

LA VIE D'UNE CELLULE

GHARBI Ambrine/ HOUDARD Camille/ PERE Valentine/ PLANQUE Elsa / OSMANOVIC Léa



Professeur SAITOUT



LILI



HENRI



FLORA



GASTON

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 : LES DIFFERENTS TYPES DE CELLULES EUCARYOTES

page 4

Introduction	pages 5-7
Cellule protiste	pages 8-9
Cellule animale	pages 10
Cellule végétale	pages 11-12
Cellule mycètes	page 13
Pour conclure	page 14

CHAPITRE 2 : LES CELLULES EUCARYOTES ET LEUR ENVIRONNEMENT

page 15

Introduction	page 16
TP d'une pomme de terre	page 17
TP d'un oignon	pages 18-20
Interprétations	pages 21-22
Pour conclure	page 23

CHAPITRE 3 : LES CELLULES EUCARYOTES ET LEUR CYCLE DE REPRODUCTION

page 24

Introduction	page 25
Mitose	pages 26-27
Méiose	pages 28-30
Pour aller plus loin : Mort cellulaire	page 31
Pour conclure	page 32

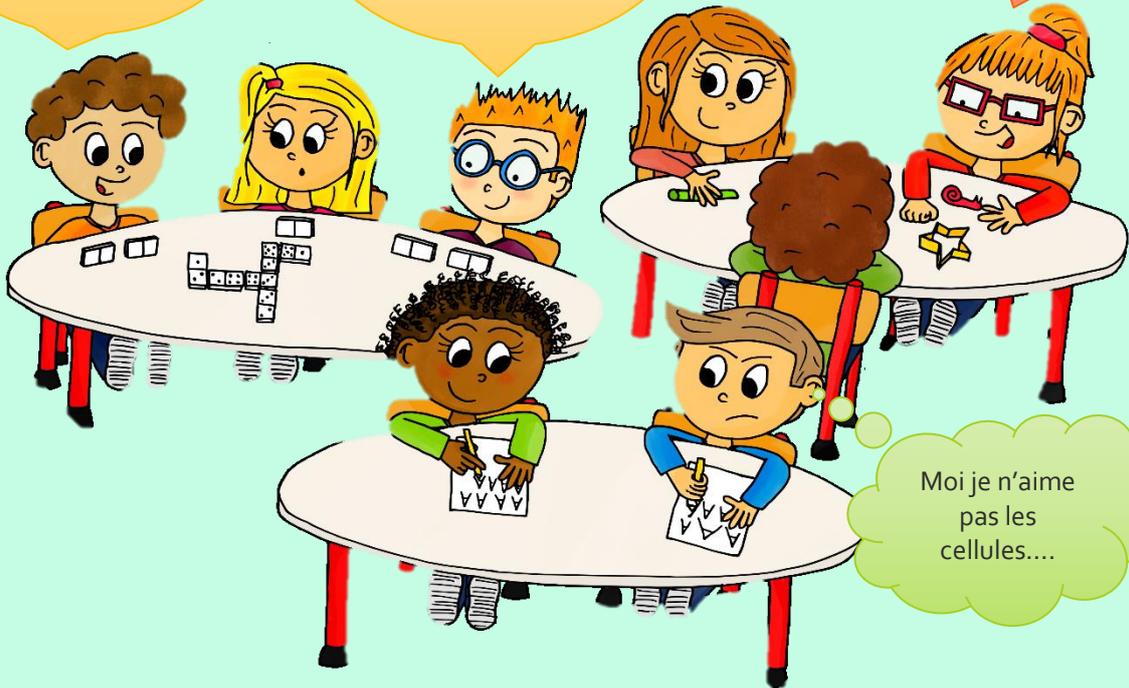
Bibliographie	page 33
---------------	---------

CHAPITRE 1 :
LES DIFFERENTS TYPES DE
CELLULES EUCARYOTES

Oh Paul ! Tu ne sais pas quoi ? Hier au sport mes cellules elles ont beaucoup transpirées !!!

Tu dis n'importe quoi Kevin ! les cellules ça ne respire pas...

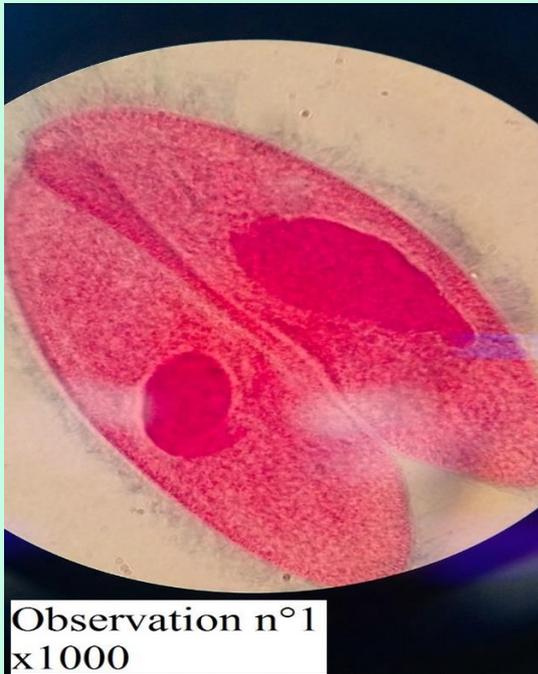
Mais Professeur SAITOUT c'est quoi une cellule ?



Moi je n'aime pas les cellules....



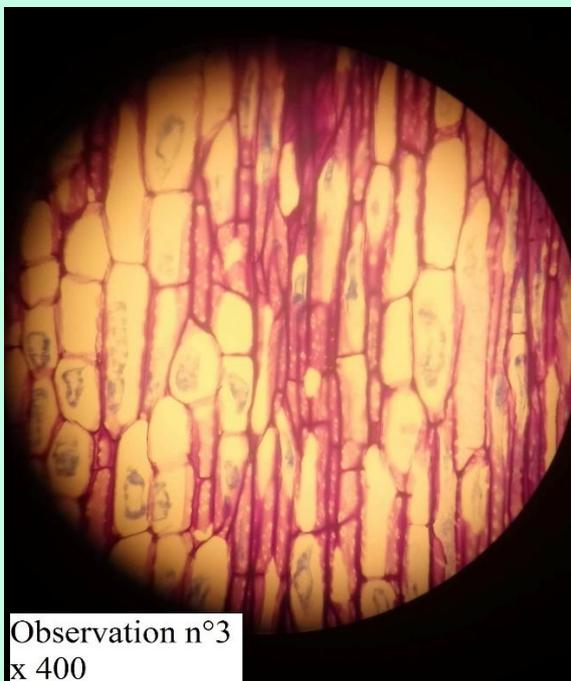
Eh bien les enfants, pour répondre à votre question, j'ai fait appel à quelques amies cellules qui seront mieux que moi vous expliquer ce qu'elles sont. Mais tout d'abord nous pouvons observer quelques cellules au microscope optique. En effet elles sont si petites qu'elles sont impossibles à voir à l'œil nu. Les cellules sont si petites que des centaines pourraient tenir sur une tête d'épingle.



Cellule protiste



Cellules de rein de souris



Cellules de tige de courge



Cellule de Truffe

Voilà quatre différentes observations de cellule. Nous pouvons voir que les cellules sont de toutes petites unités vivantes. En effet, pour les distinguer il faut utiliser un microscope qui grossit 400 ou 1000 fois la réalité. On peut donc observer que les cellules sont des petits compartiments.



Mais Professeur, elles ne se ressemblent pas du tout toutes ces cellules !



Oui ce n'est pas faux, elles ne se ressemblent pas, ce doit donc être des cellules de familles différentes. Toutefois ces cellules ont un point commun, on peut observer qu'elles possèdent des structures en commun, notamment un noyau. Ce sont toutes les quatre des cellules **EUCARYOTES**. Il existe un autre type de cellules qui elles ne comportent pas de noyau (les cellules **PROCARYOTES**) mais elles ne feront pas l'objet de nos observations aujourd'hui. Intéressons-nous de plus près à ces cellules. Voulez-vous faire connaissance avec l'une d'entre elles ?

Avant cela, nous pouvons noter que toutes les lames, sauf la n°1, sont composées d'un « assemblage » de cellules quasiment identiques et reliées entre elles. Ces cellules travaillent et vivent ensemble. Elles font donc partie d'un organisme que l'on appelle : **organisme pluricellulaire**.

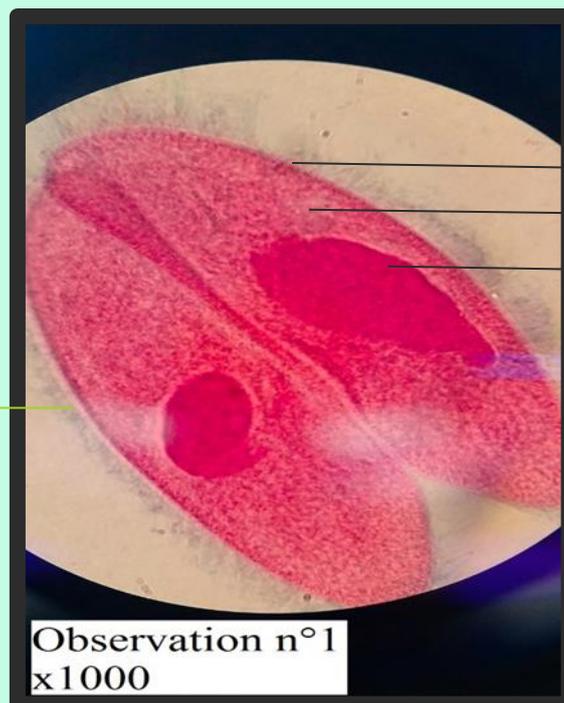
La lame n°1 quant à elle est composée de deux cellules identiques mais qui ne fonctionnent pas ensemble. Ici ces deux cellules communiquent entre elles juste avant de se séparer et vivre seules. C'est comme quand ton papa croise ton voisin, il lui dit bonjour, lui donne quelques informations sur sa journée et après hop il s'en va.

Ce premier type de cellule est un **organisme unicellulaire**.



Bonjour les enfants ! Je m'appelle **Lili** et je suis une Paramécie !

Alors moi je suis une cellule. Mais une cellule particulière. Je possède les éléments « de base » des cellules mais j'ai un petit plus. Comme on peut l'observer sur ce dessin d'observation, j'ai des cils à la surface de ma membrane plasmique.



Cils

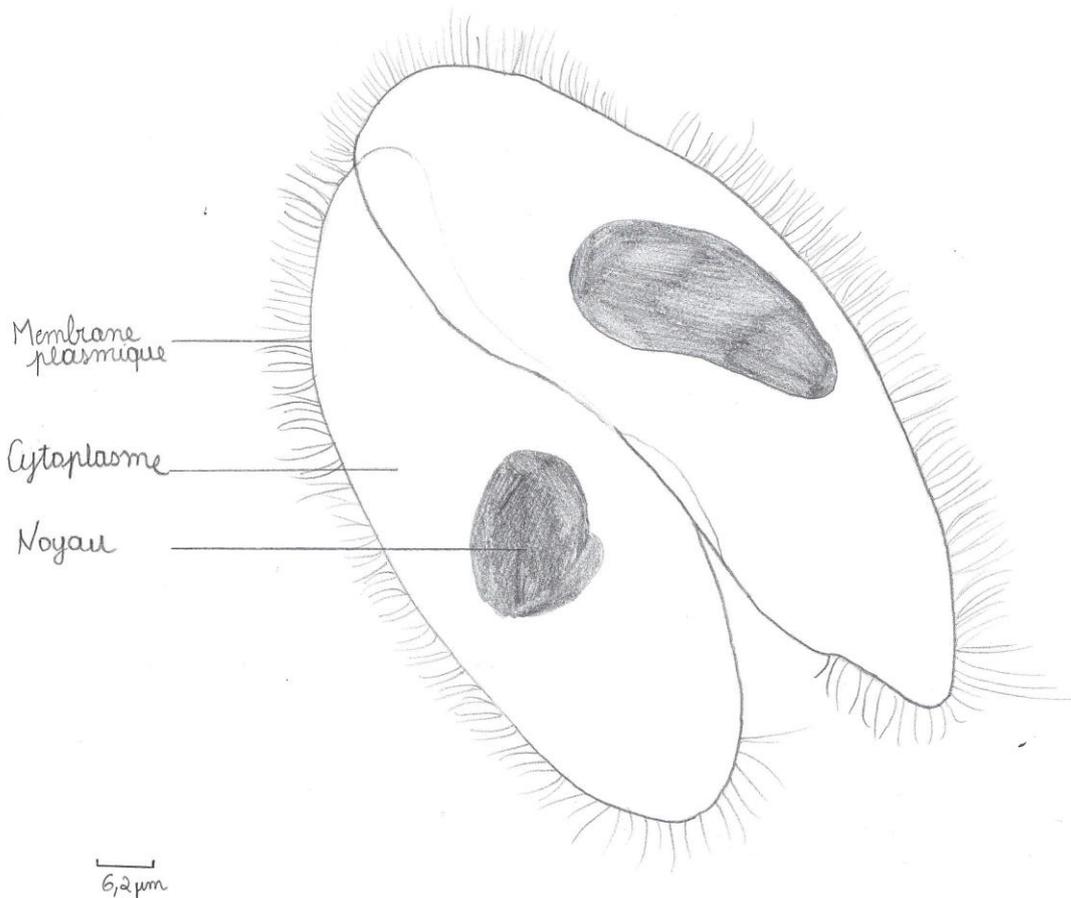
Membrane Plasmique
Cytoplasme
Noyau

Mais Lili ? A quoi te servent ces cils ? C'est pour avoir des jolis yeux ?

Non pas du tout ! Cela me sert à me déplacer en nageant et à me nourrir. J'en possède une centaine. Ainsi je suis organisme unicellulaire, j'appartiens au règne des eucaryotes et possède des cils à ma surface. Pour votre culture générale, je suis une cellule protiste et je fais partie de l'embranchement des ciliés : la famille des protistes ayant des cils. Il existe plein d'autres cellules telles que moi qui ont toutes des caractéristiques différentes.

Vous pouvez aussi voir sur cette observation que je ne suis pas seule. Je suis en conjugaison avec une autre copine cellule.



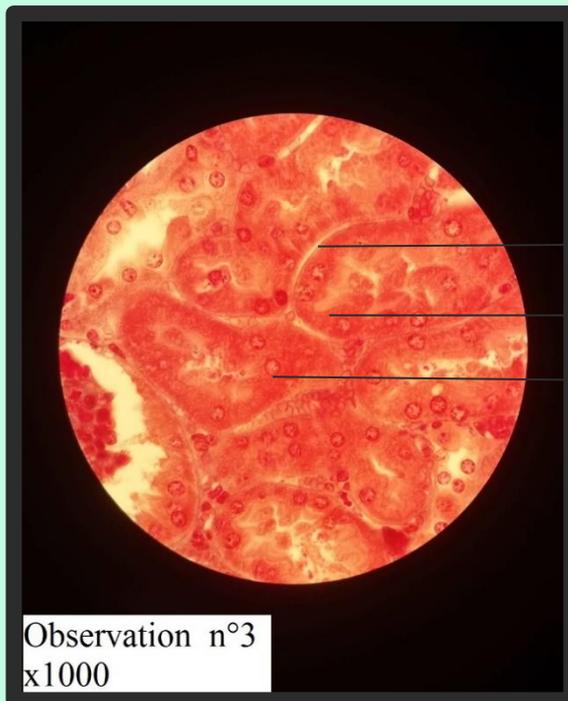


Dessin d'observation d'une cellule de Paramecie
en conjugaison avec une autre cellule au
microscope optique (x 1000).



Bonjour les copains,
moi c'est **Henri** et je
suis une cellule
animale !

Je suis aussi une cellule eucaryote. Je fonctionne avec d'autres cellules, j'appartiens donc, contrairement à LILI, à un organisme pluricellulaire. Je mesure environ $10\mu\text{m}$.
Tel que vous me voyez sur l'image je suis une cellule de rein de souris !

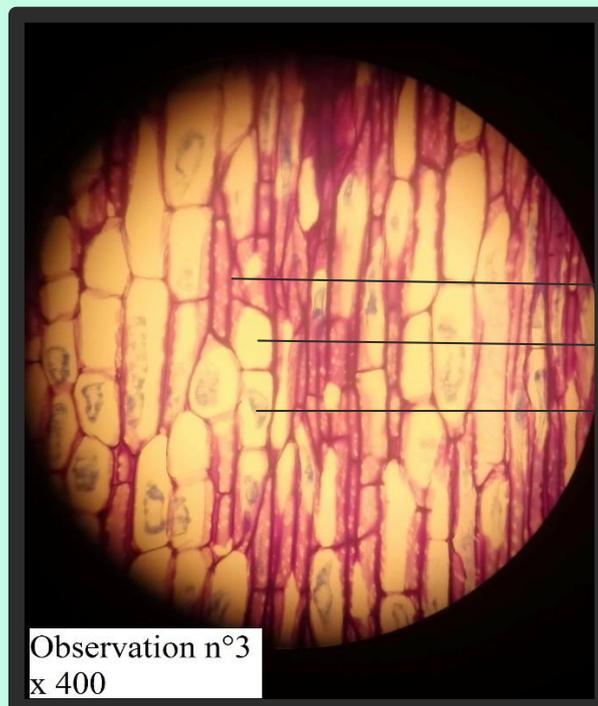


Membrane Plasmique
Cytoplasme
Noyau





Bonjour les enfants ! Je m'appelle **Flora** et je suis une cellule végétale !



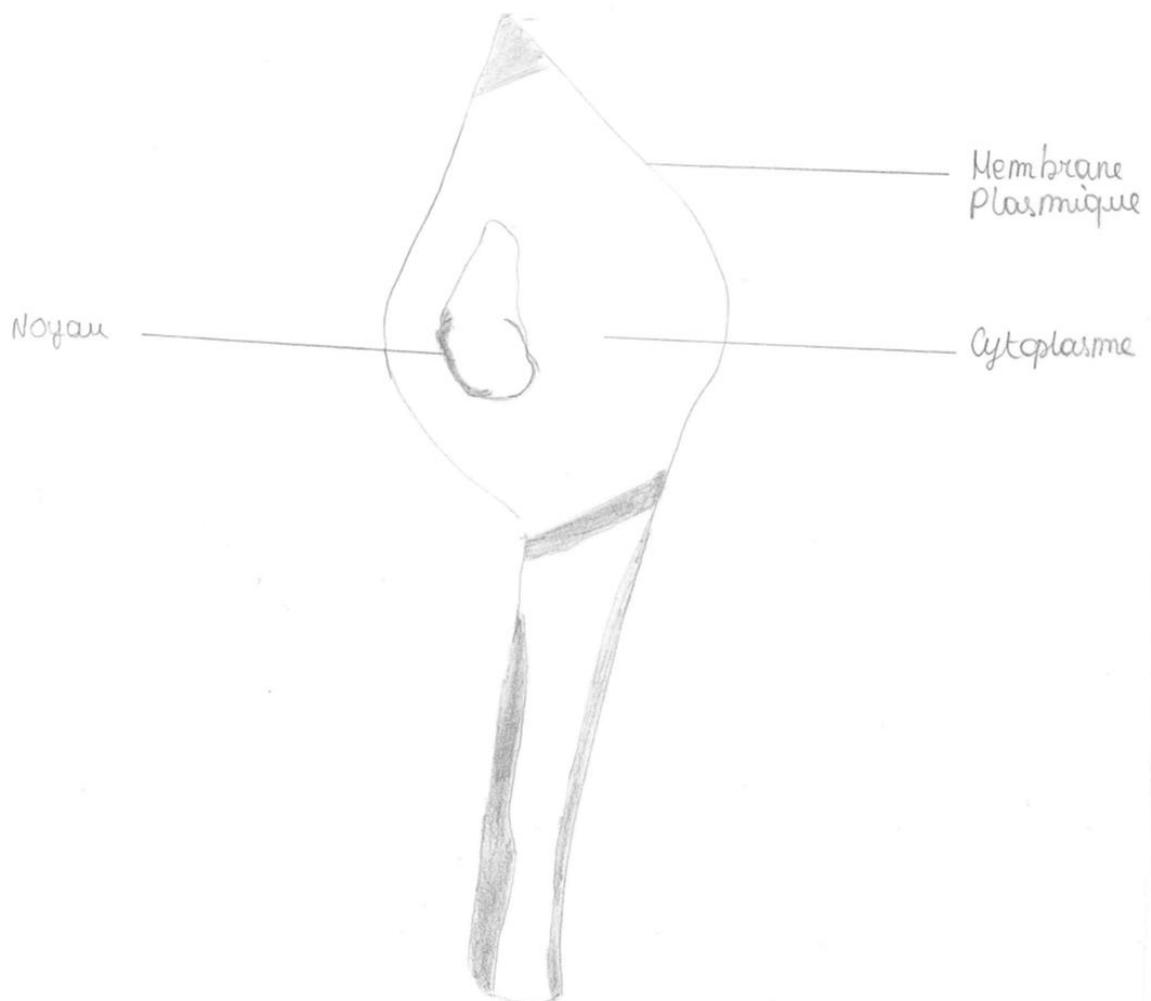
Membrane Plasmique
Cytoplasme
Noyau

Nous observons un arrangement de cellules aux formes rectilignes au microscope.

Et les enfants ! Vous savez quel type de cellules à la caractéristique d'avoir une telle forme ? Les cellules végétales bien entendu ! En effet la plupart d'entre nous possédons une paroi extracellulaire en plus de notre membrane plasmique, qui nous donne un aspect rigide et rectiligne.

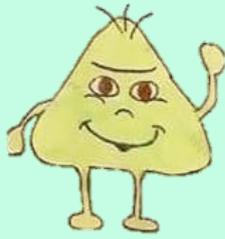
Comme vous pouvez aussi l'observer, nous avons eu besoin d'un moins fort grossissement pour pouvoir contempler la compartimentation de ma copine la tige de courge.

Cela prouve que nous avons une taille plus importante que les autres cellules (d'environ $100\mu\text{m}$)



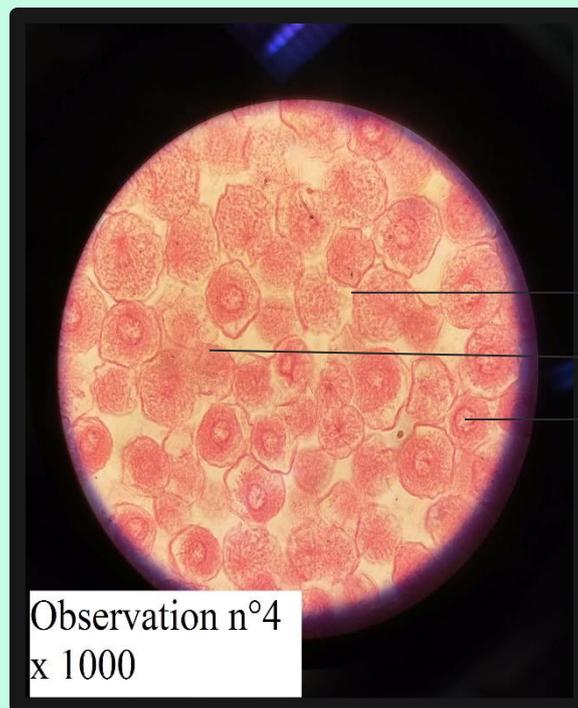
0,05 μm

Dessin d'observation d'une cellule d'une tige de
courge (végétale) au microscope optique ($\times 400$)



Bonjour à tous, je suis
Gaston la cellule des
champignons (mycètes)

Alors moi, je suis toujours un eucaryote. Je fonctionne avec d'autres cellules, j'appartiens donc à un organisme pluricellulaire mais je suis encore plus petit qu'une cellule animale. Ainsi je suis une cellule de champignon, le dernier grand type des cellules eucaryotes.



Membrane Plasmique
Cytoplasme
Noyau

POUR CONCLURE

Les différents types de cellules eucaryotes

Les cellules sont la base de la vie sur terre. Elles vivent seules ou bien composent les tissus des êtres vivants.

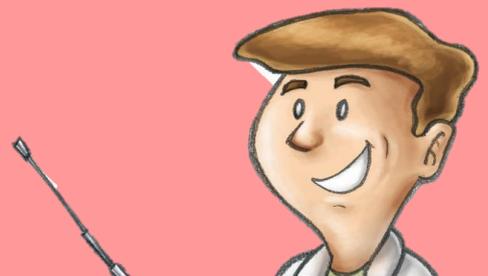
Divers types de cellules existent divisés selon l'ancien modèle entre les eucaryotes et procaryotes, puis en sous-divisions.

Cela différencie les cellules animales des végétales champignons ou protozoaires. Les organismes procaryotes possèdent aussi de nombreuses sous-divisions même si elles ne sont pas abordées dans ce tome en particulier**.

Cependant malgré des différences notables, la totalité des cellules eucaryotes comportent toutes une MEMBRANE PLASMIQUE, un CYTOPLASME et un NOYAU. Et vivent dans un environnement plutôt semblable. Et chacune doit vivre selon celui-ci. Mais nous pouvons nous demander :

Comment les cellules évoluent-elles réellement dans leur environnement ? Et quelles interactions ont-elles avec celui-ci ?

***Pour les organismes procaryotes voir : « Apprendre et comprendre : le monde vivant ; édition n°2 (sortie prévue en : 2 décembre 2019) »*



CHAPITRE 2 :
LES CELLULES EUCARYOTES ET
LEUR ENVIRONNEMENT



Savez-vous dans quel environnement vivent les cellules les enfants ?

Elles vivent dans l'eau, comme les poissons !

Mais une cellule ça ne respire pas !

Si, elles respirent mais elles ne mangent pas... Elles n'ont même pas de bouche.

Mais n'importe quoi ! Comment elles feraient pour respirer et manger ?

Moi je pense qu'elles vivent dans l'air, comme les humains.

Peut-être qu'elles vivent dans la forêt, ou dans la savane comme les lions !

Alors les enfants vous avez tous un peu raison, en effet, les cellules vivent dans un milieu aqueux, c'est-à-dire dans de l'eau, mais elles parviennent également à se nourrir et à respirer.

Prenons un exemple concret. Munissez-vous d'une pomme de terre, de gros sel, d'eau de mer et d'eau distillée.

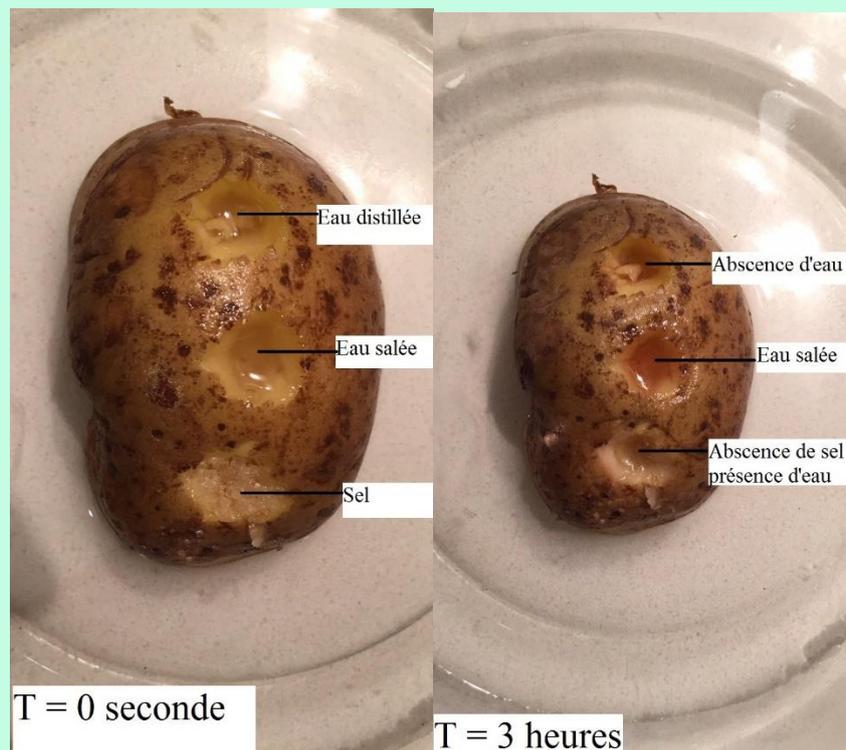
Puis, coupez la pomme de terre pour avoir une face lisse et posez la dans un fond d'eau.

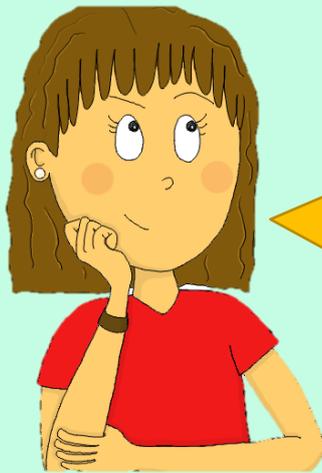
Ensuite, creusez trois puits de l'autre côté de la pomme de terre.

Dans le premier, déposez du gros sel, dans le second, injectez de l'eau de mer et dans le dernier, de l'eau distillée.

Après deux heures de repos, nous allons constater que le trou contenant le gros sel était plein d'eau, celui contenant l'eau distillée s'est vidé et le dernier n'a pas été modifié, ou presque.

Cela nous permet d'affirmer qu'il y a bien un phénomène d'échange entre les cellules de la pomme de terre et leur environnement.





Mais Professeur,
comment on peut être
sûr que c'est bien
entre la cellule et son
environnement qu'il y
a des échanges et que
les puits ne se sont pas
juste vidés car ils
étaient au soleil ?

Nous allons faire une seconde expérience pour nous en
assurer, qu'en pensez-vous ?
Dans ce cas-là, nous avons besoin d'un oignon les
enfants !
Qui peut aller m'en chercher un s'il vous plait ?



Je m'en charge
Professeur ! J'adore
les expériences !

Plasmolyse et Turgescence des cellules d'épiderme d'oignon rouge

Très bien, alors maintenant que nous avons l'oignon, nous allons prélever six morceaux d'épiderme d'oignon à l'aide d'une pince puis placer chaque morceau dans un bécher de 5mL. Ensuite, nous allons prendre la solution de saccharose dont nous disposons et, par dilution dans de l'eau, on va en tirer 5 nouvelles solutions. Avec ces solutions, dont je vais donner les concentrations, on déterminera si l'épiderme d'oignon effectue des échanges avec son environnement ou non. Voici les concentrations des 5 nouvelles solutions que je trouve après avoir fait mon calcul :

Calcul utilisé :

$$C_m/V_f = C_f/V_m \quad C_m \times V_m = C_f \times V_f$$

Pour la 1^{ère} solution (0 mol/L) : 5mL d'eau

Pour la 2^{ème} solution (0,2 mol/L) : $V_m = 0,2 \times 5 / 1 =$
1ml de saccharose et 4 ml d'eau

Pour la 3^{ème} solution (0,4 mol/L) : $V_m = 0,4 \times 5 / 1 =$ 2ml de saccharose et 3 ml d'eau

Pour la 4^{ème} solution (0,6 mol/L) : $V_m = 0,6 \times 5 / 1 =$ 3mL de saccharose et 2 ml d'eau

Pour la 5^{ème} solution (0,8 mol/L) : $V_m = 0,8 \times 5 / 1 =$ 4ml de saccharose et 1 ml d'eau

Maintenant que vous avez réalisé ces solutions et qu'elles ont reposées 30min avec l'épiderme d'oignon, nous allons observer les résultats au microscope optique (x40). Afin de réaliser cette manipulation, il faut déposer sur la lame une goutte de la solution de saccharose dans laquelle est plongé l'épiderme. On peut alors effectuer 5 observations microscopiques.

1^{ère} analyse



2^{ème} analyse

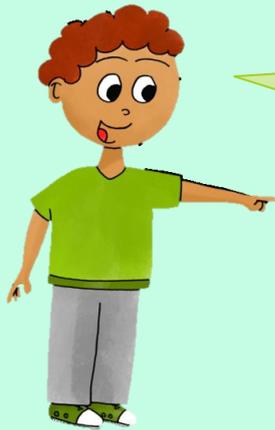


3 et 4^{èmes} analyses



5^{ème} analyse





Oh ! Regardez Professeur,
les solutions 3 et 4 donnent
le même résultat.



Oui ! Bien vu ! C'est pour cela que je ne mets que 4 photos devant vous. Avec ces résultats, nous pouvons dire que les solutions 1 et 2 sont des solutions hypertoniques (c'est-à-dire qu'elles contiennent une faible quantité de soluté. Pour la solution 1 elle est nulle). Nous aurions donc dû constater sur les photos 1 et 2 une **plasmolyse**, c'est-à-dire une sortie d'eau dans la cellule.

Les solutions 3 et 4, quant-à-elles, sont des solutions isotoniques (elles contiennent des concentrations à peu près égales de solutés) Enfin, la solution 5 est une solution hypotonique (c'est une solution ayant une forte concentration en soluté), nous aurions donc dû voir une **turgescence** de la cellule d'épiderme de l'oignon.

Mais pourquoi on ne le voit pas sur les photos ?

Car vous avez dû faire une erreur dans votre manipulation les enfants, ce n'est pas grave, ne vous inquiétez pas.

Au moins on a pu voir qu'il y avait bien des échanges entre la cellule et son environnement.

En effet, cela prouve que la membrane plasmique des cellules est hémiperméable, c'est-à-dire qu'elle laisse passer l'eau mais pas les autres composés. Cette dernière se déplace du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré en eau, comme nous avons pu le démontrer à travers les expériences de la pomme de terre ou encore de l'oignon. En effet, pour la pomme de terre, nous avons vu qu'après deux heures de repos, le trou contenant le gros sel était plein d'eau, celui contenant l'eau distillée s'était vidé et le dernier n'a pas été modifié, ou presque.

Comment est-ce possible vous allez me demander ?

En ce qui concerne le trou contenant le gros sel, il s'est rempli d'eau car l'eau des cellules est sortie afin d'équilibrer les concentrations en sel. Le trou était beaucoup plus concentré en sel que l'intérieur des cellules, de même, il était moins concentré en eau, d'où cet équilibrage des concentrations et cette apparition d'eau dans ce dernier. Ensuite, le second trou (celui rempli d'eau distillée) s'est vidé afin de pouvoir équilibrer les concentrations en eau et en sels, dans, et hors des cellules.

L'intérieur d'une cellule est beaucoup plus concentré en sels que le trou contenant l'eau distillée. Cette dernière a donc migré dans la cellule afin d'y combler le manque d'eau et de palier au surplus de sels. Enfin, la quantité d'eau salée dans le dernier trou n'a presque pas évoluée. Cela est dû à un manque de déséquilibre entre l'extérieur et l'intérieur des cellules. Les concentrations, étant quasi identiques, le milieu est isotonique et aucun équilibrage n'est nécessaire.

Waw ! Et donc c'est le même principe pour l'oignon c'est ça ?

Oui c'est ça, les concentrations en eau et en solutés ont été équilibrées dans l'oignon grâce aux échanges entre la cellule et son environnement et donc grâce aux membranes hémiperméables. C'est ce qu'on appelle le phénomène de l'osmose.

Donc Kévin avait raison lorsqu'il a dit que les cellules vivaient dans l'eau, mais attention toutefois, certaines membranes plasmiques interagissent avec leur environnement aqueux mais aussi avec les composants tissulaires.

Les composants tissulaires ? C'est quoi ça Professeur SAITOUT ?

Tout d'abord, l'adjectif tissulaire vient du mot tissu, ce qui correspond à un ensemble de cellules qui s'associent entre elles. Plusieurs tissus associés entre eux peuvent aussi former des organes.

Malheureusement, je n'ai pas de manipulations à vous faire faire là-dessus mais je peux vous en parler un peu tout de même.

Tout d'abord, ce qu'il faut savoir, c'est que, chez les animaux, il y a deux grands types de tissus : les tissus de connexion qui sont composés de peu de cellules et de beaucoup de matrice extracellulaire (comme les os, les tendons, ou les tissus conjonctifs).

Mais aussi les tissus épithéliaux qui sont, à l'inverse, composés de beaucoup de cellules et de peu de matrice extracellulaire (comme la peau par exemple).

Chez les végétaux, la matrice extracellulaire est appelée « paroi cellulaire ». Elle entoure les cellules et sa composition change en fonction du tissu considéré.

POUR CONCLURE

Les cellules et leur environnement.

Grâce aux deux expériences précédentes nous avons pu voir que les cellules effectuent des échanges avec leur environnement aqueux grâce à leur membrane hémiperméable.

Ces échanges permettent la régulation des concentrations entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Cette régulation s'appelle l'osmose.

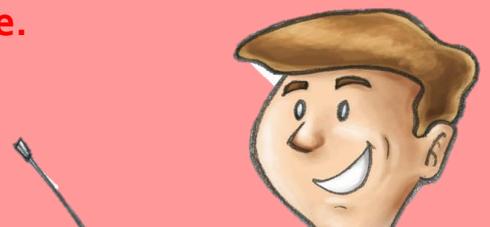
En outre, on sait aussi qu'elles peuvent interagir avec les tissus dans lesquelles elles vivent, notamment en ce qui concerne les cellules animales et végétales.

A retenir !

* Plasmolyse = Une plasmolyse correspond à une sortie d'eau de la cellule car le milieu extérieur est hypertonique (milieu très concentré en soluté, donc peu concentré en eau).

* Turgescence = La turgescence correspond à la pénétration d'eau à l'intérieur d'une cellule, lorsqu'elle est plongée dans un milieu moins concentré en soluté, donc plus concentré en eau (hypotonique).

* Osmose = équilibrage des concentrations entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule.



CHAPITRE 3: LES CELLULES EUCARYOTES ET LEUR CYCLE DE REPRODUCTION

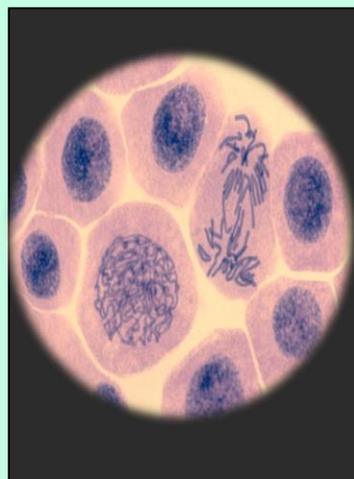
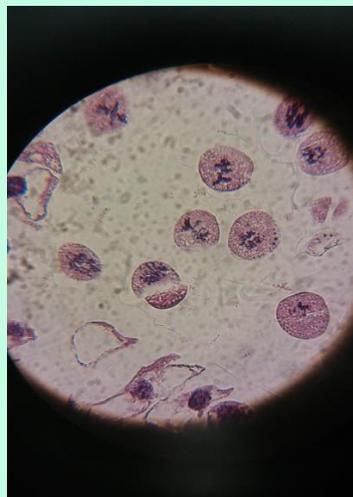
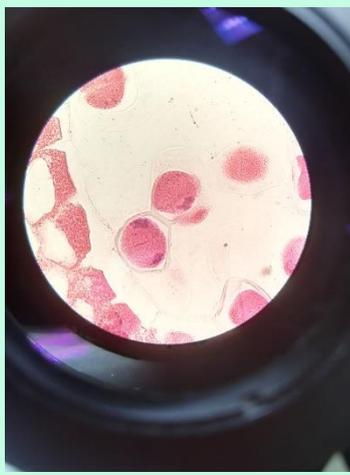
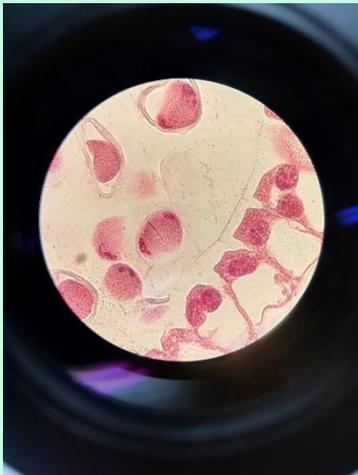


Professeur ? Je me posais une question... Du coup est-ce que les cellules elles sont un peu comme nous ? Elles grandissent ? Et est-ce qu'elles peuvent avoir des bébés ?

La comparaison avec l'espèce humaine n'est pas la mieux adaptée pour décrire le cycle de vie d'une cellule les enfants. Mais la question est très intéressante. Nous allons donc nous y attarder un moment.

Nous allons pour cela observer des cellules dans les différentes étapes de leur vie. Ces différentes étapes constituent le cycle cellulaire.

A vos microscopes les enfants ! Et dessinez-moi ce que vous observez.

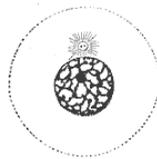




Professeur c'est étrange, si on regarde de très près on se rend compte que ce qu'il y a à l'intérieur des cellules change ! Mais je ne comprends pas trop comment cela fonctionne. Pouvez-vous nous expliquer ?

Oui ! Vous avez vu juste. En effet il faut remettre tout ça dans l'ordre et vous verrez, cela vous semblera bien plus facile !

Tout d'abord notez bien que la phase de la cellule que vous apercevez la plupart du temps est l'**interphase**. Vous ne voyez pas clairement les chromosomes car l'ADN contenu dans le noyau est décondensé

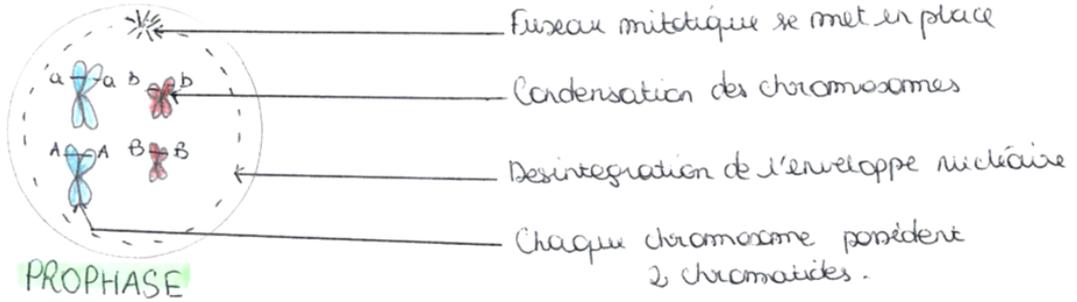


Les autres étapes sont décrites dans le schéma bilan de la page suivante. Ces étapes sont celles de la MITOSE.

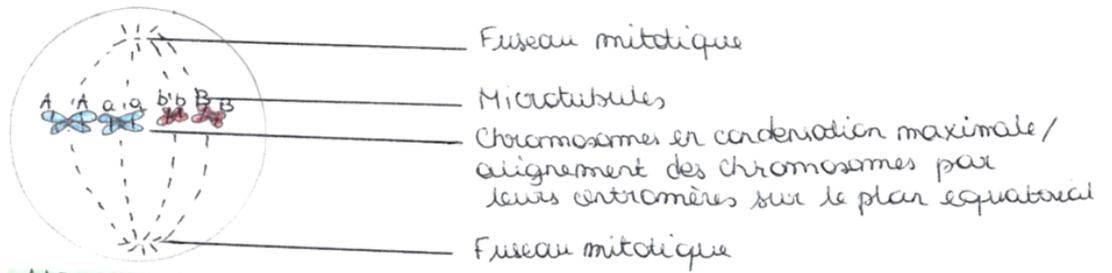
La Mitose Professeur ? C'est comme ça que l'on appelle un cycle cellulaire ?

Oui tout à fait ! Pour être en peu plus précis, la mitose désigne les événements chromosomiques de la division cellulaire des eucaryotes. Il s'agit d'une duplication non sexuée/asexuée. Et à l'issue de cette duplication, la première cellule (cellule mère) s'est divisée en deux cellules filles identiques entre elles et identique à la cellule qui leur a donnée naissance.

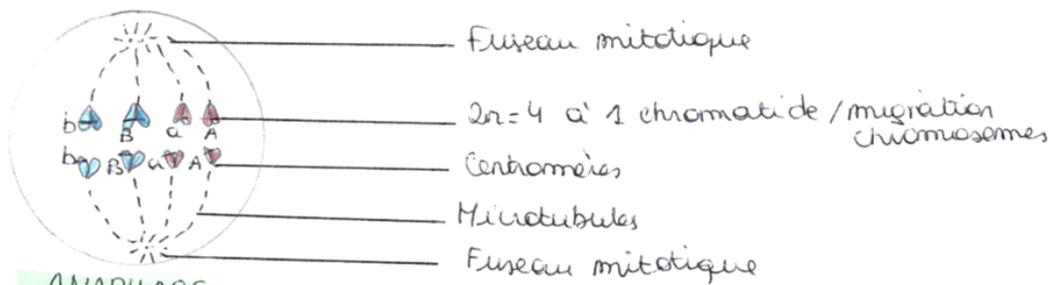
Cycle cellulaire de la Mitose



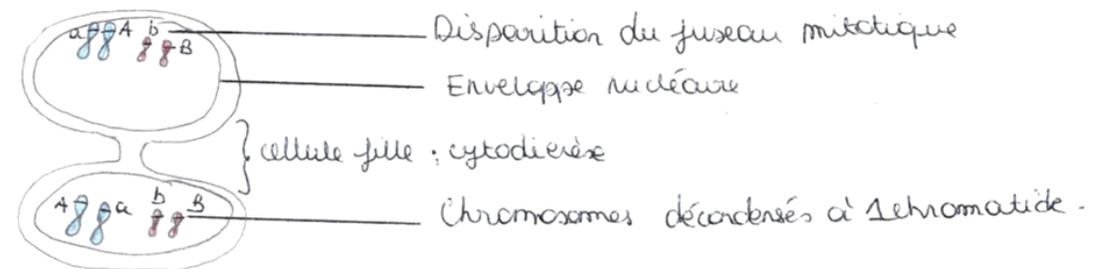
PROPHASE



METAPHASE



ANAPHASE



TELOPHASE



Et donc toutes toutes toutes
les cellules eucaryotes
naissent comme ça
Professeur ? Mais du coup
quand un bébé né, sa toute
première cellule elle est
fabriquée comment ?

Non pas exactement Il existe des alternances à cette division selon les espèces, mais pour ce qui concerne les cellules animales et végétales somatiques (autres que les cellules sexuelles), la division est la mitose. En parlant de cellules sexuelles, vous avez touché un point important ! En effet il existe un deuxième type de division des cellules qui ne touchent que des types de cellules particulières : les gamètes.

Vous allez me demander « Mais que sont donc les gamètes ? »

Eh bien il s'agit tout simplement des cellules sexuelles des espèces. Comme par exemple les ovules et les spermatozoïdes pour les espèces animales, ou encore le pistil et le pollen chez les plantes...

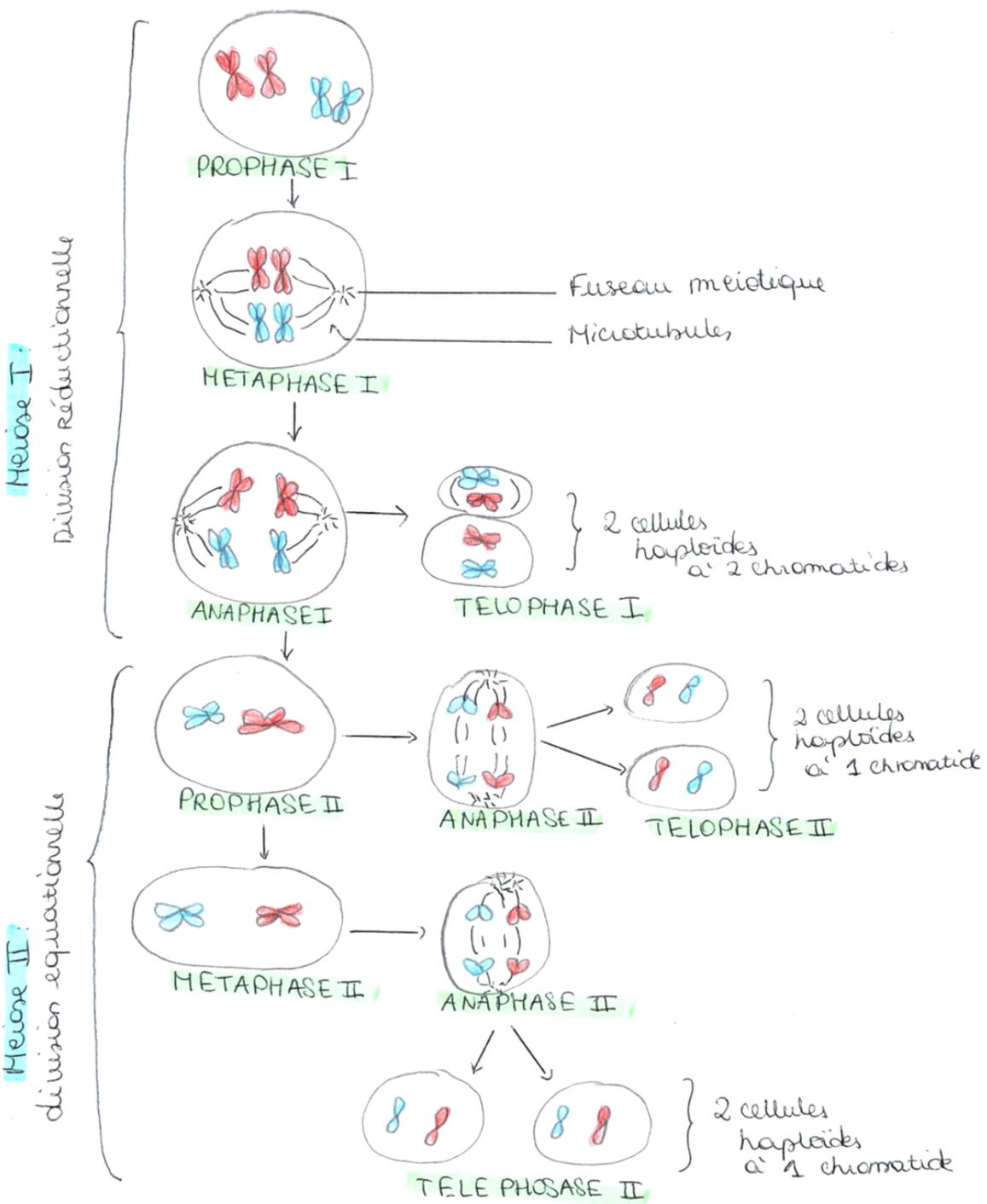
D'accord ! On va observer ce type de division au microscope aussi alors professeur ? Et comment cela s'appelle ? Comment cela fonctionne ?

Oui on peut aussi l'observer au microscope, cependant nous n'avons pas beaucoup de matériel à disposition, et ayant fait cette expérience auparavant avec les lames que nous possédons, je n'ai malheureusement pas observé de résultats très clairs.

Mais pas d'inquiétude les enfants ! Je vais vous expliquer ce phénomène avec des schémas.

Par ailleurs, ce type de division particulier s'appelle la MEIOSE.

Cycle cellulaire de la méiose



Il y a une duplication en interphase par réplication de l'ADN, chaque chromosome (décondensé) à une chromatide est fidèlement recopié en deux chromatides jumelles. La quantité d'ADN a doublé, les $2n$ Chromosomes sont à 2 chromatides.

Lors de la 1^{ère} division de la méiose, les chromosomes homologues appariés en prophase 1 (P₁) se positionnent à l'équateur de la cellule en métaphase 1 (M₁) puis se séparent en anaphase 1. La cellule se coupe en 2 en télophase 1 (T₁) en 2 cellules haploïdes (n chromosomes à 2 chromatides)

Et lors de la 2^{ème} division de la méiose, les chromosomes se positionnent à l'équateur en métaphase 2 (M₂) puis les chromatides de chaque chromosome se séparent en anaphase 2. Chaque cellule se coupe en 2 en télophase 2 (T₂) en 4 cellules haploïdes (n chromosomes à 1 chromatide)

La méiose est donc une succession de 2 divisions précédée d'une seule duplication. La fécondation en assurant la fusion des noyaux des 2 gamètes haploïdes rétablit la diploïdie.

Méiose et fécondation assurent la mise en place de l'alternance des phases haploïde et diploïde qui assurent le maintien du caryotype d'une génération à la suivante et donc le maintien des caractéristiques de l'espèce.



Professeur, il y a encore quelque chose que je ne comprends pas. Qu'est ce que c'est que ces petites croix rouges et bleues dans les schémas d'avant ?

Il s'agit des chromosomes mon grand. Un chromosome est un élément microscopique constitué de molécules d'ADN et de protéines, les histones et les protéines non-histones. Il porte les gènes, supports de l'information génétique, transmis des cellules mères aux cellules filles lors des divisions cellulaires. C'est en gros la recette de cuisine de la mère qui va être transmise à ses filles pour qu'elles reproduisent la même chose. Vous comprenez les enfants ?

Oui ! C'est plus clair comme cela ! Merci professeur !
Et au fait. Ça meurt un jour les cellules professeur ?

Bien sur les enfants. Je n'ai malheureusement pas prévu d'expérience pour vous montrer les phénomènes de mort cellulaire. Cependant c'est intéressant de vous en parler un peu.

POUR ALLER PLUS LOIN

- La mort cellulaire est un processus qui affecte toutes les cellules eucaryotes et organismes pluricellulaire présent sur terre.
- L'**apoptose** est également appelée « mort cellulaire programmée ». En d'autres termes, c'est la cellule qui détermine elle-même quand et comment elle doit être éliminée, en fonction des signaux déclencheurs qu'elle reçoit de l'intérieur et de l'extérieur.
- La **nécrose** se produit quand la cellule reçoit, ou subit une agression structurale ou chimique dont elle ne peut pas se remettre.
Globalement la cellule se désagrège et est digérée par des produits qu'elle produit elle-même (des enzymes).

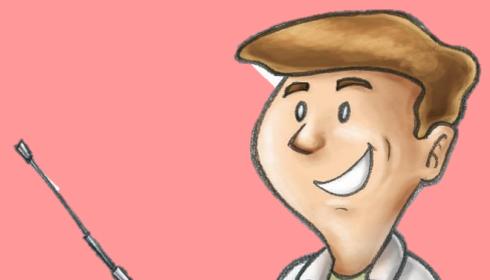
POUR CONCLURE

La division cellulaire est à la base du fonctionnement et de la reproduction du vivant. On en distingue deux types : la mitose et la méiose.

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 par rapport à une cellule mère, qui seront identiques, et hériteront exactement du même patrimoine génétique, en effet ces deux cellules filles auront chacune un caryotype identique (même chromosomes) et un génotype identique (même allèles) à celui de la cellule mère.

La méiose correspond à deux divisions cellulaires successives « sexuées » n'affectant que les cellules germinales ; en partant d'une cellule diploïde (chromosomes présents par paires), la méiose permet d'aboutir à la formation de quatre gamètes (cellules sexuelles, spermatozoïdes ou ovocytes) haploïdes (un seul exemplaire des chromosomes). Puis, au cours de la fécondation, deux gamètes (chacun issu de la méiose, chez le mâle et la femelle) se réunissent pour former un zygote, dans lequel la diploïdie sera rétablie.

Pour la mitose, il y a une séparation des 2 chromatides de chaque chromosome, qui migrent vers les pôles cellulaires durant l'anaphase ; tandis que pour la méiose, il y a une séparation des chromosomes, qui migrent vers les pôles cellulaires durant la première anaphase.



BIBLIOGRAPHIE

Le cycle cellulaire : (MEIOSE/MITOSE) :

- Cours de Madame OTHALO-MAGNE
- <https://www.ebiologie.fr/cours/s/24/le-cycle-cellulaire/>

TP OGNION/Pomme de Terre :

- PDF Moodle

La cellule et son environnement :

- Cours de Madame Orthalo-Magne
- [-https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-algues-surprenants-vegetaux-aquatiques-523/page/4/](https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/botanique-algues-surprenants-vegetaux-aquatiques-523/page/4/)
- <https://www.universalis.fr/encyclopedie/plasmolyse/>
- http://uel.unisciel.fr/biologie/module1/module1_ch03/co/apprendre_ch3_09.html

La MORT cellulaire :

- <https://www.ebiologie.fr/cours/s/13/l-apoptose-une-mort-cellulaire-programmee>

FIN

APPRENDRE ET COMPRENDRE : LE MONDE VIVANT

Il y a des milliards d'années, la vie est née grâce à l'assemblage de cellules qui ont formé les êtres vivants. A travers ce livre Monsieur SAITOUT sera le professeur et vous expliquera le fonctionnement de la cellule. Toute la vie de la cellule y sera explorée : sa nourriture, son moyen de déplacement, les interactions avec le monde extérieur jusqu'à sa mort...



Professeur SAITOUT



LILI



HENRI



FLORA



GASTON