

LA REPRODUCTION

Tous les êtres vivants sont capables de donner naissance à d'autres êtres vivants de la même espèce.

I. La reproduction sexuée

C'est le mode de reproduction le plus général, puisqu'il existe chez tous les êtres vivants.

La reproduction sexuée présente de grandes différences selon les espèces :

- certains animaux sont ovipares, d'autres sont vivipares ;

Une espèce est ovipare lorsque les femelles pondent des œufs fécondés.

Une espèce est vivipare lorsque les embryons se développent dans le ventre de la mère et sont alimentés par un cordon ombilical.

- chez certains il y a accouplement, chez d'autres non...

Cependant, la reproduction sexuée présente une grande unité : c'est le même phénomène chez tous les êtres vivants.

1. Les cellules de la reproduction

Les êtres vivants produisent des cellules reproductrices spéciales appelées cellules sexuelles ou gamètes.

Il existe deux types de gamètes :

- les gamètes mâles ou spermatozoïdes ;
- les gamètes femelles ou ovules.

Des caractères distinguent nettement les spermatozoïdes des ovules.

- Les spermatozoïdes sont très nombreux, mobiles et de petite taille.

Chez l'homme, par exemple, il y a 300 millions de spermatozoïdes dans 3 cm³ de sperme.

- Les ovules sont en nombre plus limité, immobiles, et très volumineux par rapport aux spermatozoïdes.

La femme, par exemple, produit un ovule tous les 28 jours environ, c'est-à-dire quelques centaines seulement au cours de sa vie. Ces ovules ont un volume 2 000 fois supérieur à celui des spermatozoïdes.

2. La fécondation

La fécondation est un phénomène qui consiste en la fusion d'un spermatozoïde et d'un ovule pour aboutir à ce qu'on appelle une cellule œuf qui se développera pour donner un embryon puis un fœtus puis un enfant.

C'est l'événement central et constant de toute reproduction sexuée. Ce qui peut varier d'une espèce à l'autre ce sont le lieu où se fait la rencontre des spermatozoïdes et des ovules (fécondation externe ou interne) et la façon dont se développe et se nourrit l'embryon...

Chez toutes les espèces, il existe des mécanismes qui empêchent la pénétration dans l'ovule de plusieurs spermatozoïdes. Ce phénomène est important car un œuf résultant de la fécondation d'un ovule par plusieurs spermatozoïdes est un œuf anormal, incapable de se développer.

Au niveau cellulaire, la reproduction sexuée est donc caractérisée par l'égalité : 1 ovule + 1 spermatozoïde = 1 cellule unique, la cellule œuf.

A sa naissance, le nouveau né humain est formé de 60 000 milliards de cellules. Toutes proviennent d'une cellule unique : la cellule œuf. Cette cellule se développera par divisions successives (en 2, 4, 8, 16, ...) pour former l'embryon.

3. La reproduction des bactéries

Les bactéries se reproduisent généralement par simple division en deux. Il s'agit d'une reproduction asexuée.

Les bactéries se reproduisent également par reproduction sexuée. L'accouplement entre deux bactéries (l'une est dite « mâle », l'autre « femelle ») dure 2 heures environ. Au cours de celui-ci, il y a injection du chromosome de la bactérie « mâle » dans la bactérie « femelle ». La bactérie « femelle » se divise alors en deux bactéries ayant chacune un chromosome issu de la fusion partielle ou totale des chromosomes initiaux.

4. La parthénogenèse

La parthénogenèse est un mode de reproduction indépendant de la fécondation.

On appelle parthénogenèse le développement d'un nouvel individu à partir d'un ovule vierge, c'est-à-dire non fécondé par un spermatozoïde.

La parthénogenèse naturelle s'observe chez quelques animaux (pucerons, abeilles...).

- Les pucerons sont des insectes piqueurs qui se nourrissent de la sève des plantes. Ils se reproduisent très rapidement : la population peut doubler tous les trois jours et demi.
 - Au printemps, en été et en automne, la reproduction a lieu sans l'intervention des mâles. Les ovules des femelles se développent sans fécondation : des petits sortent du corps de leur mère. Il y a ovoviviparité.
- Une espèce est ovovivipare lorsque les œufs incubent et éclosent dans le ventre de la mère, sans relation nutritive avec celle-ci.
- A la fin de l'automne, quand les jours raccourcissent, apparaissent des femelles qui donnent naissance à des mâles et à des femelles ovipares. Ces dernières, fécondées par les mâles, pondent des œufs qui entrent en diapause¹ jusqu'au printemps suivant.
- Chez les abeilles, les phénomènes de parthénogenèse n'ont pas lieu dans les mêmes conditions. Les œufs fécondés par un spermatozoïde se développent en donnant :
 - soit des ouvrières : femelles stériles, aux organes génitaux atrophiés en raison de la nourriture qui leur est donnée pendant leur vie larvaire ;
 - soit des reines : femelles fertiles, dont les larves sont nourries de gelée royale. Dans une ruche, il n'existe qu'une seule reine qui assure toute la descendance. Sa seule fonction est de pondre des œufs.
- Des ovules non fécondés sont, à certaines périodes, pondus par la reine. Leur développement parthénogénétique donne naissance à des mâles.

II. La reproduction asexuée

La reproduction asexuée existe chez un certain nombre de végétaux (par exemple : bouturage, plantation de tubercules de pomme de terre,...). Elle est beaucoup plus rare chez les animaux.

La reproduction asexuée, encore appelée multiplication asexuée, est le processus par lequel un individu donne naissance à deux (ou parfois plusieurs) individus de même espèce sans intervention de phénomènes sexuels, c'est-à-dire sans formation de gamètes et sans fécondation. Le nouvel individu obtenu par reproduction asexuée ne se forme pas à partir d'une cellule unique (la cellule œuf), mais à partir de plusieurs cellules non spécialisées (un morceau de tige, un fragment de racine, une partie du corps d'un animal).

¹ Période au cours de laquelle l'activité et le développement d'un insecte sont suspendus à un stade déterminé (embryonnaire, larvaire, nymphal, imaginal), par suite de l'interruption prolongée d'un processus métabolique interne sous l'influence de facteurs du milieu extérieur.

III. Comparaison des deux modes de reproduction

La reproduction sexuée et la reproduction asexuée sont deux processus indépendants qui ne s'excluent pas et peuvent se produire chez un même individu. Par exemple, on obtient un pied de pomme de terre soit en plantant un tubercule, soit en semant une graine. Le premier procédé, beaucoup plus rapide que le second, est le seul utilisé par les agriculteurs et les jardiniers.

Tous les individus qui naissent par multiplication asexuée sont parfaitement identiques entre eux et identiques à l'animal ou à la plante qui leur a donné naissance.

Les individus qui naissent par reproduction sexuée sont au contraire différents les uns des autres.

IV. Les supports de l'information génétique

1. Les protéines

Tous les êtres vivants ont les mêmes constituants chimiques.

Parmi ces constituants, les protéines sont de grosses molécules formées par l'enchaînement d'acides aminés. Quelles que soient leur taille ou leur fonction (enzymes, hormones, anticorps, protéines de constitution...), les protéines sont toutes constituées des mêmes 20 acides aminés. Une protéine diffère d'une autre protéine non seulement par le nombre d'acides aminés, mais également par l'ordre d'enchaînement de ces acides aminés.

Si, entre une mère et son enfant, les ressemblances sont plus grandes qu'avec une personne extérieure à la famille, c'est que cette mère et cet enfant ont en commun certaines protéines que ne possède pas la personne sans lien de parenté avec eux. Par ailleurs, deux enfants d'une même famille sont différents l'un de l'autre (en dépit des nombreuses ressemblances) parce que l'un « sait fabriquer » certaines protéines que l'autre « ne sait pas fabriquer ».

2. Les gènes

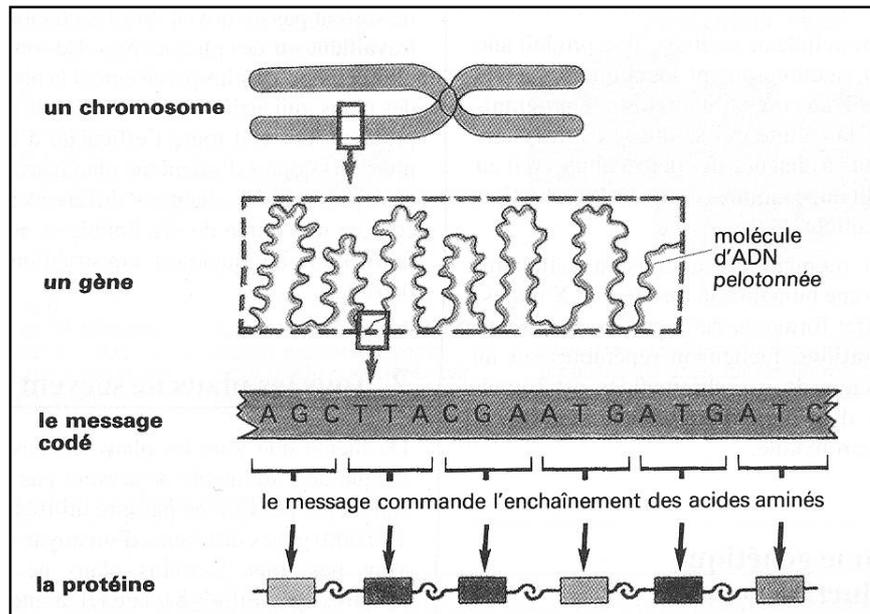
Les gènes portent l'information génétique nécessaire à la synthèse des protéines par la cellule. Ces protéines permettent :

- l'expression des caractères héréditaires propres à chaque individu : couleur des cheveux, des yeux, de la peau, taille... ;
- la fabrication de l'insuline, de l'hémoglobine, ..., de toutes protéines indispensables au fonctionnement de l'organisme.

3. L'Acide DésoxyriboNucléique ou ADN

L'ADN est une molécule codée. Elle constitue la « phrase » dont les gènes sont les « mots ».

« L'alphabet » est constitué de quatre lettres A, T, G, C. Ce sont quatre constituants chimiques différents appelés bases azotées, complémentaires entre elles deux à deux : l'Adénine, la Thymine, la Guanine, la Cytosine. C'est l'ordre dans lequel sont agencées ces bases qui donne le code génétique.



4. Les chromosomes

Un chromosome est constitué d'une molécule filiforme très longue d'ADN. Cette molécule porte le code génétique.

En dehors de la division cellulaire (mitose), les molécules d'ADN sont complètement déroulées dans le noyau et forment la chromatine.

Quand une cellule s'apprête à se diviser, la molécule d'ADN s'enroule sur elle-même et prend alors la forme de « bâtonnets » visibles au microscope ordinaire. Chacun de ces bâtonnets est un chromosome. En comptant les chromosomes, on constate qu'ils sont toujours en nombre pair et semblables morphologiquement deux à deux. Ainsi, à chaque chromosome correspond un 1 chromosome de même forme et de même longueur dit chromosome homologue. Les biologistes rangent les chromosomes par paires et établissent ce qu'ils appellent un caryotype (figure 1).

Le caryotype humain est formé de 23 paires de chromosomes homologues. Pour le désigner, on utilise souvent la formule $2n = 46$ qui montre bien qu'il existe deux lots de chromosomes homologues.

Le nombre de chromosomes varie selon les espèces, mais il est toujours un nombre pair dans les cellules diploïdes. Par exemple, $2n = 8$ chez la mouche drosophile, $2n = 24$ chez la grenouille, $2n = 32$ chez la poule, $2n = 64$ chez le cheval, $2n = 78$ chez le chien, $2n = 14$ pour le pois, $2n = 48$ pour le tabac, $2n = 36$ pour la tomate.

Un chromosome porte plusieurs gènes. On estime qu'il y a, dans l'espèce humaine, entre 30 000 et 50 000 gènes différents. En 1987, on avait déjà localisé près de 3 000 gènes sur les chromosomes ; ainsi s'établissent peu à peu les cartes génétiques.

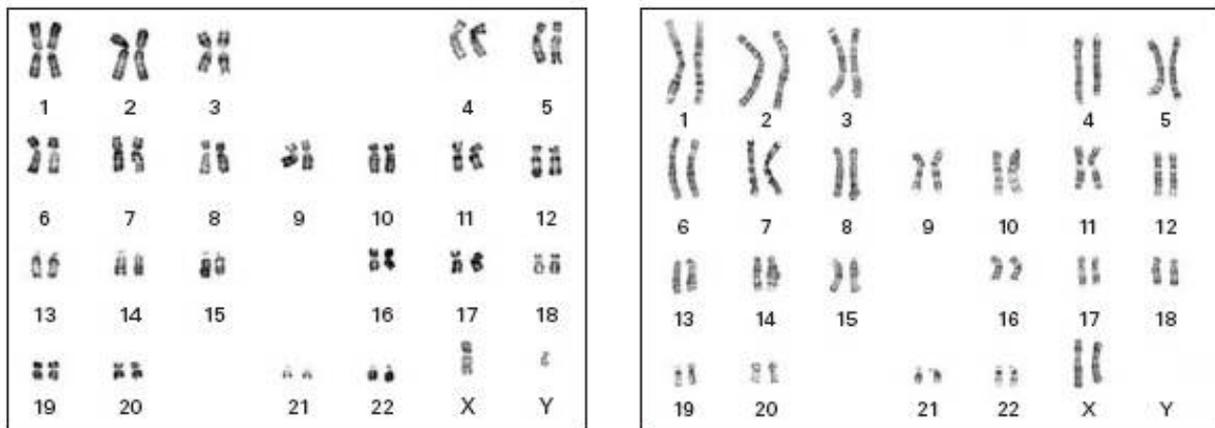


Figure 1

Caryotypes humains

5. Le programme génétique

On appelle programme génétique l'ensemble des gènes qui se trouvent chez un individu. Chaque noyau cellulaire d'un organisme possède la totalité du programme génétique qui se trouvait à l'origine dans la cellule œuf.

Le corps humain est constitué de plus d'un milliard de milliards de cellules qui proviennent toutes de la cellule œuf (qui s'est divisée en 2, puis en 4, en 8, en 16... cellules). Ces innombrables divisions cellulaires (appelées mitoses) conservent le même nombre de chromosomes dans chacune des cellules obtenues.

Juste avant qu'une cellule ne se divise, il se produit une synthèse d'ADN rigoureusement identique à l'ADN préexistante. Ainsi, au cours d'une mitose, le programme génétique de la cellule qui se divise est transmis dans son intégralité à chacune des deux cellules qui en sont issues. On dit que la mitose est une reproduction conforme de la cellule.

6. Programme génétique et reproduction sexuée

Le programme génétique d'un être vivant né par reproduction sexuée proviennent pour moitié de son père et pour moitié de sa mère. La moitié de ses chromosomes proviennent de son père, l'autre moitié de sa mère.

Cet héritage des chromosomes s'effectue de manière très précise : les deux chromosomes d'une même paire, bien que morphologiquement identiques, n'ont pas la même origine, l'un est d'origine paternelle, l'autre d'origine maternelle.

Les spermatozoïdes et les ovules sont des cellules qui ne contiennent pas les $2n$ chromosomes caractéristiques de l'espèce mais seulement n chromosomes. Ce sont des cellules haploïdes. En effet, au cours de leur formation se produit une division cellulaire spéciale, appelée méiose, qui réduit le nombre des chromosomes de $2n$ à n . Les gamètes ne contiennent alors qu'un seul chromosome de chaque paire.

Au cours de la fécondation, l'union d'un spermatozoïde (à n chromosomes) et d'un ovule (à n chromosomes) donne une cellule œuf qui contient $2n$ chromosomes.

V. La cellule

1. Structure de la cellule

Les cellules de notre organisme présentent toutes une constitution identique :

- une membrane cytoplasmique, qui délimite et protège la cellule ; sa structure permet des échanges entre les milieux intra et extracellulaires ;
- un cytoplasme, sorte de gelée visqueuse qui contient les organites cellulaires permettant le travail cellulaire ainsi que des substances indispensables à la vie de la cellule ;
- un noyau, délimité par la membrane nucléaire, qui contrôle l'activité cellulaire. Il contient l'information génétique transmise de génération en génération et qui permet la synthèse des protéines.

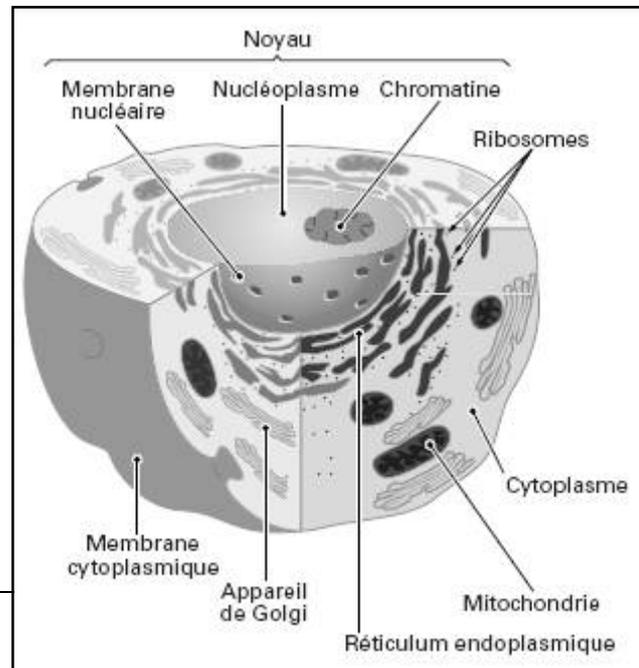


Figure 2

Structure de la cellule

2. Le cycle cellulaire

Le cycle cellulaire est la période comprise entre l'instant où la cellule est formée et le moment où elle se reproduit. Elle subit durant ce laps de temps de nombreuses transformations.

L'interphase comprend :

- la phase G₁ pendant laquelle la cellule croît en produisant des organites ;
- la phase S (synthèse) pendant laquelle l'ADN est répliqué ;
- la phase G₂ précédant la mitose.

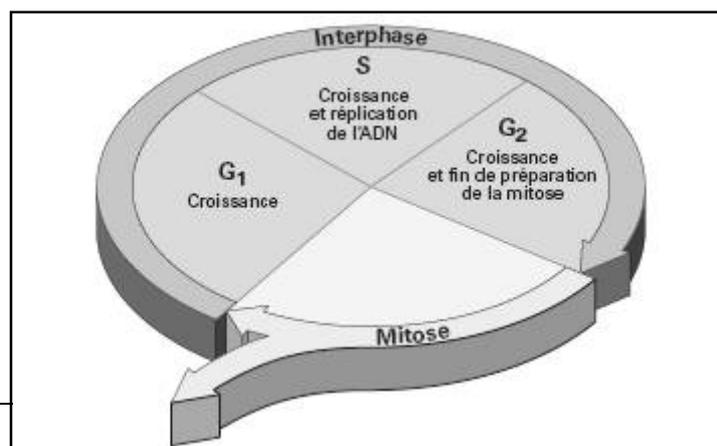


Figure 3

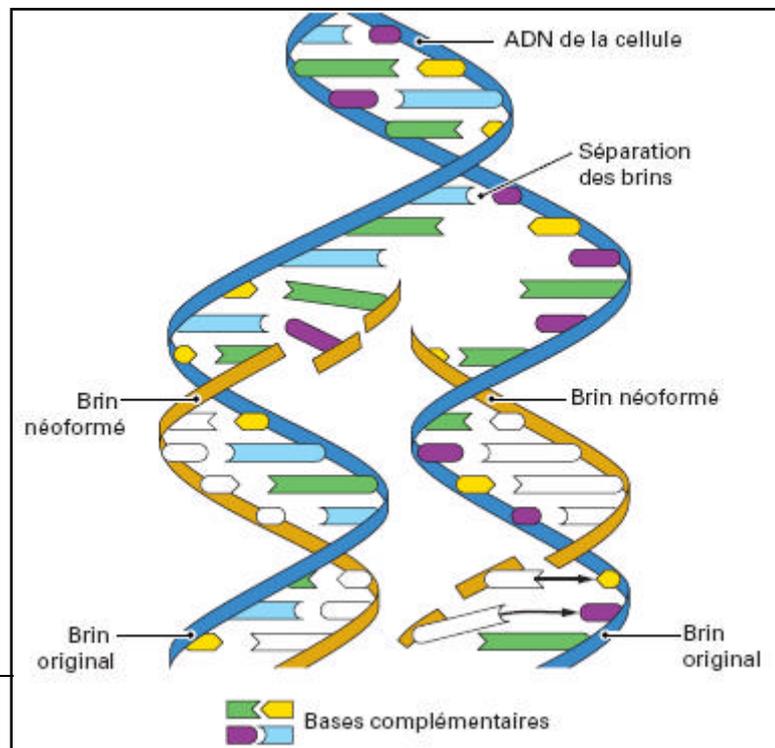
Le cycle cellulaire

3. Réplication de l'ADN

La réplication se fait selon un mode semi-conservatif. Un brin de la cellule mère sert de guide à la synthèse de chaque nouveau brin. Les bases azotées s'associent toujours deux par deux : A - T ; C - G.

Figure 4

Réplication de l'ADN

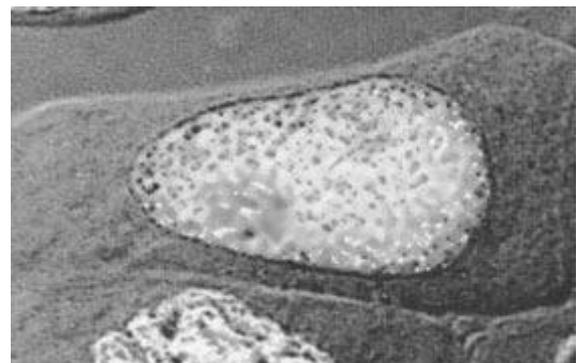


4. La mitose

La mitose permet d'obtenir, à partir d'une cellule mère, deux cellules identiques entre elles et identiques à la mère. Elle concerne la reproduction de toutes les cellules du corps, sauf les cellules sexuelles.

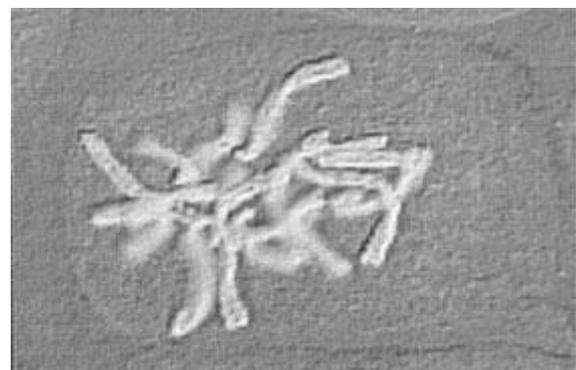
- Interphase

L'ADN est décondensé dans le noyau de la cellule.



- Prophase

L'ADN se condense progressivement dans le noyau, la membrane nucléaire disparaît.



- Métaphase

Les chromosomes bichromatidiens s'alignent selon une plaque équatoriale dans la cellule.



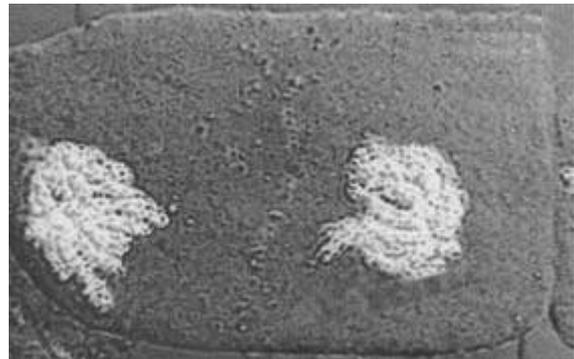
- Anaphase

Les chromosomes monochromatidiens sont tractés en deux groupes vers les pôles de la cellule.



- Télaphase

Les chromosomes se regroupent en deux futurs noyaux. Les deux cellules filles se séparent.



5. La méiose

Les cellules sexuelles ne possédant que 23 chromosomes subissent un autre système de multiplication : la méiose.

La méiose permet d'obtenir, à partir d'une cellule mère, quatre cellules filles dont le noyau ne contient qu'un seul exemplaire de chaque chromosome. Elles concernent les cellules sexuelles.

La méiose se caractérise par deux divisions (figure 5) :

- L'une est réductionnelle : la cellule initiale à $2n$ chromosomes donne naissance à deux cellules à n chromosomes à 2 chromatides.
- L'autre est équationnelle (identique à la mitose) : chaque cellule à n chromosomes donne alors naissance à deux cellules filles à n chromosomes à 1 chromatide.

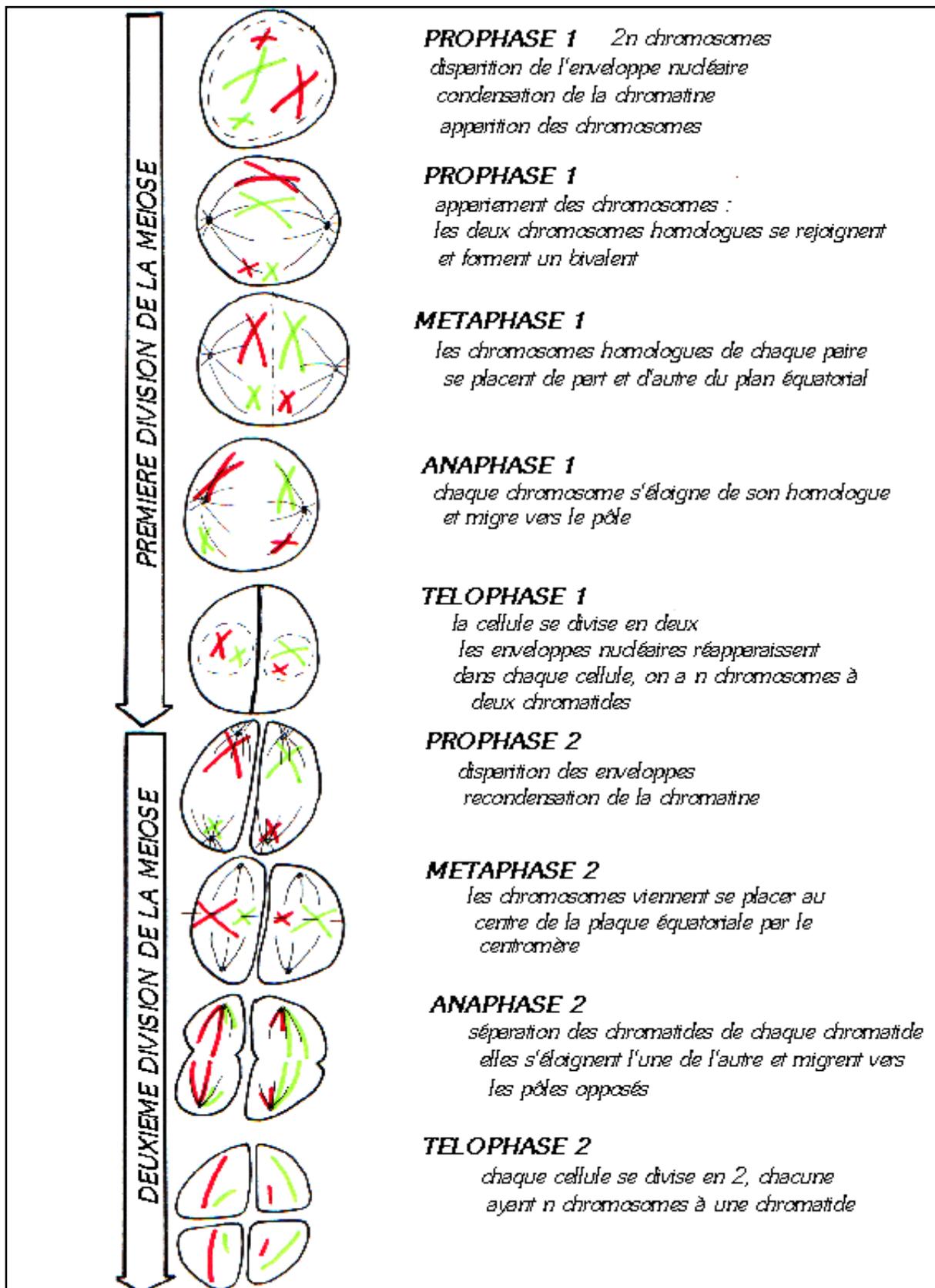


Figure 5

La méiose

VI. Cycle de développement

1. Définition

On appelle cycle de développement la suite d'étapes qui se déroulent depuis la conception d'un organisme jusqu'à l'apparition de ses propres enfants.

2. Exemple : la méiose

Les organismes à reproduction sexuée passent par un processus qui réduit de moitié le nombre de chromosomes des gamètes, ce qui permet de conserver le nombre de chromosomes de l'espèce après la fécondation.

Ce processus constitue une forme de division cellulaire que l'on nomme méiose et qui se produit seulement dans les ovaires et les testicules. Pendant la méiose, le nombre de chromosomes est réduit de moitié, alors qu'il demeure constant pendant la mitose. C'est pour cette raison que les spermatozoïdes et les ovules humains possèdent un nombre haploïde de 23 chromosomes. La fécondation se solde par un retour au nombre diploïde. Le cycle de développement de l'espèce humaine se poursuit ainsi d'une génération à l'autre.

La méiose et la fécondation sont des phénomènes propres à la reproduction sexuée. Le cycle de développement de tous les organismes à reproduction sexuée suit la même alternance entre les phases diploïde et haploïde.