

Fiche

Le cycle cellulaire

Définition du cycle cellulaire. Présentation des 2 phases du cycle

Chaque cellule est vivante et ne reste pas identique tout au long de sa vie. Si on observe des cellules au microscope au cours de leur vie, on remarque qu'on peut les observer sous deux états : soit la cellule est en train de se diviser, soit elle n'est pas en train de se diviser.

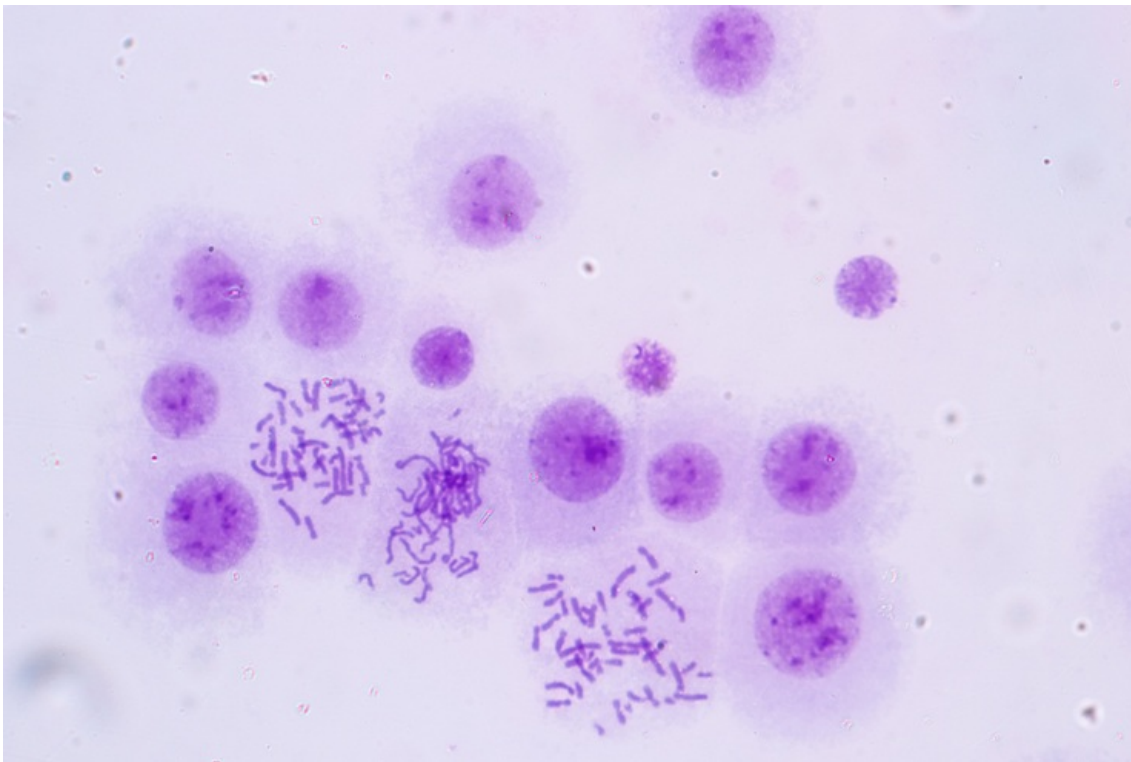
Mais la plupart du temps, les cellules ne se divisent pas, on dit qu'elles sont en interphase. L'interphase représente 90 % du temps de vie d'une cellule environ.

Les cellules en interphase sont les cellules telles qu'on les connaît. Elles contiennent un noyau, mais on ne voit pas de chromosomes.

Mais les cellules peuvent aussi se diviser, on dit qu'elles sont en mitose.

Les cellules en mitose n'ont plus de noyau. À sa place, on distingue de petits éléments : les chromosomes.

Cellules animales en interphase (avec noyau) et en mitose (présence de chromosomes) au microscope optique x400



Durée du cycle cellulaire de quelques types de cellules

Si on observe une cellule sur la durée, on observe que les interphases et les mitoses se succèdent : on a donc un cycle. Dans ce cas, on parle du cycle cellulaire.

La durée du cycle cellulaire est très variable selon la cellule.

Bactéries dans des conditions optimales	20 min
Cellules d'embryon de grenouille au début du développement	30 min
Cellules de levure (Le champignon qui fait lever le pain)	1,5 à 3 h
Cellules de notre intestin	12 h
Cellules de notre foie	1 an

La mitose et ses phases

La mitose vue au microscope

La mitose est la phase du cycle pendant laquelle une cellule se divise. Voici ce qu'on voit, si on prend des photos à intervalles réguliers, pendant la division d'une cellule végétale :

La mitose au cours du temps vue au microscope optique $\times 400$

Cellule A : pas encore en division.

Cellules B, C, D, E : étapes successives de la division.

Attention, un élément important de la cellule en mitose n'apparaît pas sur les images ci-dessus, car il demande une coloration spéciale : c'est le fuseau de division ou fuseau mitotique (cf schémas suivants).

Image A. Cellule interphasique.

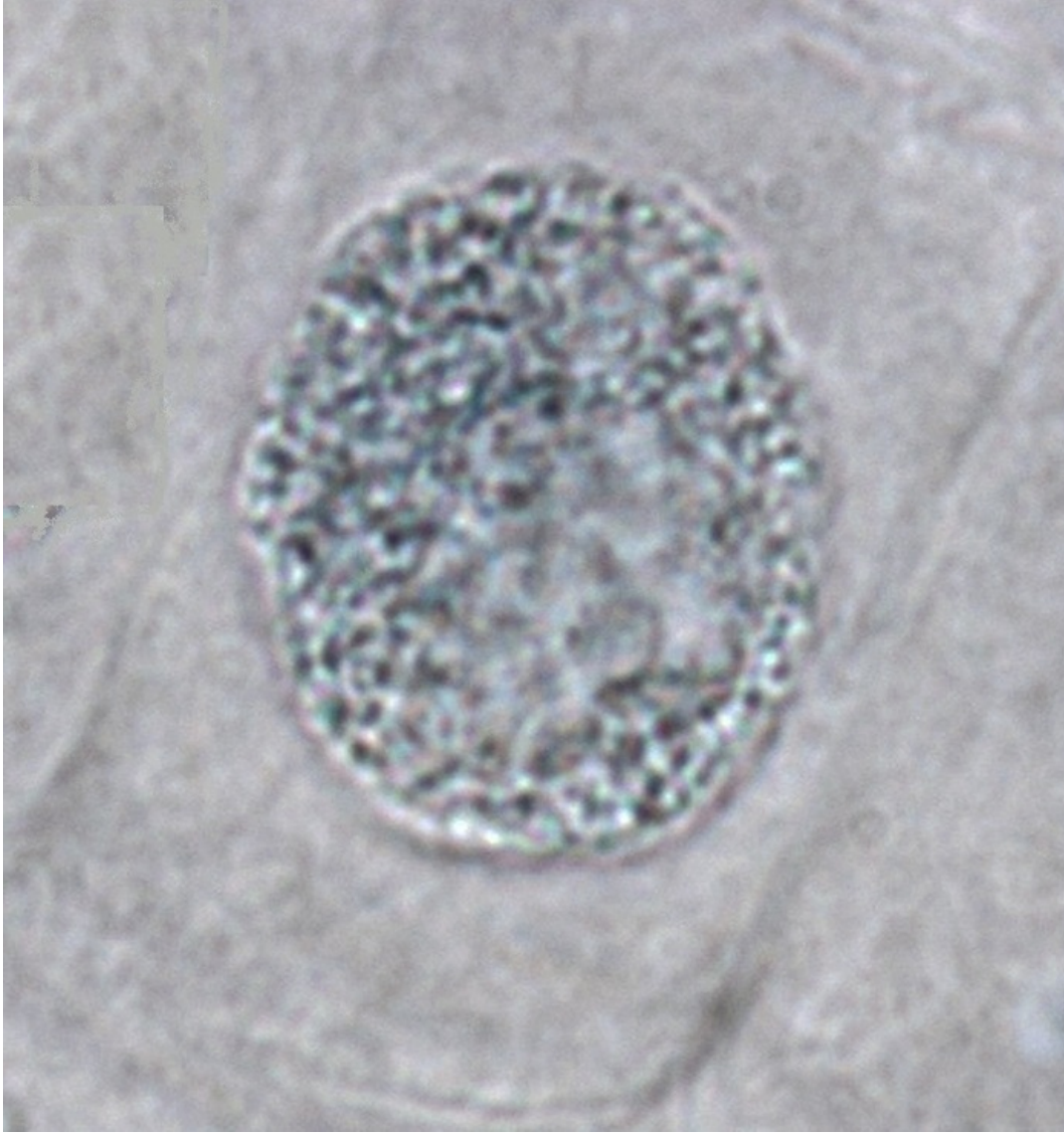


Image B. Cellule en prophase.

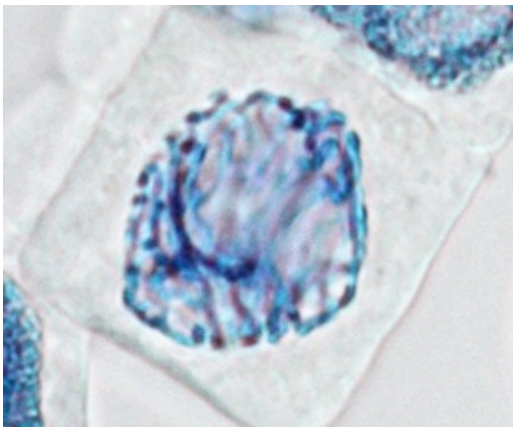


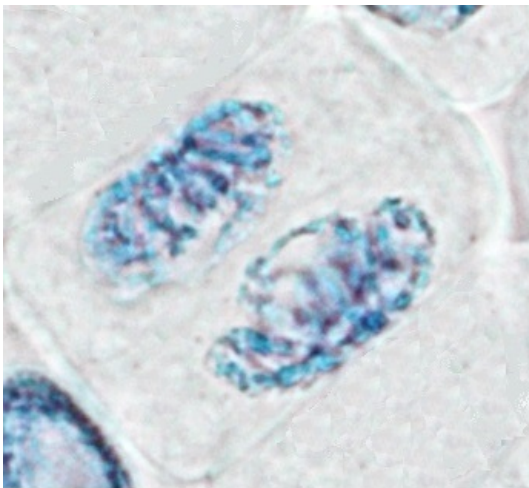
Image C. Cellule métaphasique.



Image D. Cellule anaphasique.



Image E. Cellule télophasique.



On va distinguer quatre étapes au cours de la mitose.

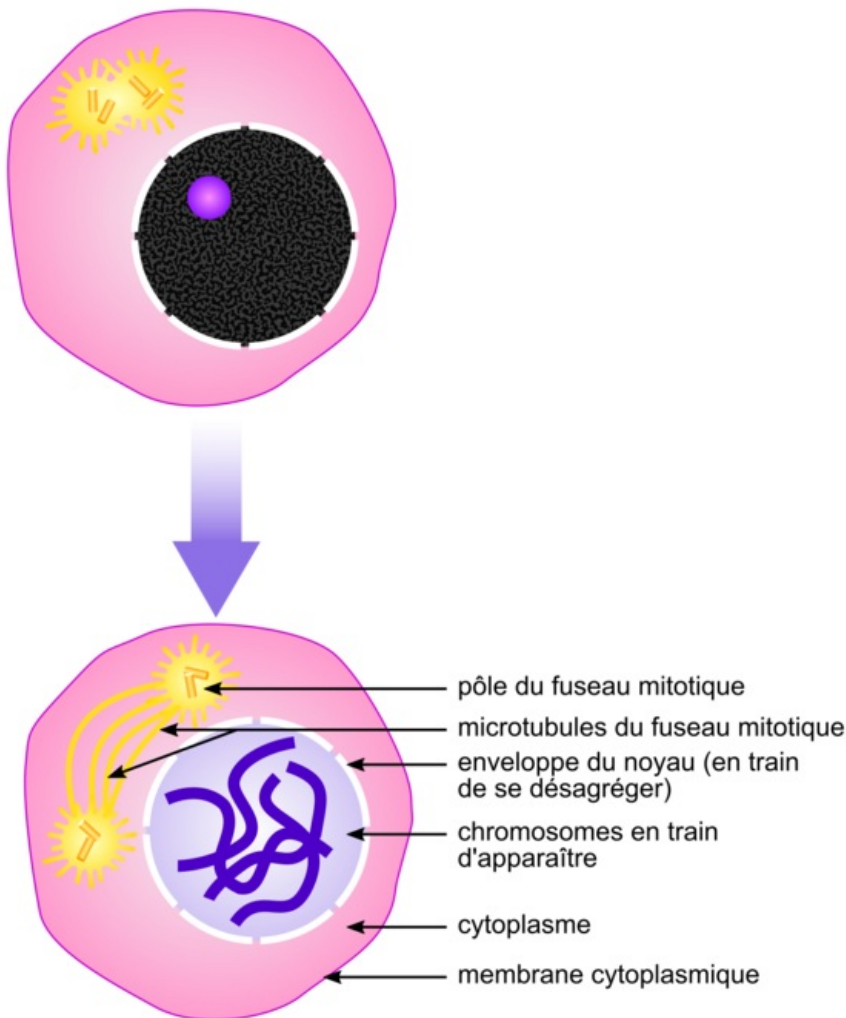
Les phases de la mitose

La prophase

C'est la phase visible sur l'image B du document 3 ci-dessus. On observe un changement important : **le noyau de la cellule**, qu'on devine en A, **disparaît. Il est remplacé par des sortes de filaments épais : les chromosomes. Ces chromosomes sont doubles** : ils sont composés de deux chromatides réunies par leurs zones centrales, le centromère.

De plus, **le fuseau mitotique commence tout juste à apparaître**. Il s'agit d'une série de filaments appelés microtubules qui s'organisent en formant un fuseau, c'est-à-dire un objet de forme ovale mais aux extrémités pointues (voir schémas ci-dessous).

De l'interphase (en haut) à la première phase de la mitose, la prophase (en bas)

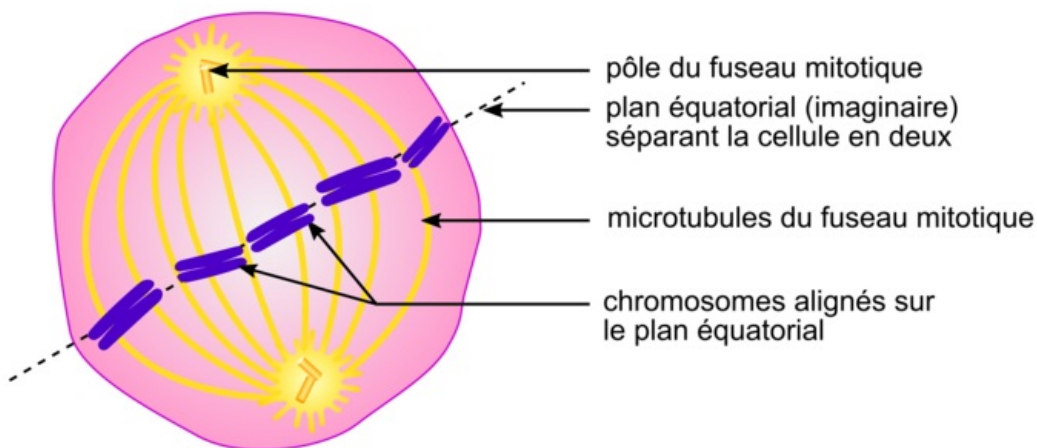


La métaphase

C'est la phase visible sur l'image C du document ci-dessus.

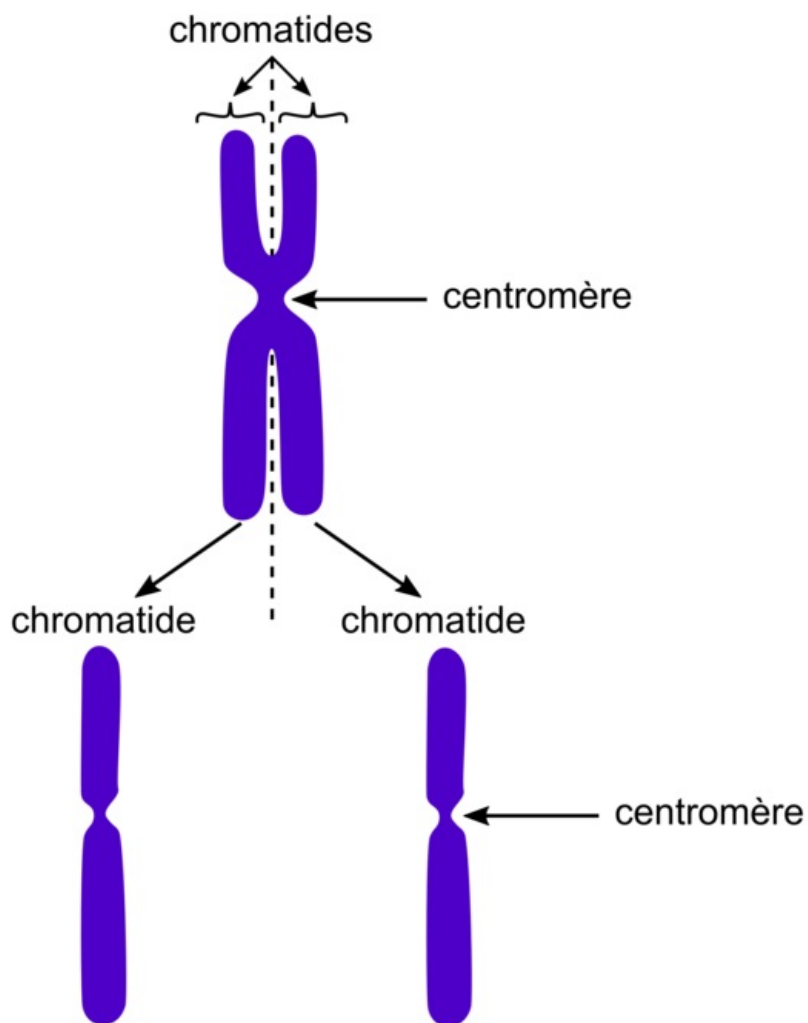
Le fuseau mitotique a fini de se mettre en place. On note que **les chromosomes se sont alignés également au centre du fuseau.** **Le plan sur lequel ils sont alignés coupe la cellule en deux, on l'appelle donc le plan équatorial** (comme l'équateur de la planète Terre qui est le plan qui coupe la planète en deux). Remarque : ce plan est, bien sûr, fictif, de même qu'aucune grande ligne n'indique « équateur » à la surface de la Terre.

Schéma de la métaphase



L'anaphase

Suite à la métaphase, il se produit un changement important : les chromosomes se séparent en deux. Plus précisément, les chromosomes doubles, constitués de deux chromatides se séparent en deux chromosomes simples constitués d'une seule chromatide.



On voit qu'un chromosome double constitué de deux chromatides (en haut) se divise à l'anaphase en deux chromosomes simples (en bas) chacun constitué d'une seule chromatide.

Puis, chaque groupe de chromosomes simples migre vers un pôle opposé de la cellule.

C'est la phase visible sur l'image D du document 3 ci-dessus.

Le fuseau mitotique joue un rôle essentiel dans cette migration. **Chaque chromosome simple est tiré par son centromère vers un pôle de la cellule. Il est tiré le long des microtubules du fuseau qui jouent le rôle de câbles.** Ce sont des protéines motrices, non visibles au microscope optique, qui tirent les chromosomes grâce aux microtubules.

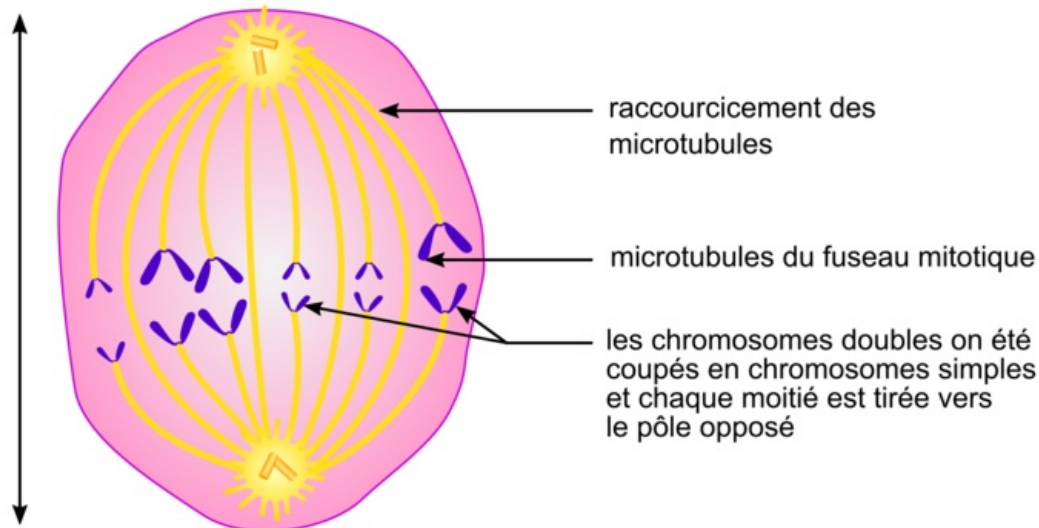
Si on résume ce qui se passe pendant l'anaphase, voici ce qu'on a :

 [Exercice n°1](#)

 [Exercice n°2](#)

Schéma de l'anaphase

la cellule s'allonge



La télophase

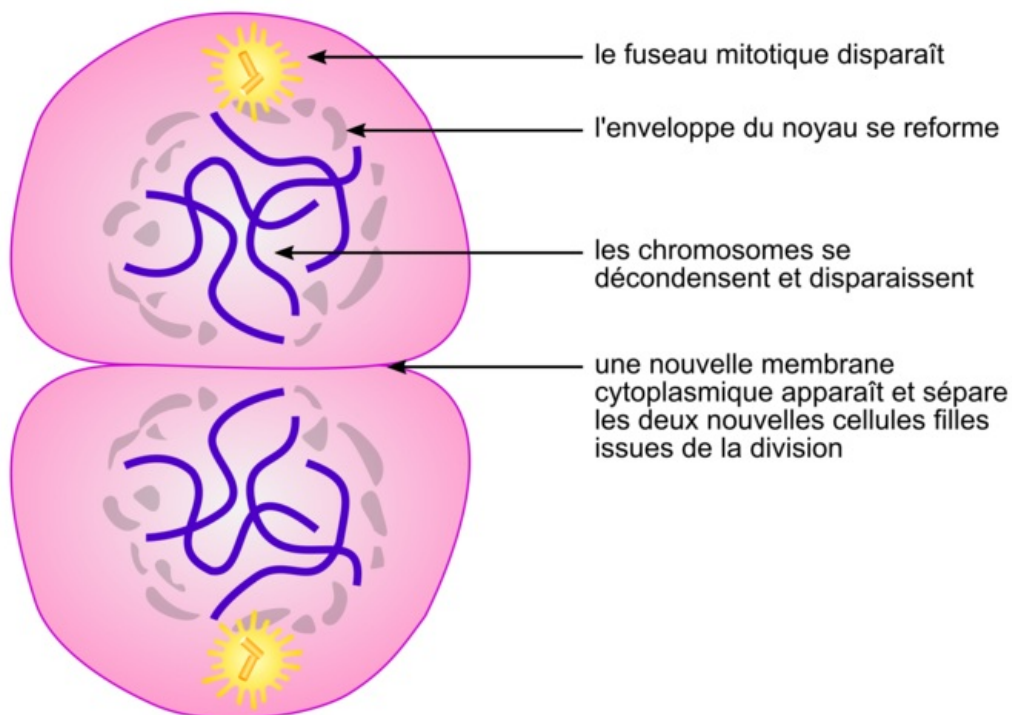
C'est la phase visible sur l'image E du document 3 ci-dessus. On s'aperçoit que **deux nouvelles cellules sont en train de remplacer la cellule initiale**.

Cela se traduit notamment par un **regroupement de chaque ensemble de chromosomes simples**. On remarque d'ailleurs que **les chromosomes finissent par disparaître et sont remplacés dans chaque nouvelle cellule par une structure ronde : un nouveau noyau**.

De plus, **une nouvelle membrane plasmique apparaît** au centre et, quand elle est totalement formée, **il n'y a plus une seule cellule mais deux**.

Enfin, **le fuseau mitotique disparaît**, il ne sert plus à rien.

Schéma de la télophase



Une fois la télophase terminée, c'est la fin de la mitose. On a deux nouvelles cellules en interphase.

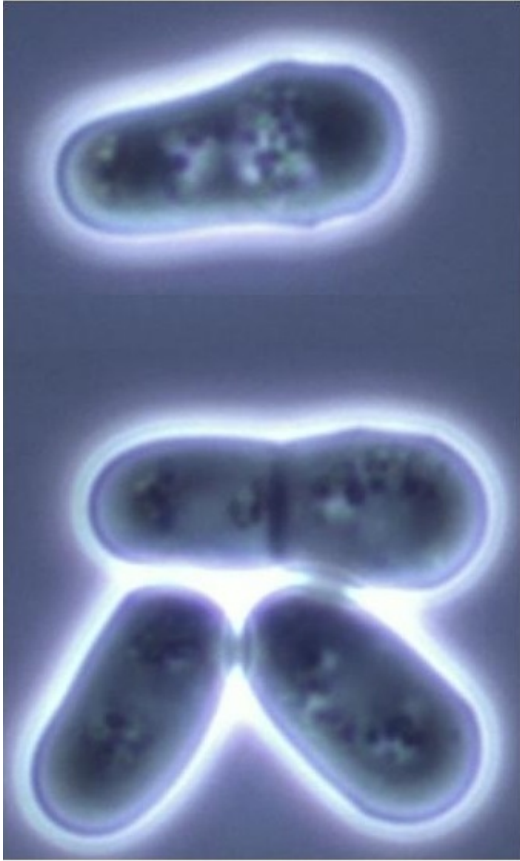
L'interphase

L'interphase est donc l'état d'une cellule entre deux mitoses. Il s'y passe notamment deux choses :

L'interphase est une phase de croissance pour la cellule

Observons dans un premier temps différentes cellules mises en culture (mettre en culture des cellules signifie qu'on les met dans un milieu de vie avec tous les éléments dont elles ont besoin pour vivre et se multiplier).

Cellules de la levure *Schizosaccharomyces pombe* au microscope optique ×400



La cellule du haut est une cellule en début d'interphase. Elle est petite, car elle sort tout juste d'une division.

La cellule du milieu est en train de se diviser. Cela se voit car la cellule est déjà coupée en deux par une nouvelle membrane. Elle est plus grande que la cellule du haut.

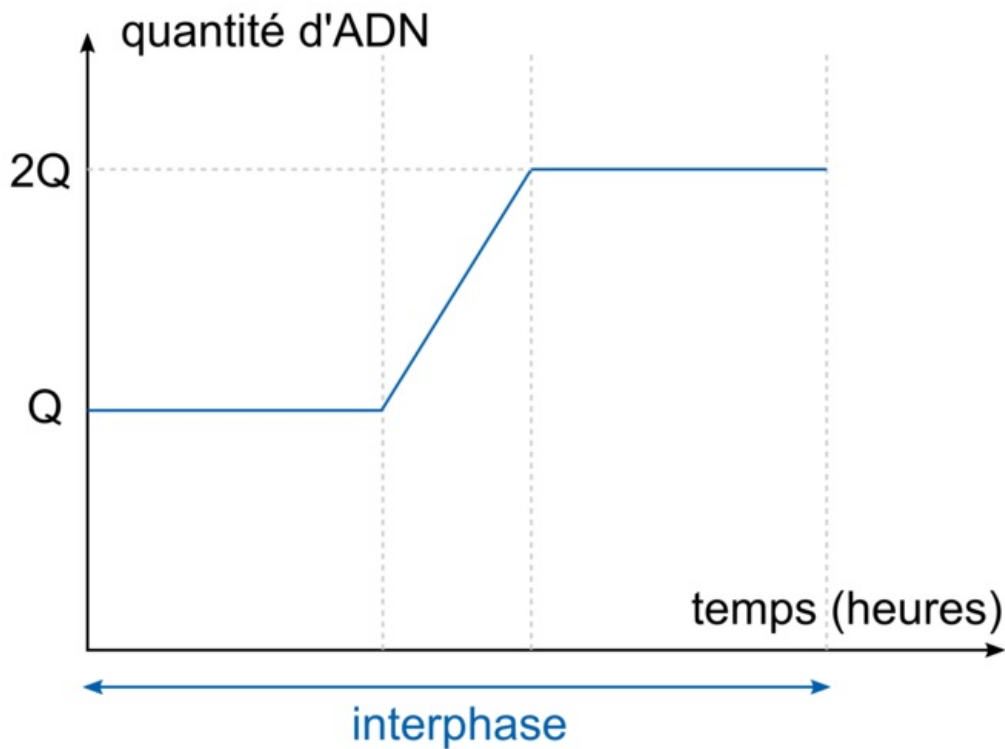
Enfin, chaque cellule fille (en bas) est deux fois plus petite que la cellule initiale.

Au cours de son interphase, une cellule grandit donc beaucoup. Et quand elle se divise, elle donne naissance à deux petites cellules qui devront à leur tour croître pendant leur interphase avant de pouvoir entrer en mitose.

L'interphase est une phase de reconstitution de la quantité d'ADN

On ajoute à une culture de cellules un colorant devenant fluorescent quand il se lie à l'ADN. On mesure ensuite la fluorescence des cellules et on obtient cela :

Variation de la quantité d'ADN dans une cellule au cours de l'interphase



Q = quantité d'ADN en début d'interphase.

$2Q$ = 2 fois la quantité Q .

On voit donc que la quantité d'ADN double au cours de l'interphase.

Cependant, la quantité d'ADN n'augmente pas pendant toute l'interphase, mais seulement vers le milieu de celle-ci.

Bilan. Les phases de l'interphase

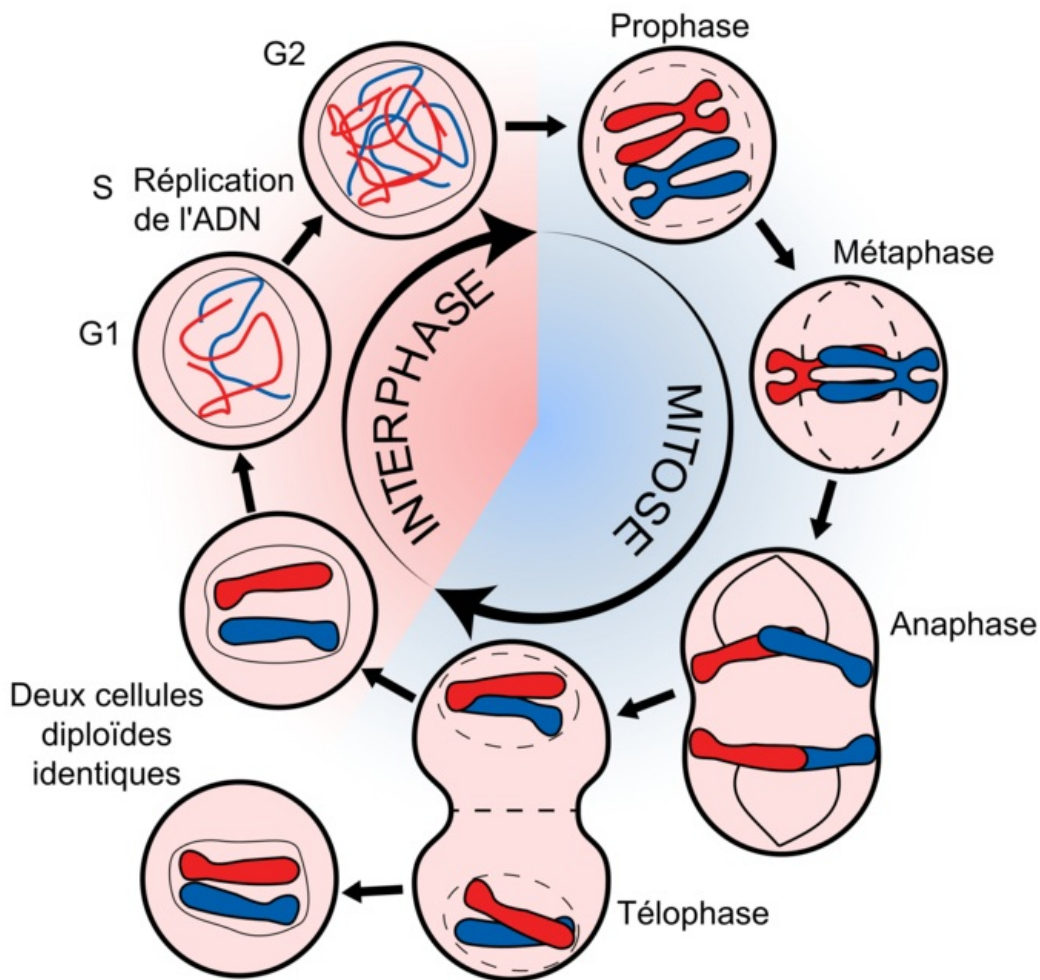
On distingue trois sous-phases pendant l'interphase :

- La première est la phase **G1** (où G = growth, qui veut dire « croissance » en anglais) qui est une période pendant laquelle la quantité d'ADN n'augmente pas, mais où la cellule grossit.
- La deuxième, pendant laquelle la quantité d'ADN double, est appelée **phase S** ($S = \textit{synthesis}$, soit la phase de synthèse de l'ADN).
- La troisième est la phase **G2** (G a la même signification que pour G1). C'est une deuxième phase sans modification de la quantité d'ADN, mais où la cellule grossit.

C'est donc pendant l'interphase que la cellule accomplit ses fonctions et également qu'elle se « prépare » en reconstituant les éléments dont elle a besoin pour une nouvelle mitose.

Bilan sur le cycle cellulaire

Schéma bilan simplifié du cycle cellulaire



 Exercice n°3

 Exercice n°4

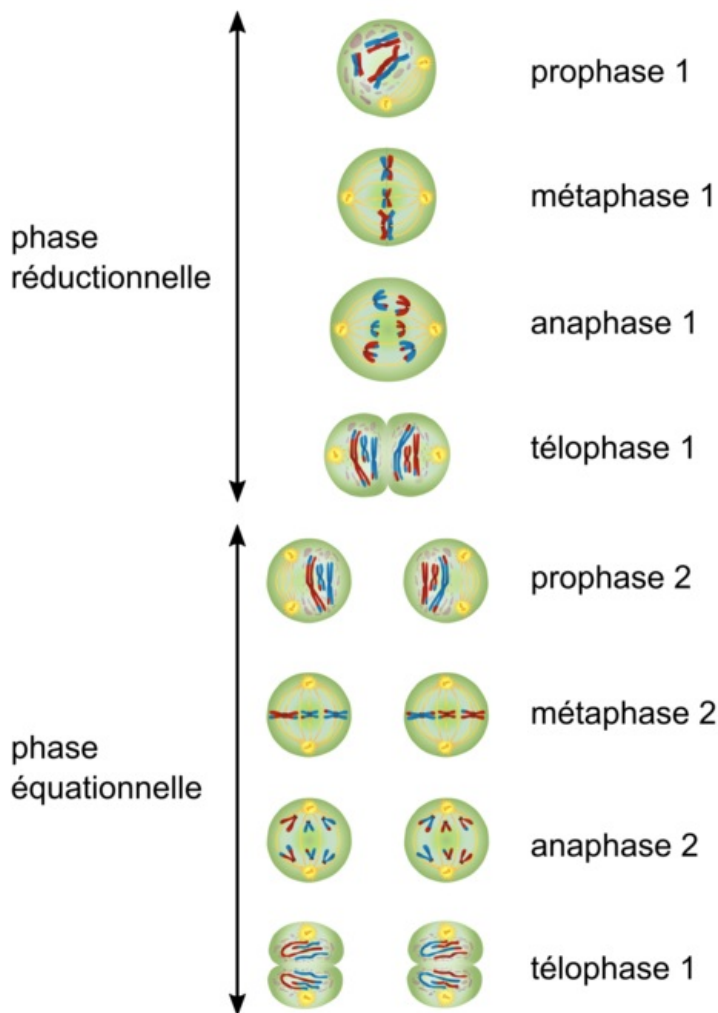
La méiose, une division cellulaire particulière qui a lieu dans les organes reproducteurs

La méiose a lieu dans les cellules souches à l'origine des gamètes, situées par exemple dans les tubes séminifères des testicules, chez un homme. Ainsi, c'est suite à la méiose qu'on obtiendra des spermatozoïdes. Ce sont aussi des méioses qui permettent la formation des ovules dans les ovaires.

Pour simplifier, prenons pour exemple une cellule souche de départ, de formule chromosomique $2n = 4$: cette cellule souche possède deux paires de chromosomes donc quatre chromosomes en tout. Les deux chromosomes d'une même paire sont appelés chromosomes homologues. Par ailleurs, suite à la réplication qui a précédé la méiose, ces chromosomes sont doubles.

Le schéma ci-dessous montre le déroulement de la méiose qui commence alors.

Les étapes de la méiose



La méiose se divise donc en deux phases.

La première est la phase réductionnelle.

Elle est appelée ainsi parce que la **formule chromosomique** passe de $2n = 4$ pour la cellule mère à $n = 2$ pour chacune des deux cellules issues de la division. On dit aussi qu'on passe d'une cellule **diploïde** (avec des paires de chromosomes) à des cellules **haploïdes** (avec un seul exemplaire de chaque chromosome). C'est la **grande différence** entre la méiose et la mitose : **ce sont les chromosomes homologues qui se séparent lors de la première métaphase de la méiose**, et non les chromatides comme dans la mitose (à comparer avec le document 7 pour bien voir la différence).

Immédiatement après cette première division, une **deuxième division a lieu : la division équationnelle**.

Cette deuxième division est dite équationnelle car, cette fois, ce sont **les chromosomes qui se séparent en deux parties égales : ceux qui étaient doubles deviennent simples** (cette deuxième division ressemble donc à la mitose).

La méiose a ainsi donné naissance à **quatre cellules haploïdes contenant des chromosomes simples**. Ces cellules sont les **cellules reproductrices : les gamètes**.

Remarque : sur le schéma ci-dessus, certains chromosomes semblent changer de couleur. En effet, les chromosomes échangent des « morceaux » pendant la méiose.

Par la suite, un gamète mâle et un gamète femelle s'unissent : leur fusion conduit à une cellule œuf ou zygote. Comme cette cellule œuf est issue de deux gamètes haploïdes, elle est diploïde.

Le zygote formé suite à la fécondation se divisera par mitoses et redonnera un individu adulte.

Exercice n°5