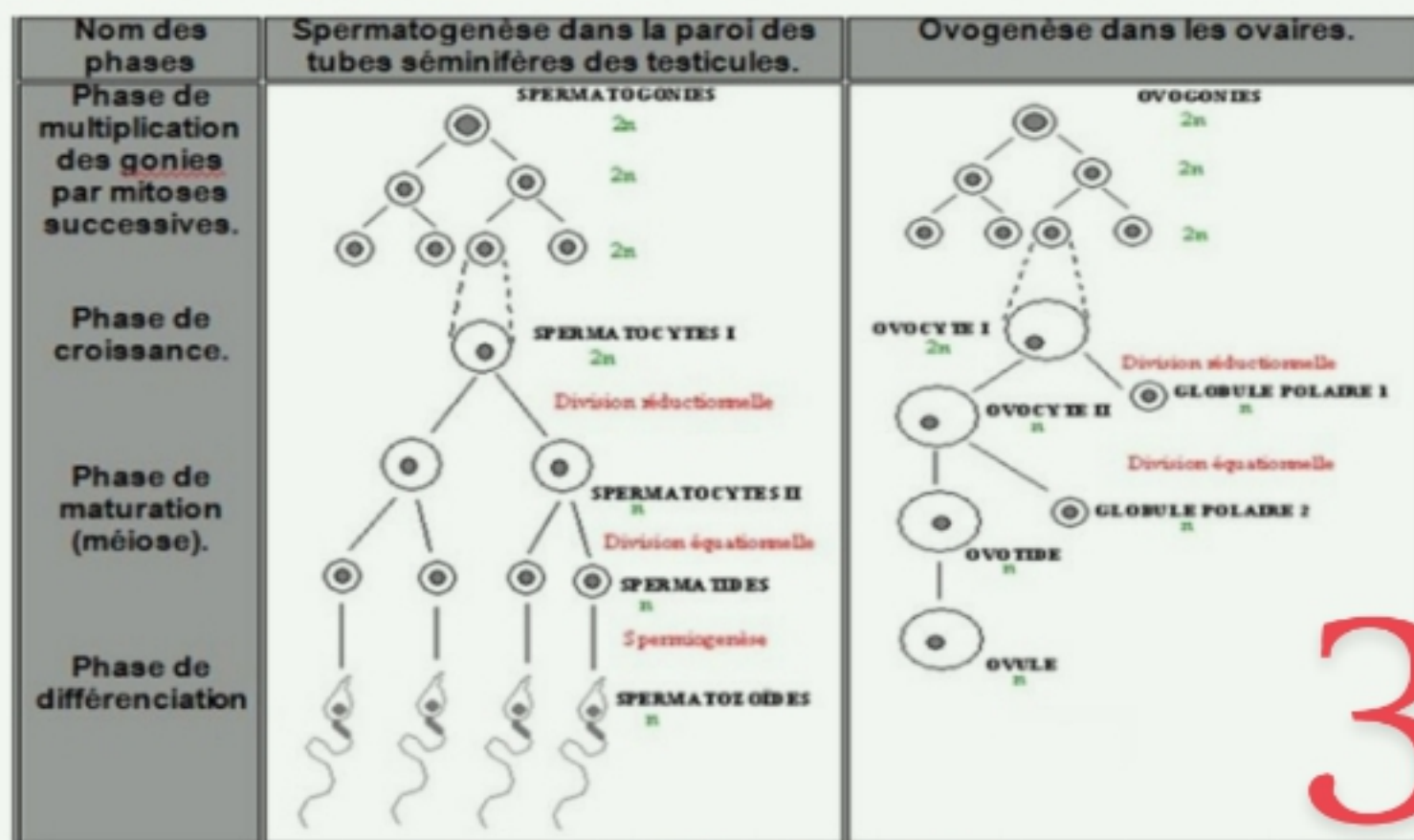
1) La gamétogénèse :

Les gamètes mâles et femelles se forment au cours d'un phénomène appelé **gamétogénèse**. Chez l'homme, il s'agit de la **spermatogénèse** et chez la femme, de l'**ovogenèse**.

* **La spermatogénèse** : est un processus se déroulant dans les **tubes séminifères** des testicules et conduisant à la formation des **spermatozoïdes**.

* **L'ovogenèse** : est un processus se déroulant dans les **ovaires** et aboutissant à la formation des ovocytes puis des **ovules**.

a) Schémas de la gamétogénèse :



b) Les étapes de la gamétogénèse (A connaître par cœur):

4

La gamétogénèse peut être divisée en 4 phases ou étapes :

* **Phase de multiplication** : Les **spermatogonies** et les **ovogonies** à **2n chromosomes**, cellules germinales de base et constituant respectivement le premier stade cellulaire de la **spermatogénèse** et de l'**ovogénèse**, se multiplient par mitose et donnent des **spermatocytes I** et des **ovocytes I**.

NB : Cette phase incessante à partir de la **puberté** chez l'homme est terminée dès la **15^{ème}** semaine de la vie fœtale chez la femme.

* **Phase d'accroissement** : Les **spermatocytes I** et les **ovocytes I** augmentent de volume et sont toujours à **2n chromosomes**. Cette phase est très importante dans l'ovogénèse.

* **Phase de multiplication** : elle correspond à la méiose.

— Les **spermatocytes I** subissent la **1^{ère}** division de la **méiose** pour donner des **spermatocytes II** qui subissent la **2^{ème}** division de la méiose pour donner des **spermatides** à **n chromosomes**.

— Les **ovocytes I** subissent la **1^{ère}** division de la méiose pour donner **deux cellules** de volumes **inégaux**. La plus **grosse** est l'**ovocyte II** à **n chromosome** et la plus **petite** est la **1^{ère} globule polaire** à **n chromosome**. L'**ovocyte II** ne subira la **2^{ème}** division de la méiose que lors de la pénétration d'un spermatozoïde. Il se transforme alors en **ovotide** avant la fusion des noyaux.

* **Phase de différenciation** : Elle est inexistante dans l'**ovogénèse** mais très importante dans la **spermatogénèse**. Car les **spermatides** subissent une série de transformation et se différencient en **spermatozoïdes**.

c) Evolution du nombre de chromosome au cours de la gamétogénèse :

	Spermatogénèse	Ovogénèse	Nombre de chrms
1	Spermatogonie (cellule souche)	Ovogonie (cellule souche)	2n
2	Spermatocyte I (avant accroissement)	Ovogonie (avant accroissement)	2n
2'	Spermatocyte I (fin accroissement)	Ovocyte I (fin accroissement)	2n à 2 chromatides
3	Spermatocyte II	Ovocyte II	n à 2 chromatides
3'		Globule polaire 1	n à 2 chromatides
4	Spermatide	Ovotide	n à 1 chromatides
5	Spermatozoïde	Ovule	n à 1 chromatides

2) Comparaison entre la spermatogénèse et l'ovogénèse (A connaître par cœur):

Chez les mammifères la spermatogénèse a lieu de la puberté jusqu'à la fin de la vie de manière **continu**.

L'ovogénèse a lieu de manière **discontinue**. Elle débute durant la **vie embryonnaire** avec la phase de multiplication des **ovogonies** qui deviennent des **ovocytes I**. A la naissance, les ovocytes **I** entrent en **prophase** de la **1^{ère}** division puis la méiose est bloquée.

Elle reprend juste avant l'**ovulation** pour donner un **ovocyte II** qui rapidement se bloque en **métaphase II**. En fin, après la pénétration du spermatozoïde, la méiose se termine.

Alors que la **spermatogénèse** est **continue**, l'**ovogénèse** est **discontinue** et **cyclique**.

3) Structure des gamètes :

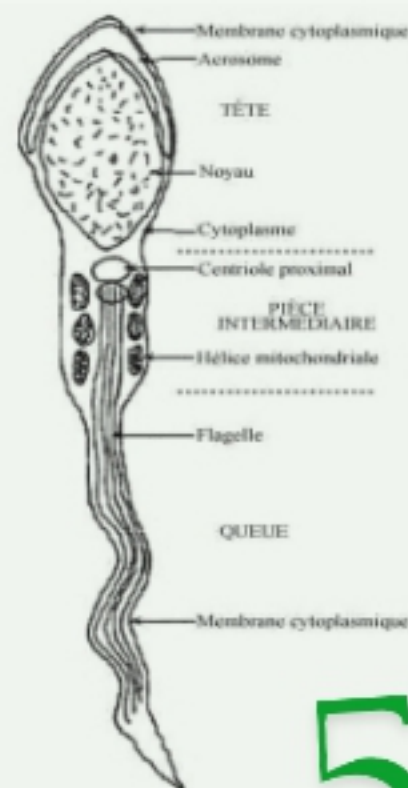
a) **L'ovule** : L'**ovocyte 2** contient d'une part l'ensemble du matériel génétique qui contribue au futur **zygote** après **fécondation** et d'autre part le **genome mitochondriale** uniquement transmis par la mère au fils ou à la fille et l'ensemble du cytoplasme du futur zygote. Après l'**ovulation**, l'**ovocyte 2** libéré est capté par le pavillon de l'**oviducte**. Il descend alors dans l'**ampoule de la trompe**.



Il ne devient **ovule** qu'après fécondation avec la pénétration du **spermatozoïde** qui déclenche le déblocage et la fin de la **2^{ème}** division de la méiose.

b) **Le spermatozoïde** : Un spermatozoïde est une **cellule haploïde** reproductrice male mobile, intervenant dans la reproduction sexuée. Lors de la fécondation, le spermatozoïde s'unit à un **ovule** pour former une **cellule-œuf**, qui se développera ensuite en **embryon** pour donner un nouvel individu.

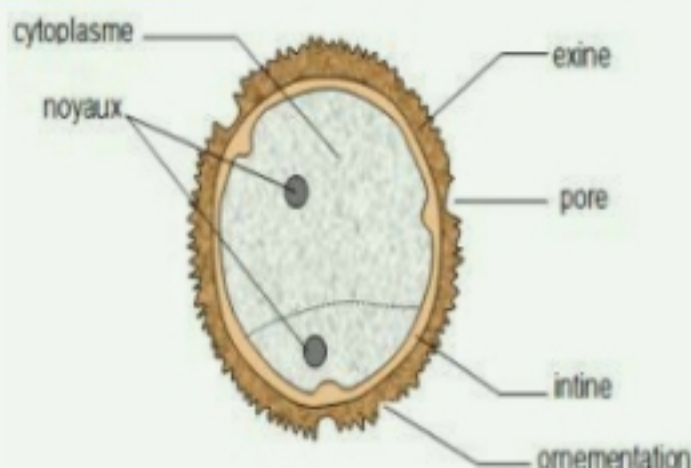
Chaque spermatozoïde comprend un **noyau**, un système de locomotion grâce à un **flagelle** et une vésicule nommée **acrosome** qui lui permettra de pénétrer l'ovule. Son union avec l'ovule lui aussi **haploïde** permet de constituer une **cellule-œuf diploïde**, qui contient deux exemplaires de chaque chromosome. Chacun des gamètes apporte donc la moitié du **patrimoine génétique** du futur individu, ce qui assure le **brassage génétique** au sein d'une espèce.



B) Chez les spermaphytes :

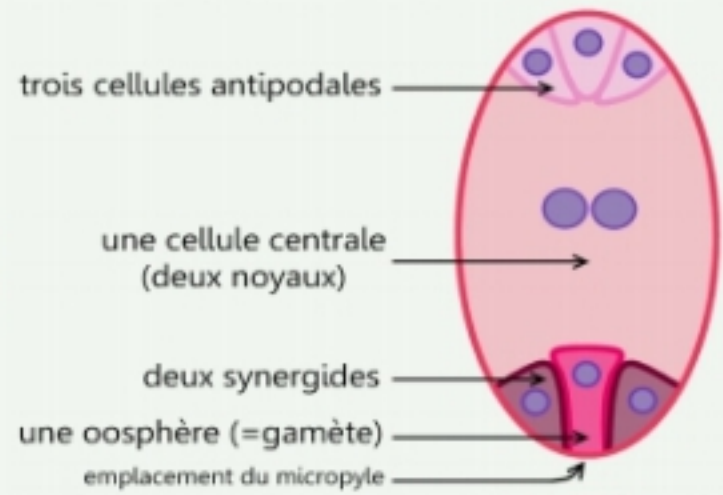
1) Formation du grain de pollen (A connaître par cœur):

Dans l'anthere, on trouve des cellules mères du grain de pollen à **2n chromosome**. Chaque cellule mère subit une **méiose** donnant **quatre** cellules **haploïdes** appelées « **microspore** » groupés en **tétrades**. Ces microspores subissent une **mitose** (**division équationnelle**) qui aboutit à la formation du **grain de pollen** avec **2 noyaux haploïdes**. Le grain de pollen perd de l'eau et passe à l'**état de vie ralenti**.



2) Formation du sac embryonnaire (A connaître par cœur):

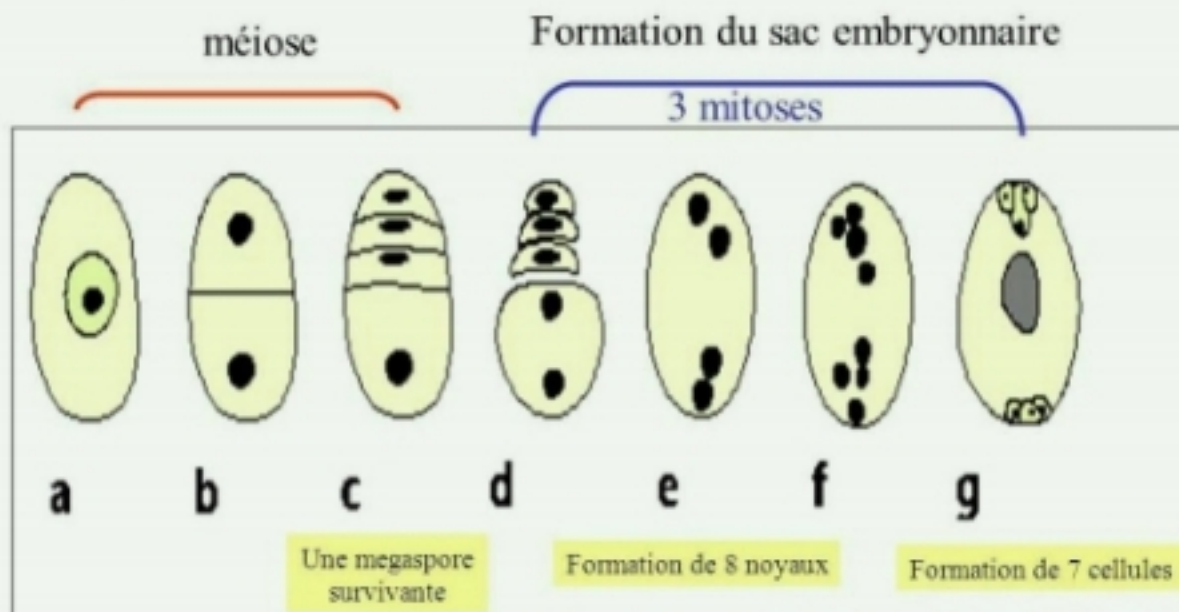
La cellule mère du sac embryonnaire, cellule **diploïde**, subit une méiose donnant **4** cellules **haploïdes**. **Trois (3)** de ces cellules dégèrent et une seule se développe, c'est la « **mégaspore** ». Aussitôt formé, la **mégaspore** ou **macrospore** s'accroît, tandis que son **noyau** se divise en **2**, en **4** puis en **8** après **3 divisions**. Les noyaux-fils se répartissent en **7** cellules dont l'ensemble constitue le **sac embryonnaire**.



* Au pôle micropylaire : **3 cellules** entourés d'une membrane plasmique, l'**oosphère** et **2 synergides**.

* Au centre : La cellule principale renferme **2 noyaux** parfois unis en un seul appelé **noyau secondaire** ou **du sac**

* Au pôle chalazien : **3 cellules** entourés d'une paroi cellulosique, les **antipodes**.



6

Remarque : Genre de question qu'on pourra poser :

« Comment évolue le nombre de chromosome au cours de chacun de ses processus ? »

Réponse : « Pour la formation du **sac embryonnaire**, le nombre de chromosome reste constant, tandis que pour la formation du grain de pollen, le nombre de chromosome diminue. C'est-à-dire à partir de la cellule mère à **2n chromosome**, on obtient **quatre** grains de pollen à **n chromosome**. »

IV) La méiose :

La méiose est la division des **noyaux diploïdes** à **2n chromosomes** des cellules eucaryotes à **4 noyaux haploïdes** à **n chromosome**.

A) Les différentes phases de la méiose (A connaître par cœur):

La méiose comprend deux (**2**) **mitoses** successives : une **mitose réductionnelle** et une **mitose équationnelle** séparée par une brève **interphase**.

1) Mitose réductionnelle :

7

a) Prophase I : Elle est très longue et caractérisée par :

- * Une **individualisation** des chromosomes ;
- * Un **épaississement**, un **dédoublement** de chromosome en **2 chromatides** chacun, un entrecroisement des bras de chromosome formant un **chiasma** ;
- * La disparition de la **membrane nucléaire** et la formation du **fuseau achromatique**.

b) Métaphase I : Les tétrades formées à partir de **4 chromatides** se placent à l'équateur. Les **centromères** des chromosomes s'alignent de part et d'autre sur le plan équatorial.

c) Anaphase I : Les chromosomes homologues se séparent sans clivage de leurs centromères. Ce sont donc **n chromosome** encore fissuré qui se déplacent en direction des pôles de la cellule.

d) Télophase I : **Deux cellules filles haploïdes** à **n chromosome** se séparent et la membrane nucléaire se reforme.

1) Mitose équationnelle :

a) Prophase II : Elle est rapide puisque les chromosomes sont déjà dédoublés et individualisés. Il y a réapparition du fuseau achromatique.

b) Métaphase II : Les chromosomes fissurés se placent sur la plaque équatoriale

c) Anaphase II : Les centromères se divisent, les **chromatides sœurs** se séparent et migrent chacun vers les pôles.

d) Télophase II : Elle aboutit à la formation de **4 cellules haploïdes** dans lesquelles la membrane nucléaire réapparaît.

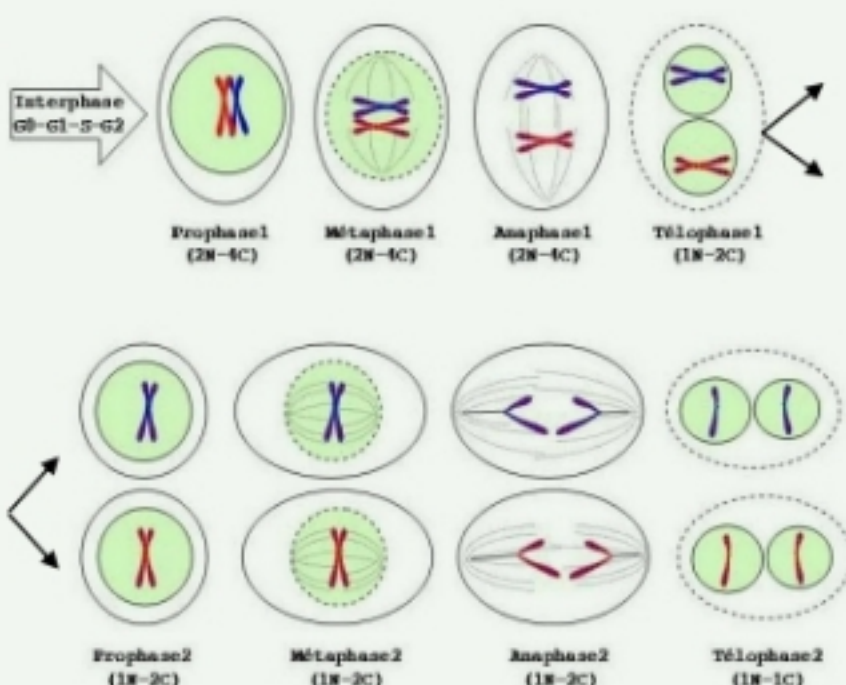
Remarque importante :

* Au cours de la **mitose équationnelle**, les cellules conservent le même nombre de chromosome que les cellules issues de la **1^{ère}** division mais les chromosomes n'ont plus qu'une seule **chromatide**.

* La **synthèse de l'ADN** a lieu durant l'**interphase** qui précède la méiose. Il n'y a pas de nouvelle synthèse de l'**ADN** au cours de la brève interphase entre les deux mitoses.

B) importance de la méiose :

- * La méiose permet le passage de la **diploïdie** à l'**haploïdie** ;
- * La méiose permet au **zygote** d'avoir une **combinaison génétique** différente de chacun de ses frères et sœurs et de chacun de ses parents ;
- * La méiose est le moyen par lequel la **variation génétique** se produit au cours de la **reproduction sexuée** ;
- * Grâce à la méiose, le nombre de chromosome demeurent constant d'une **génération** à une autre.



C) Différence entre la méiose et la mitose :

La **mitose** et la **méiose** se ressemblent et possèdent un mécanisme très proche. Cependant, elles n'aboutissent pas au même résultat. En effet :

* La **mitose** correspond à une **seule** division cellulaire « **asexuée** » des **cellules somatiques** (presque toutes les cellules de l'organisme), et assure le clonage de **deux cellules filles** identiques par rapport à une **cellule mère**. En effet ces deux cellules filles auront chacune un **caryotype** identique (**même chromosome**) et un **génotype** identique (**même allèle**) à celui de la cellule mère. Alors que ;

* La **méiose** correspond à **deux** divisions cellulaires successives « **sexuées** » n'affectant que les **cellules germinales**. En partant d'une **cellule diploïde**, la méiose permet d'aboutir à la formation de **quatre** gamètes (**cellules haploïdes**).

V) La fécondation :

La fécondation est l'union des gamètes mâles et femelles aboutissant à la formation d'une cellule-œuf ou **zygote**.

8

A) Chez les mammifères (Exemple de l'Oursin) :

Chez les mammifères, elle est interne car elle se déroule à l'intérieur des voies génitales femelles dans lesquelles le spermatozoïde est déposé lors de l'accouplement.

Chez l'oursin, il n'y a pas **d'accouplement**. La fécondation est dite **externe**, en effet, le mâle libère des millions de spermatozoïdes sur l'eau de mer suivie par la femelle qui libère aussi ses gamètes sur l'eau de mer. Grâce au **courant marin** les deux gamètes peuvent se féconder.

1) Les phases de la fécondation (A connaître par cœur) :

a) Phase d'attraction ou d'agglutination des spermatozoïdes :

Les spermatozoïdes mis en présence de l'ovule se déplacent activement et viennent se placer en grand nombre autour. Cette attraction se fait grâce à des substances chimiques appelées « **fertilisines** » émises par l'ovule. On parle de **chimiotactisme positif**.

b) Phase de pénétration du spermatozoïde :

Grâce aux enzymes libérés par l'**acrosome**, les spermatozoïdes arrivent au contact de la membrane ovulaire et la **zone pellucide** du gamète femelle se dégrade. L'ovule émet alors un **cône d'attraction** par lequel s'engage un spermatozoïde.

c) Phase d'activation de l'ovule :

La pénétration d'un seul spermatozoïde déclenche le **l'activation de l'ovule** ou **réveil physiologique de l'ovocyte**. L'ovule libère alors le contenu des **granuleux corticaux** dans la zone péri-ovocytaire rendant la zone pellucide imperméable aux autres spermatozoïdes. Ceci évite la **polyspermie** et assure la **monospermie**.

d) Phase de fusion des noyaux ou Caryogamie ou Amphimixie :

Le spermatozoïde progresse dans le cytoplasme ovulaire. Son noyau gonfle et devient le **pronucléus male**. Le noyau de l'ovule gonfle aussi et devient le **pronucléus femelle**. L'**aster** se dédouble et s'écarte l'un de l'autre. Les **2** pronucléus se rapprochent l'un de l'autre vers

le centre de la cellule. Les deux **enveloppes nucléaires** se rompent. Les **chromatides mâles** et **femelles** se mélangent, c'est l'**amphimixie**. On obtient alors une **cellule-œuf** possédant un noyau d'apport paternel et maternel. La **caryogamie** rétablit le nombre **diploïdie** de l'espèce.

2) Les particularités de la fécondation chez l'Homme :

La fécondation est **interne** chez l'Homme.

- * Les spermatozoïdes sont déposés au niveau des voies génitales femelles. Ils traversent le **col de l'utérus** (où ils subissent une sélection grâce au **glair cervical**), pénètrent dans l'utérus et s'engage dans les **trompes**.

- * Au cours de leurs transites à travers les voies génitales femelles, les spermatozoïdes subissent des modifications chimiques et acquiert leurs **pouvoirs fécondant**, c'est la **capacitation**.

- * La rupture d'un **follicule** au niveau de l'ovaire libère un **ovocyte** bloqué en **métaphase II** (**ovocyte II**). Il est ensuite aspiré par la trompe.

- * La reconnaissance des spermatozoïdes par l'ovocyte se fait grâce à la zone pellucide. Celle-ci possède des **récepteurs protéiques** spécifiques des molécules situées sur la tête du spermatozoïde de la même espèce. Il n'y a pas de **chimiotactisme** chez l'Homme.

- * La pénétration du spermatozoïde dans l'ovocyte provoque l'activation de ce dernier qui se traduit par l'expulsion du **2^{ème} globule polaire** (fin de la **méiose**). Les granuleux corticaux libèrent alors leur contenu et empêchent la **polyspermie**.

- * La fusion du noyau rétablit la **diploïdie** et assure la détermination chromosomique du sexe.

- * L'œuf formé migre et vient s'implanter dans la **muqueuse utérine**.

3) Généralité de la fécondation :

La fécondation est un **phénomène universel**. Malgré des modalités de rencontre variées, elle comporte toujours l'union d'un **gamète mâle** et d'un **gamète femelle** tous les deux **haploïdes** donnant un **œuf diploïde** qui associe les **caryotypes paternel** et **maternel**. La reproduction sexuée est une source de **variation**.

Remarque :

Pour que l'œuf soit normal, la fécondation de l'ovule doit être assurée par un seul spermatozoïde. **Deux** mécanismes peuvent provoquer l'entrée de multiples spermatozoïdes :

- * Un **blocage précoce** dû à une modification de la **polarité membranaire**.
- * Un **blocage tardif** dû à la libération dans l'espace péri-ovocytaire du contenu des granuleux corticaux situés sous la membrane de l'ovocyte non fécondé.

B) Chez les spermatophytes :

1) La pollinisation :

Elle est le transport du grain de pollen libéré par la déhiscence de l'anthere d'une **fleur** sur le **stigmate** de la même fleur (**Pollinisation directe**) ou sur le stigmate d'une autre fleur de la même espèce (**Pollinisation Croisée ou indirecte**).

Ce transport peut être assuré soit par le **vent** (*fleur anémophile*) soit par les **insectes** (*fleur entomophile*) ou soit par l'**Homme**.

2) La germination :

a) Définition : La germination est le début de développement d'un nouvel individu à partir d'une graine.

Elle est terminée quand la jeune plante est capable de mener une vie **autotrophe**.

Elle ne se produit que si des conditions **extérieures** (**humidité**, **température**, **oxygène**, **luminosité**, **etc**) sont conjointement présentes et favorables ; de même que les facteurs **internes** (**maturité**, **viabilité**, **etc**).

b) Les types de germination : Il en existe **2** types :

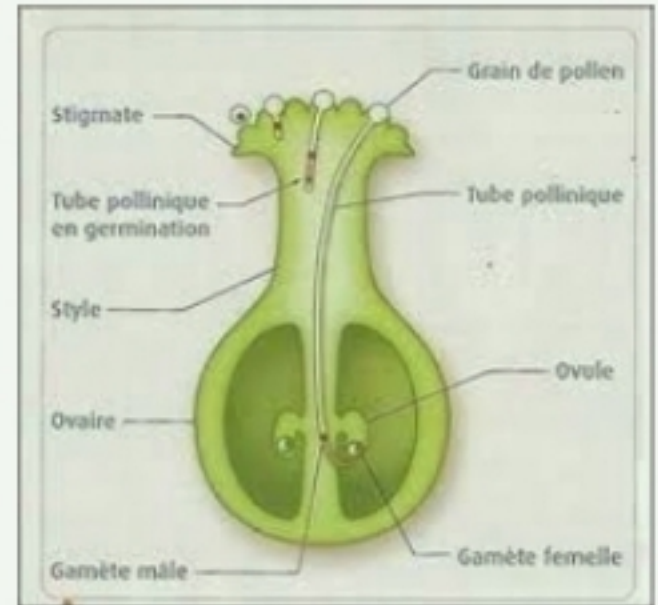
* La germination est dite **épigée** (cas des **haricots**), quand les **cotylédons** sortent de la terre.

* La germination est dite **hypogée** (cas du maïs), quand la **tigelle** ne s'allonge pas si bien que les **cotylédons** restent dans le sol.

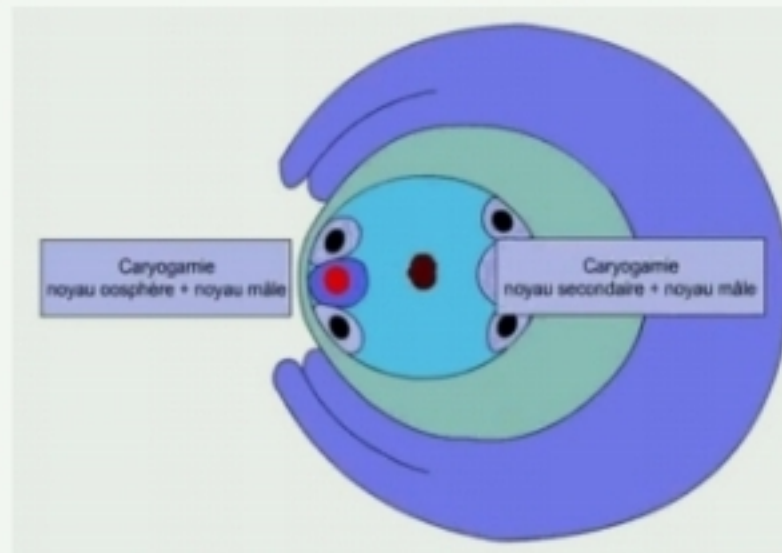
c) La germination du grain de pollen :

Si les conditions sont favorables, le pollen repasse à l'état de vie active puis germe en poussant un **tube pollinique**.

Ce dernier s'enfonce dans le **style**, traverse le **nucelle** et applique son extrémité contre le **sac embryonnaire**. Au cours de cette germination, le **noyau végétatif** s'engage dans le tube pollinique suivi du **noyau reproducteur**. Lorsque le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, le noyau végétatif dégénère et le noyau reproducteur se divise en deux **anthérozoides** (gamète **male**).



3) La double fécondation :



10

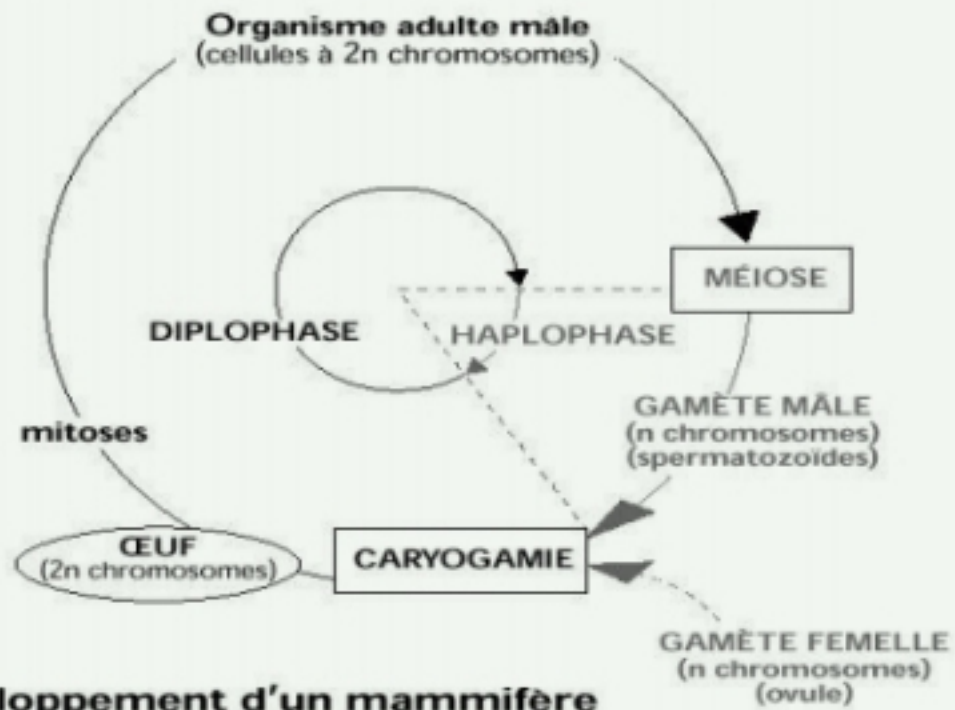
Quand le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, l'un des **anthérozoides** fusionne avec l'**oosphère** en donnant un **œuf diploïde** appelé **œuf principale**, l'autre anthérozoïde s'unit aux noyaux du sac donnant un **œuf triploïde** (**3n chromosomes**) appelé **œuf accessoire** ou **œuf albumen**.

Cette **double fécondation** est caractéristique aux **angiospermes** (spermaphytes dont le fruit n'est pas caché dans l'enveloppe).

VI) Cycle chromosomique :

A) Chez les animaux :

11



Cycle de développement d'un mammifère

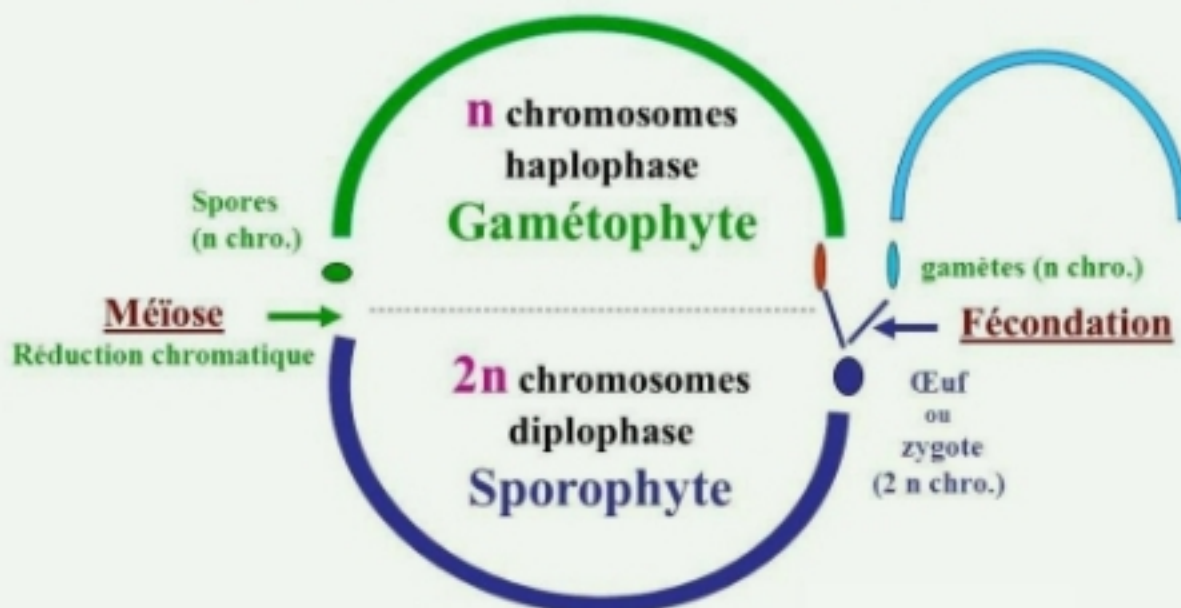
La méiose assure aux gamètes un nombre **haploïde** de **chromosome**. La fusion des noyaux au moment de la fécondation rétablit le nombre **diploïde** caractéristique de l'espèce. Il y'a donc de ce fait d'une génération à une autre, un phénomène d'alternance de deux phases, l'**haplophasie** et la **diplophasie**.

Les deux phases sont séparées par deux phénomènes compensateurs : la **méiose** et la **fécondation**.

Chez les animaux, la **diplophasie** est plus longue que l'**haplophasie** dont ce dernier se réduit à la durée de vie des gamètes.

B) Chez les spermaphytes :

Cycle théorique de reproduction des végétaux



La fleur porte les organes reproducteurs et donne naissance aux gamètes. Ces derniers sont mis en contact par la pollinisation. La double fécondation donne deux œufs qui se développent pour donner la **graine**. Celle-ci germe après un temps de repos et l'appareil végétatif qui en résulte est à l'origine d'une nouvelle fleur. Il y'a donc un véritable cycle de développement. Deux phénomènes compensateurs qui sont : la **méiose** et la **fécondation** :

- * La **Diplophasie** est représentée par l'**œuf**, la **graine** et la **plante feuillée**.

- * L'**Haplophasie** est représentée par le **grain de pollen** et le **sac embryonnaire**.

Les deux organes producteurs de gamètes sont les **gamétophytes**. Cette phase prend fin à la fécondation.

VII) Fruit et Graine :

1) Transformation de l'ovaire en fruit :

Après la double fécondation, l'**ovaire** se transforme en **fruit**. A l'origine de cette transformation, il y'a **2** excitations. En effet les grains de pollen contiennent des substances qui favorisent la croissance (**hypertrophie** de l'ovaire). Le développement du fruit est dû au développement par **hypertrophie de l'ovaire**.

2) Formation de la graine :

Une coupe d'un fruit fait apparaître des ovules gonflés qui sont en fait de jeune graine. Après la fécondation, le sac embryonnaire digère le **nucelle** tandis que chacun des deux **œufs** se divisent et l'ovule se transforme en graine.

3) Germination de la graine :

Pour germer, la graine doit être **saine**, ne doit pas être **vieille**. A ces conditions liées à l'état de la graine, s'ajoute les conditions du milieu :

- * L'**humidité** est indispensable à la germination ;
- * Il faut l'**aération** du sol ;
- * La **température** doit être optimum.

fin