

Chapitre 1 : Cytologie

Durée du chapitre selon le programme scolaire : 7 semaines de 4 heures

Objectif général : L'apprenant doit être capable de connaître la notion de cellule et de réaliser que la cellule est l'unité fondamentale chez les êtres vivants.

Nom du créateur : ABRAHAM Luciano

Date de création : Décembre 2025

Sources de documents :

- Le programme scolaire
- Le document d'accompagnement par le MEN
- <https://perso.uclouvain.be/alain.amar-costesec/chapitre-1/>
- <https://fr.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/introduction-to-cells/a/microscopy>

Table des matières

I. Technique d'étude	5
1. Utilisation de microscope	5
a. Les différentes parties d'un microscope optique	7
b. Le grossissement d'un microscope	8
2. Préparation microscopique	9
3. Observations microscopiques	11
II. Description des cellules	14
1. Cellules animales	14
a. Muqueuse buccale	14
b. Paramécie	14
2. Cellules végétales	16

3. Conclusion :	17
III. Ultrastructure et rôles des éléments d'une cellule.....	18
1. La membrane cellulaire.....	18
2. Le cytoplasme	19
3. Le ribosome	19
4. Le réticulum endoplasmique	20
5. L'appareil de Golgi	20
6. La mitochondrie	22
7. Les vacuoles et les Lysosomes	22
8. Les plastes	23
9. Le centrosome	25
10. Le noyau.....	26
IV. Schémas comparatifs des cellules animales et végétales.....	27
V. Rappel sur les mouvements cellulaires.....	29
1. Mouvements intracellulaires ou internes.....	29
a. Le mouvement de cyclose :	29
b. Le mouvement de pulsation	31
2. Mouvements extracellulaires ou de déplacements.....	32
a. Le mouvement flagellaire :	32
b. Le Mouvement ciliaire (ex : paramécie)	34
c. Le Mouvement amiboïdes.....	35
VI. Rappel sur la Nutrition cellulaire.....	38
1. Osmose et pression osmotique	38
2. Absorption de substances dissoutes.....	41

3. Absorption de substances non dissoutes.....	43
4. Absorption d'Oxygène et rejet de gaz carbonique : Respiration cellulaire.....	44

SVT Seconde

Première partie : Biologie

Chapitre 1 : Cytologie ou Biologie cellulaire

La cytologie est la branche de la biologie consacrée à l'étude des cellules (sa structure et ses fonctions). Les cellules, dont la taille est généralement comprise entre 10 et 20 micromètres (en sachant que 1 micromètre = 10^{-3} mm), ne sont pas observables à l'œil nu. Leur examen nécessite le recours à un outil, le microscope optique, apparu au début du XVIIe siècle et perfectionné au XIXe. C'est à cette époque que la cytologie s'individualisa en une branche autonome de la biologie.

Le nombre de cellules dans le corps humain s'élève à plus de 60×10^{12} (soixante milliards) de cellules. L'ensemble des cellules d'une même fonction forme un tissu (tissu musculaire, tissu épithélial, ...). L'assemblage des tissus forme un organe (le muscle, la peau, ...). Un système ou appareils (respiratoire, digestif, ...) est formé par plusieurs organes. C'est ainsi qu'un organisme vivant est constitué en partant des cellules microscopiques (invisible à l'œil nu).

I. Technique d'étude

L'étude des cellules de taille microscopique nécessite l'utilisation d'un appareil appelé Microscope. Le microscope est un instrument d'agrandissement pour l'étude des cellules invisibles à l'œil nu.

On distingue plusieurs types de microscope selon leurs rôles comme le microscope optique ou photonique et le microscope électronique.

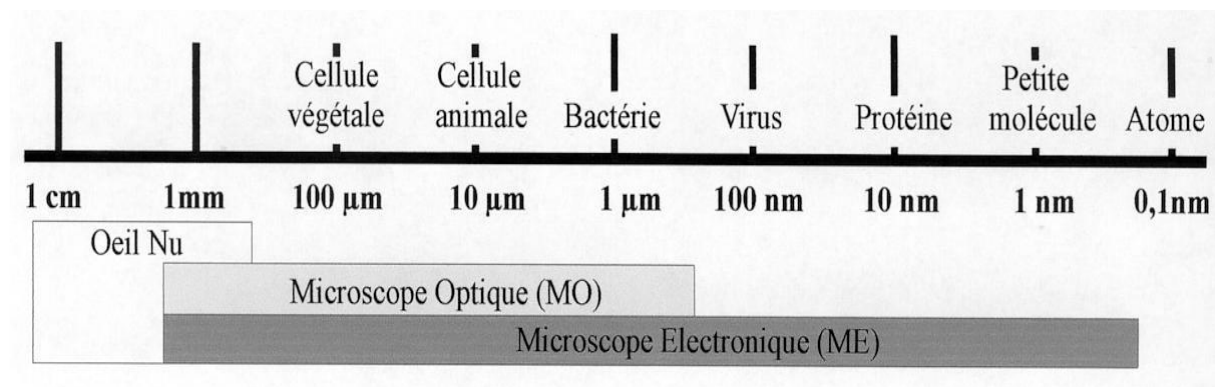


Figure 1: Schéma montrant l'utilité des deux types de microscope

1. Utilisation de microscope

La plupart des microscopes utilisés par les étudiants sont des microscopes optiques. Dans un microscope optique, le rayon de lumière visible passe à travers l'échantillon (le matériel biologique qu'on observe) et est dévié à travers le système de lentilles, permettant à l'utilisateur de voir une image grossie. Un avantage de la microscopie optique est qu'elle est souvent pratiquée sur des cellules vivantes, donc on peut voir le comportement normal des cellules (i.e, migrer, se diviser) sous le microscope.

Certains microscopes optiques dits de pointe (au-delà des techniques évoquées ci-dessus) produisent des images de très haute résolution. Cependant si on veut observer quelque chose de très petit à une très haute

résolution, on choisit d'utiliser une technique différente et éprouvée : la microscopie électronique.

Les microscopes électroniques diffèrent des microscopes optiques car ils produisent l'image de l'échantillon en utilisant un faisceau d'électrons et non pas un faisceau de lumière. Les électrons ont une longueur d'onde beaucoup plus courte que la lumière visible, ce qui permet aux microscopes électroniques de produire des images de résolution supérieure à celles des microscopes optiques classiques. La microscopie électronique est utilisée pour examiner non seulement des cellules entières ; mais aussi des ultrastructures (une organisation interne extrêmement détaillée de la cellule avec ces organites cellulaires) et leurs compartiments internes.

Il existe cependant une limite à la microscopie électronique : les échantillons doivent être placés sous vide (et généralement préparés via un procédé de fixation complexe). Donc on ne peut pas observer de cellules vivantes en microscopie électronique mais plutôt la structure fine.

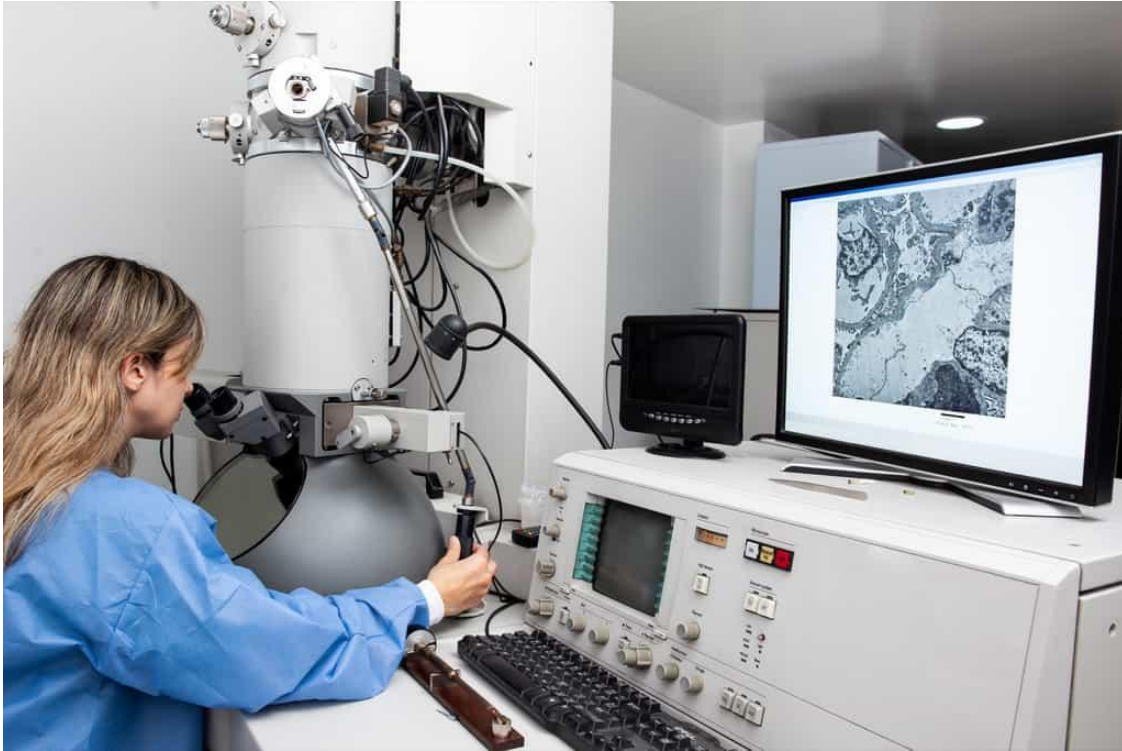


Figure 2: Photo d'un microscope électronique

Source : <https://cdn8.futura-sciences.com/a1920/images/met-microscope-electronique-transmission-.jpeg>

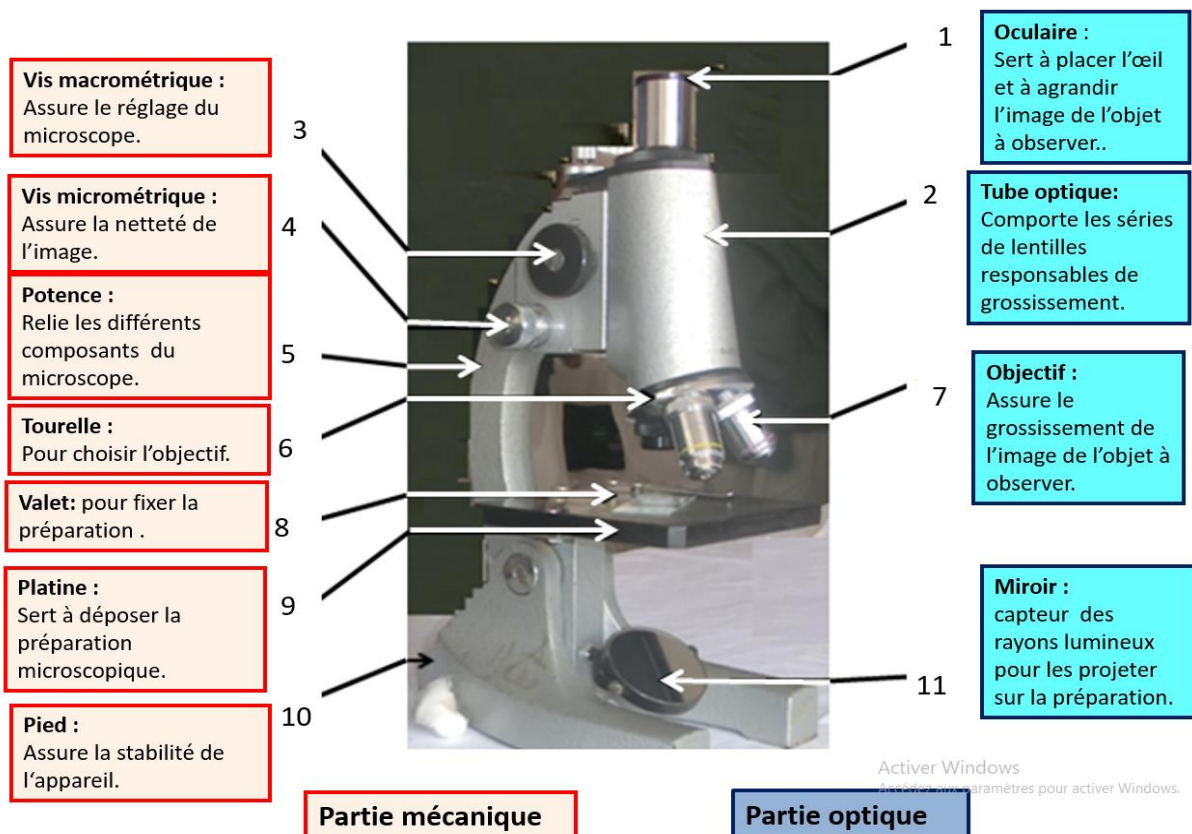
a. Les différentes parties d'un microscope optique

Un microscope optique comprend principalement deux parties :

- une partie mécanique (socle ou pied, platine, vis de mise au point, revolver) qui soutient et ajust l'appareil,
- une partie optique (oculaires, objectifs, tube optique) qui contient les lentilles pour agrandir l'image, complétée par un système d'éclairage (source lumineuse, diaphragme, condensateur) pour illuminer l'échantillon.

Le diaphragme contrôle la quantité de lumière arrivant à l'échantillon en régulant l'ouverture du faisceau lumineux.

Le condensateur concentre ou condense la lumière vers la préparation microscopique.



b. Le grossissement d'un microscope

Sur les objectifs et l'oculaire, on remarque des nombres suivis d'un X :

- pour l'oculaire généralement 10X (ou X10). Le chiffre inscrit sur l'oculaire indique le nombre de fois qu'il grossit cette image formée par l'objectif. L'oculaire est habituellement fabriqué de deux lentilles convergentes. Nous pouvons retrouver deux types de microscope sur le marché : des monoculaires (un seul oculaire) et des binoculaires (deux oculaires). L'oculaire agrandit l'image formée par l'objectif.
- pour les objectifs, il peut y avoir différents types : 10X, 40X,... Le chiffre inscrit sur chacun indique le nombre de fois que l'objet est grossi par cet objectif. Ainsi, l'objectif 40X donne une image 40 fois plus grande que l'objet. Chaque objectif est formé de plusieurs lentilles convergentes. Un objectif donne une première image agrandie de l'objet observé.

Ces nombres sont leurs grossissements propres, qui est le facteur d'agrandissement ainsi l'objectif fournit le grossissement principal et l'oculaire l'amplifie c'est le grossissement de l'appareil (ou grossissement total).

$$\begin{array}{ccccc} \text{Grossissement} & = & \text{Grossissement} & \times & \text{Grossissement} \\ \text{de l'appareil} & & \text{de l'Oculaire} & & \text{de l'Objectif} \\ \text{GA} & & \text{GOc} & & \text{GOB} \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccc} \text{Dimension} & = & \text{Grossissement} & \times & \text{Taille réelle} \\ \text{de l'image} & & \text{de l'appareil} & & \\ \text{DI} & & \text{GA} & & \text{TR} \end{array}$$

Le grossissement n'est pas la taille réelle, mais il indique combien de fois l'objet a été agrandi par rapport à sa taille réelle.

L'objet observé peut être de l'ordre de :

- L'angström $1\text{\AA}=10^{-7}\text{ mm}$
- Le nanomètre $1\text{nm}= 10^{-6}\text{mm}$
- Le micromètre $1\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$

2. Préparation microscopique

Une préparation microscopique est une lame de verre contenant un échantillon (mince et coloré si besoin) dans une goutte de liquide, recouvert d'une lamelle, le tout conçu pour être observé au microscope.

Sa fabrication implique de placer l'échantillon sur une lame propre, d'ajouter une goutte de liquide (eau, colorant), puis de déposer délicatement une lamelle de verre de manière oblique pour éviter les bulles d'air avant l'observation.

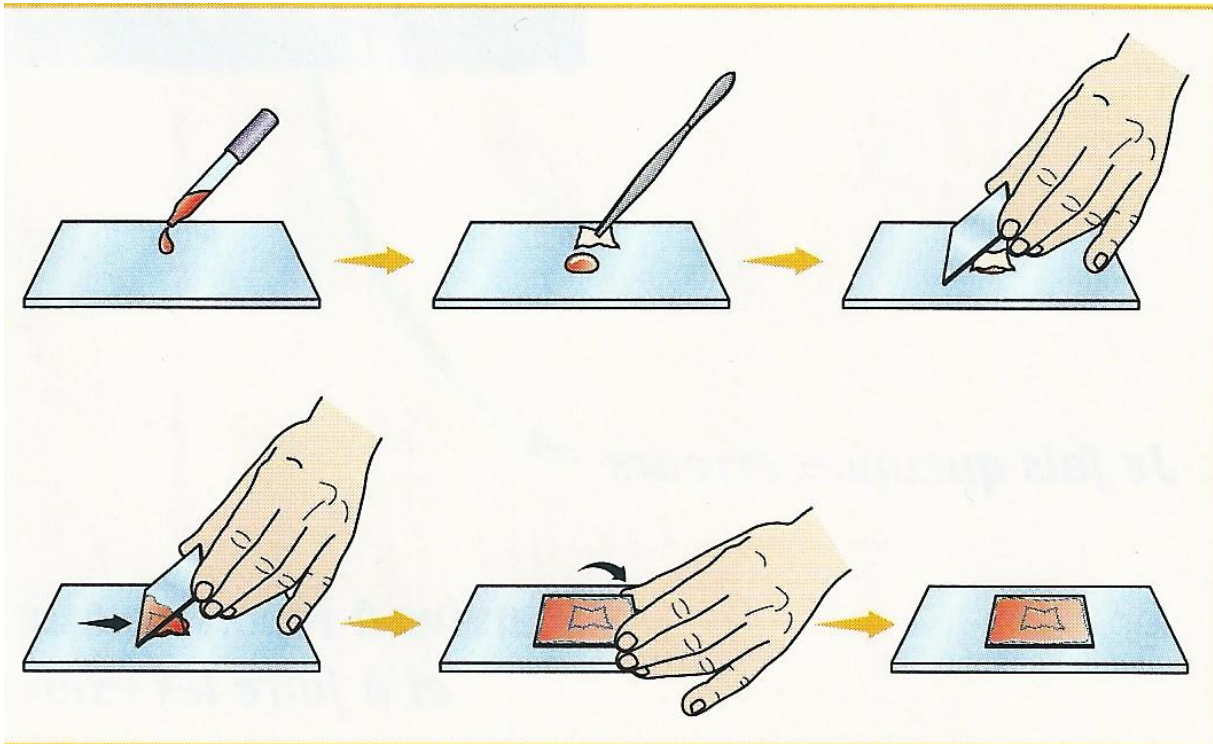


Figure 3: Réalisation d'une préparation microscopique

Source : <https://lescoursdemax.fr/wp-content/uploads/2018/07/PrC3A9paration-microscopique.jpg>

Remarque : Lame et lamelle, liquide de montage (Cf activités)

L'objet est toujours observé dans une goutte de liquide qu'on appelle **liquide de montage ou liquide d'examen**. On fait **varier** le liquide de montage en fonction du but de l'observation :

- Pour mettre en évidence la structure générale de la cellule : Eau (liquide physiologique)
- Pour mettre en évidence une *structure particulière de la cellule* Il y a également les colorants qui présentent 2 types :

Les colorants vitaux : qui ne tuent pas les cellules. Ex : Rouge neutre

Les colorants non vitaux (toxiques) : qui tuent les cellules Ex : le vert de méthyle, ...

- **Pour fixer ou consolider les structures cellulaires, il y a les fixateurs.**

La fixation permet une étude plus poussée (**approfondie**) de la cellule, mais elle peut entraîner une altération ou une modification de la matière vivante créant des *structures artificielles ou artefacts*. En général, elle entraîne la mort de la cellule. Ex : alcool éthylique,

RQ : Les différents types de colorants et les structures mis en évidence cf activités

3. Observations microscopiques

Une observation microscopique repose sur le grossissement et la résolution pour rendre visible des structures à l'échelle micrométrique, comme les cellules.

Pour préparer les cellules pour une observation au microscope, il faut réaliser une préparation fine et une coloration dans le cas où les cellules ne seraient pas naturellement pigmentées.

Pour obtenir une préparation fine, il existe différentes techniques, à choisir en fonction du tissu de départ.

Le colorant se choisit en fonction de ce qui doit être mis en évidence.

Pour plus d'informations : <https://svt.ac-versailles.fr/IMG/archives/bosvt/cellule.html>

Observation des cellules d'épithélium buccal humain

- Prendre un coton tige, se frotter énergiquement l'intérieur de la joue.
- Bien tourner le coton tige dans tous les sens.
- Tapoter le coton tige sur une lame de microscope.
- Y mettre une goutte de bleu de méthylène dilué et recouvrir d'une lamelle.
- Observer au microscope (x400).

La structure de la cellule peut être facilement observée.

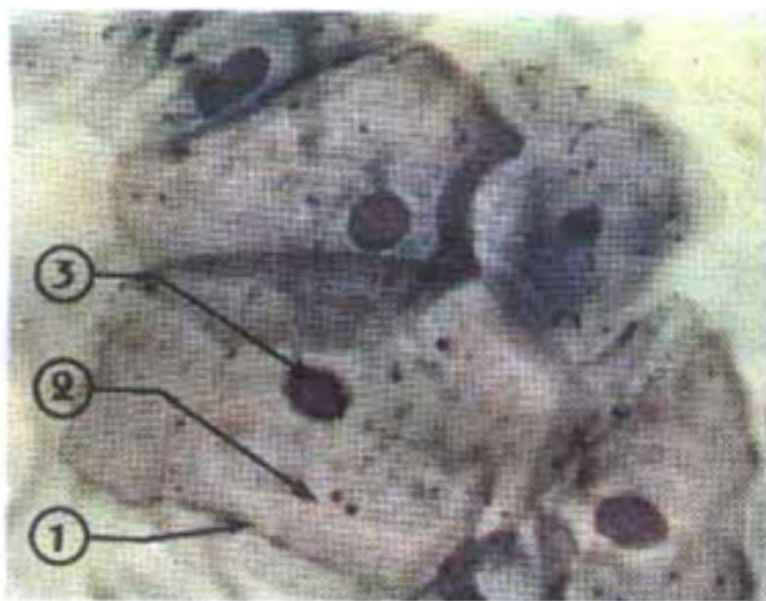
On y voit distinctement le noyau.

La cellule est limitée par une membrane souvent froissée ou repliée.

Et entre la membrane et le noyau, c'est le cytoplasme.

Parfois la cellule est recouverte de points bleus plus ou moins arrondis. Il s'agit de bactéries.

Pour plus d'information : <https://www.biopathe.fr/articles.php?lng=fr&pg=39&mnuid=403&tconfig=0>

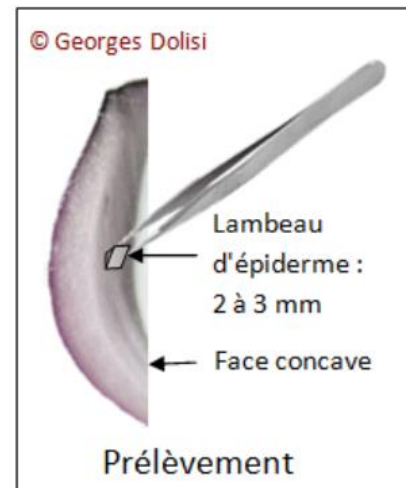
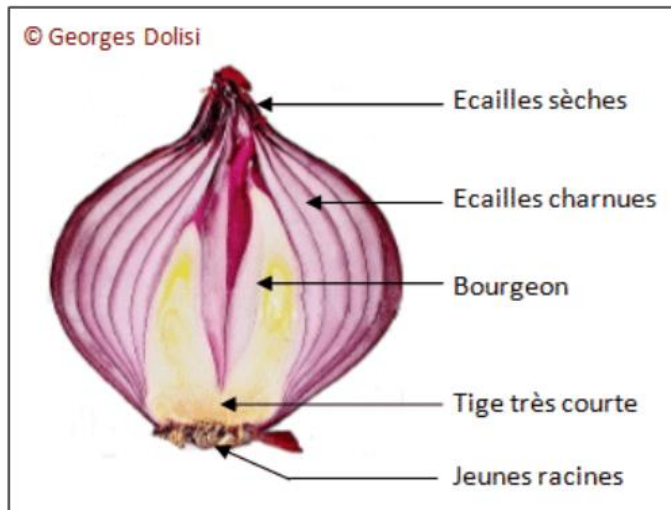


1. Membrane plasmique
2. Cytoplasme
3. Noyau

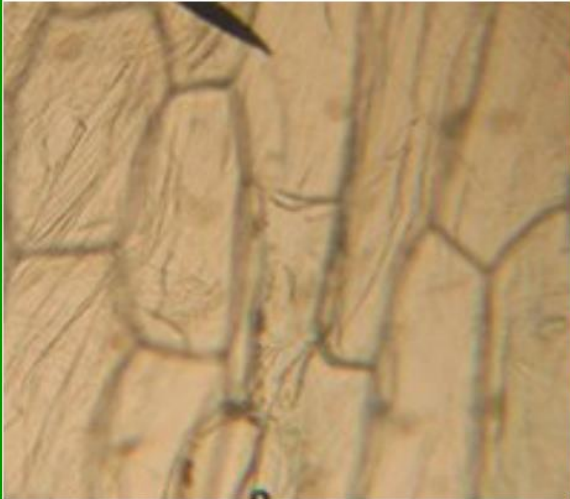
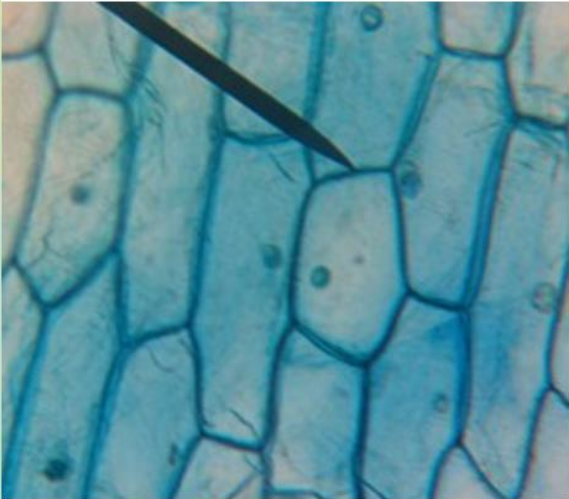
Cellules de l'épithélium buccal
(x 1200)

Observation des cellules d'épiderme de bulbe d'oignon

On prélève quelques petits lambeaux d'épiderme sur la face concave d'une écaille d'oignon.



Source : http://mediatheque.accesmad.org/cni24/pluginfile.php/63091/mod_resource/content/0/Epiderme%20doignon%20observ%C3%A9%20au%20MO%20%282%29%20%282%29.pdf

Cellules d'épiderme d'oignon non colorées (x100)	Cellules d'épiderme d'oignon colorées au bleu de méthylène (x100)
	

L'observation des cellules d'épiderme d'oignon non colorées comparées aux cellules d'épiderme d'oignon colorées au bleu de méthylène montre une limite nette et épaisse entre les cellules, c'est la paroi squelettique.

II. Description des cellules

1. Cellules animales

a. Muqueuse buccale

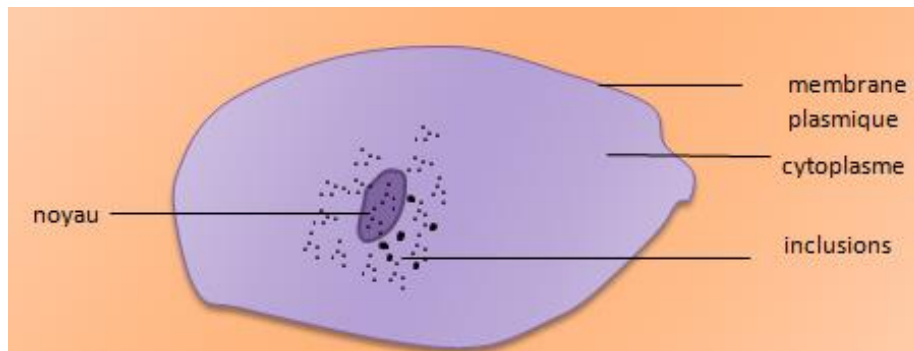


Figure 4: Schéma d'une cellule de l'épithélium buccal

Les cellules animales présentent une membrane plasmique fine, un noyau, un cytoplasme avec des granulations ou inclusions cytoplasmiques.

b. Paramécie

Observation de paramécies :

- Mettre du foin de paille ou des feuilles mortes macérée dans l'eau de pluie pendant 3 jours à température ambiante.
- Après 3 jours on recueille une goutte de la macération on la met entre lame et lamelle.
- Montez la préparation entre lame et lamelle.
- Observez au grossissement x10 et x40

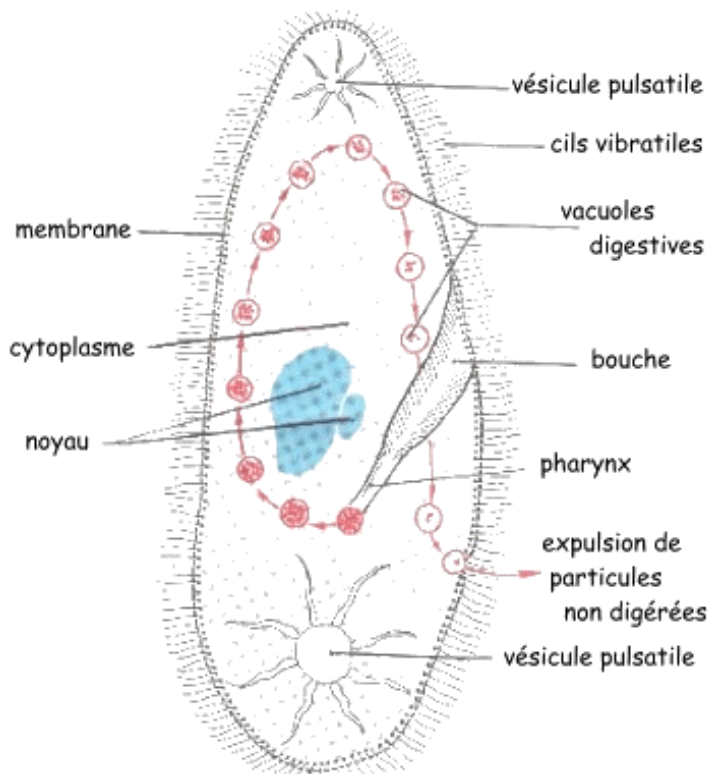
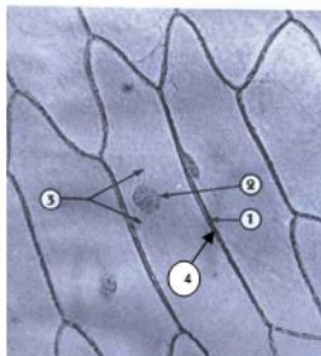


Figure 5: Schéma de la structure d'une paramécie

Source : https://geo.univ-batna2.dz/sites/default/files/geo/files/tp_ndeg_4_observation_microscopique_dun_protozoaire_la_paramécie.pdf

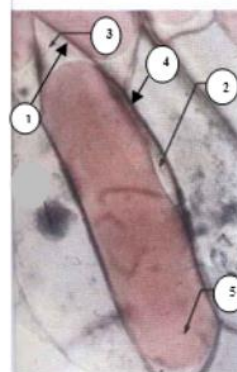
La Paramécie est un être vivant formé par une seule cellule (unicellulaire) d'affinité animale : un protozoaire. La paramécie est de grande taille munis de cils vibratiles permettant le déplacement et l'apport des aliments, elle vit généralement en milieu aquatique ou il se nourrit essentiellement de bactéries. Sa taille varie de 50 à 300 μm de long et présente deux types de vacuole : Vacuole digestives (permet la digestion) et Vacuole pulsatile (permet l'excrétion) Elle a une forme allongée et une mode de vie libre dans les eaux douces et stagnantes. Elle se nourrit par phagocytose. Le mode de reproduction est la division binaire.

2. Cellules végétales



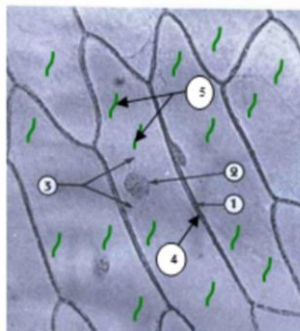
1. Membrane plasmique
2. Noyau
3. Cytoplasme
4. Paroi pectocellulosique

Cellule d'épiderme de bulbe d'oignon montée dans de l'eau (x 400)



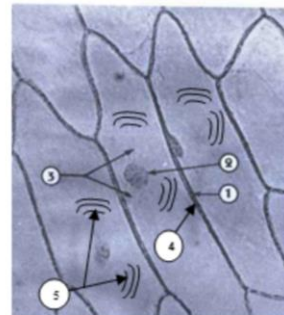
1. Membrane plasmique
2. Noyau
3. Cytoplasme
4. Paroi pectocellulosique
5. Vacuole

Cellule d'épiderme de bulbe d'oignon colorée au rouge neutre (x 400)



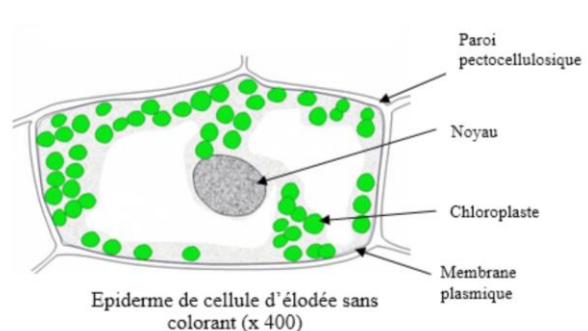
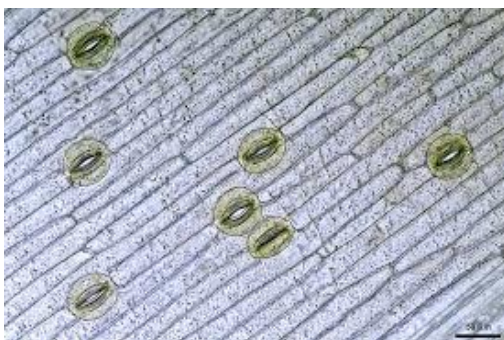
1. Membrane plasmique
2. Noyau
3. Cytoplasme
4. Paroi pectocellulosique
5. Mitochondries

Cellules de bulbe d'oignon colorées au vert de Janus



1. Membrane plasmique
2. Noyau
3. Cytoplasme
4. Paroi pectocellulosique
5. Appareil de Golgi

Cellules d'épiderme de bulbe d'oignon colorées au tétroxyde d'osmium



Epiderme de cellule d'élodée sans colorant (x 400)

Figure 6: Cellules d'épiderme de poireau

Source :

<https://svtclasseinversee.blogspot.com/wp-content/uploads/sites/2278/2019/12/Activite%CC%81-1-pre%CC%81lever-la-MM-1-1.pdf>

Les cellules présentent en général des formes géométriques régulières (arrondies ou polyédriques) et ont un noyau, mais certaines cellules ont des formes irrégulières (les neurones), changeantes (les amibes, certains leucocytes) pour se déplacer ou présentant plusieurs noyaux.

Les cellules animales et végétales ont en générales une même organisation au microscope optique avec la présence de membrane, noyau et cytoplasme. Cependant, certaines différences sont relevées au microscope électronique.

3. Conclusion :

- La cellule est l'unité fondamentale des êtres vivants qui peut être de forme différente (allongée, arrondie, ...). En générale, elle présente 3 parties distinctes : le noyau, le cytoplasme et la membrane cytoplasmique, on les appelle **cellules eucaryotes**. Mais il existe des cellules qui ne contiennent pas de noyau bien distinct ce sont les cellules **procaryotes** ex : chez les bactéries.
- On distingue également des êtres vivants **unicellulaires** : formée par une seule cellule ex : paramécie, bactérie et amibe (les protozoaires et les protophytes) et des êtres vivants formés par plusieurs cellules, appelés : **organismes pluricellulaires**, ce sont la plupart des animaux (métazoaires) et des végétaux (métaphytes). Leurs cellules sont réunies en groupes et chaque groupe est spécialisé pour une tâche. Ex : les cellules musculaires qui se regroupent en tissus musculaires pour former les muscles.
- Les êtres vivants unicellulaires sont regroupés dans le groupe des « protistes ». On distingue actuellement près de 70000 espèces de protistes. Ils sont généralement de taille microscopique : les plus petits

ont la taille de grosses bactéries, mais la plupart mesurent de 10 à 50 millièmes de millimètre. Certaines espèces sont visibles à l'œil nu, comme les algues vertes unicellulaires appelés : acétabularia.

- Un homme (pluricellulaire) de taille moyenne contient de 60.000 à 100.000 milliards de cellules.

III. Ultrastructure et rôles des éléments d'une cellule

L'observation des cellules animale et végétale au microscope électronique montre la présence de 3 parties fondamentales de la cellule :

- La membrane cellulaire
- Le cytoplasme (avec les organites cytoplasmique)
- Le noyau

1. La membrane cellulaire

La membrane délimite, et protège la cellule (contre les agents atmosphériques, les substances nuisibles, ...) et elle assure les échanges cellulaires.

La cellule végétale possède une **double membrane** :

- **Une membrane interne** qui limite le cytoplasme c'est la membrane cytoplasmique ou membrane plasmique. Cette membrane est souple, mince, élastique et déformable comme la **seule membrane** des cellules animales. Les 2 membranes cytoplasmiques de 2 cellules animales voisines sont séparées par un **espace interstitiel**.

- **Une membrane externe** qui est épaisse, rigide et indéformable, **c'est la membrane squelettique**. Elle est percée de fins canaux appelés **plasmodesmes**.

2. Le cytoplasme

- C'est une substance colloïdale et homogène qui ressemble au blanc d'œuf.
- C'est un lieu où se déroulent toutes les réactions biochimiques de la cellule (la synthèse ou anabolisme, la dégradation ou catabolisme)
- On y trouve les organites cellulaires.

3. Le ribosome

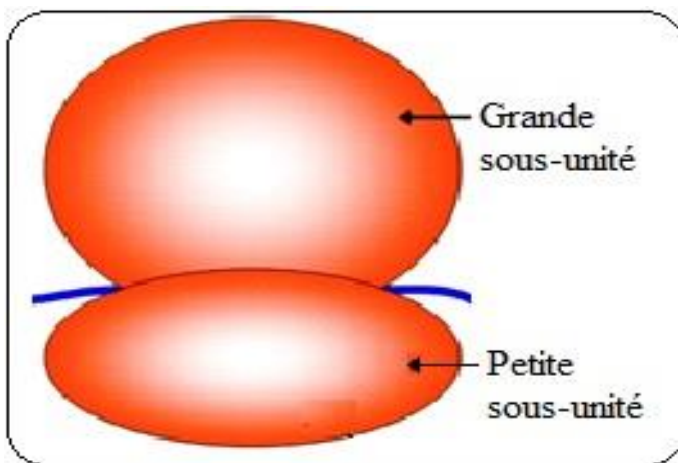


Figure 7: Schéma d'un ribosome

Le ribosome se présente en 2 sous-unités de tailles inégales. Les deux sous-unités sont collées quand le ribosome est **en activité** mais quand le ribosome est **au repos**, ces deux sous-unités se détachent. L'ensemble de plusieurs ribosomes forme le **polysome**

Le ribosome participe à la synthèse des protéines.

4. Le réticulum endoplasmique

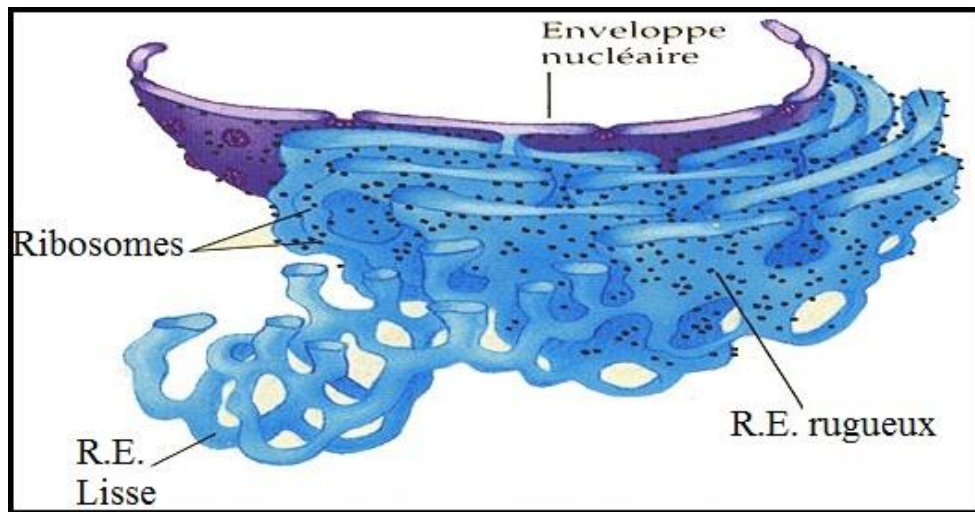


Figure 8: Schéma des deux types de réticulum endoplasmique

Le réticulum endoplasmique est formé par des sacs aplatis souvent groupés en série parallèle. Ces sacs peuvent être :

- sans ribosomes c'est le **réticulum endoplasmique lisse**,
- avec des ribosomes c'est le réticulum endoplasmique **rugueux** ou **l'ergastoplasme**.

Le réticulum endoplasmique est un lieu de synthèse des matières organiques.

5. L'appareil de Golgi

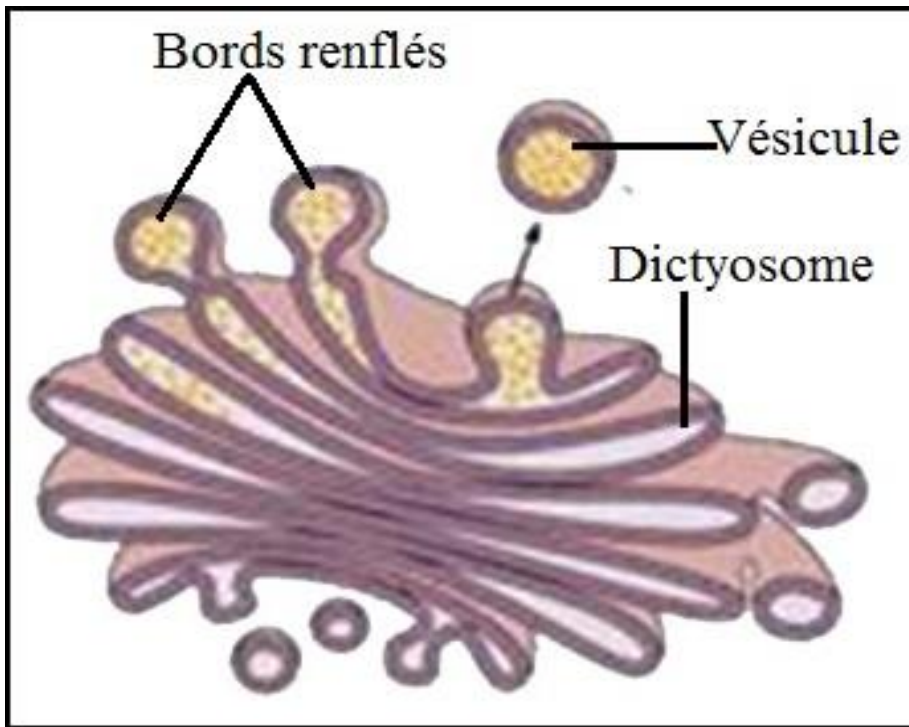


Figure 9: Schéma de l'appareil de Golgi

L'appareil de Golgi est formé également par des sacs aplatis appelés **dictyosomes** régulièrement empilés et des vésicules appelées **vésicules golgiennes**. Chaque sac présente **un bord renflé** où se détache les vésicules. L'appareil de golgi est à surface lisse.

Les substances synthétisées dans le réticulum endoplasmique sont accumulées dans l'appareil de golgi. C'est un lieu de stockage, de maturation et de sécrétion et d'excrétion de certaines substances (par le phénomène d'exocytose).

6. La mitochondrie

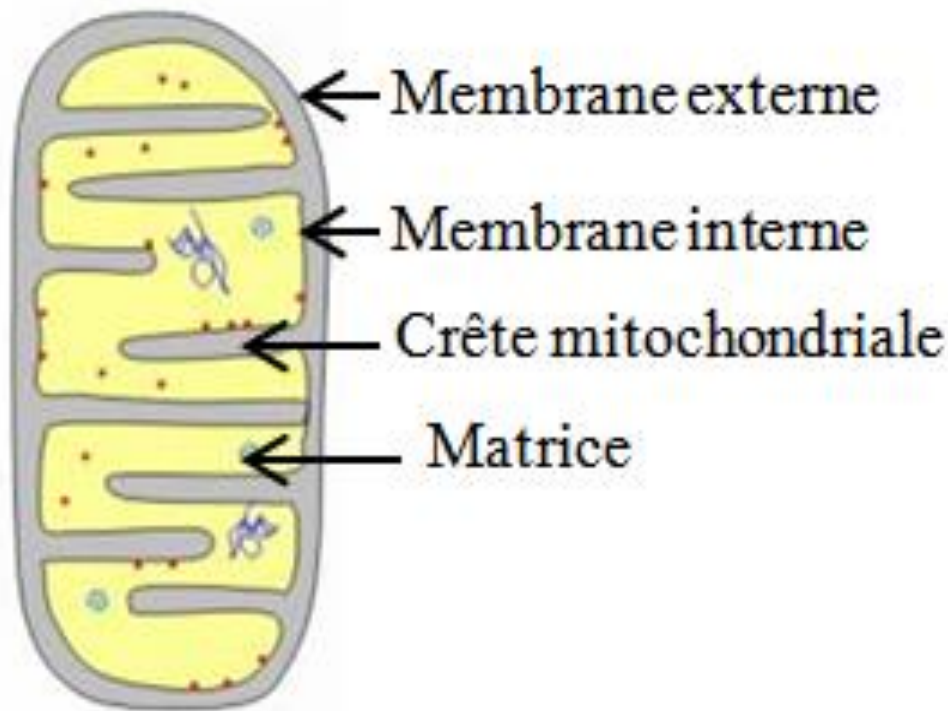


Figure 10: Schéma d'une mitochondrie

La mitochondrie présente une **double membrane** dont l'une externe est lisse et l'autre interne avec **des crêtes** qui sont très développées quand la mitochondrie est en activité. C'est un lieu de réserve d'énergie de la cellule car elle contient l'ATP (Adénosine TriPhosphate) qui est l'énergie utilisée par la cellule dans les réactions biochimiques telles que la synthèse et la dégradation cellulaire. En outre elle est le siège de la respiration cellulaire car la libération de l'énergie s'effectue par le phénomène d'oxydation.

7. Les vacuoles et les Lysosomes

Un **lysosome** est une vésicule entourée d'une membrane, il assure la digestion intracellulaire grâce à des enzymes de nature protéique : biocatalyseur.

Les **vacuoles** sont des sacs qui contiennent le suc vacuolaire, chaque sac est limité par la membrane vacuolaire. Ce sont les lieux de stockage des déchets cellulaires et elles assurent l'élimination des déchets à l'extérieur de la cellule.

8. Les plastes

Les plastes sont des organites propres à la cellule végétale. Un plaste a une forme ovoïde et possède des crêtes longitudinales sur la membrane interne.

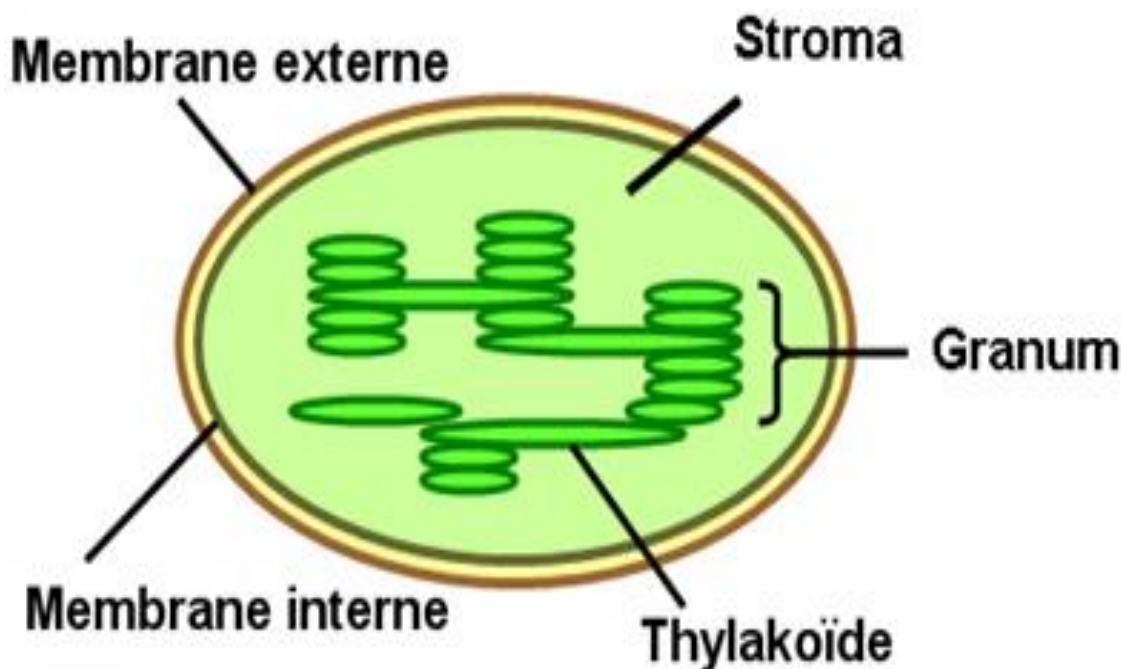


Figure 11: Schéma d'un chloroplaste

On peut distinguer plusieurs types de plastes selon les substances qu'ils accumulent :

- **L'amyloplaste** : contient de **l'amidon**.
- **Le Protéoplaste** : contient de **protéine**.
- **L'Oléoplaste** : contient de **lipide**
- **Les Chromoplastes** : contiennent de **pigments** de différentes couleurs

comme le :

- Pigment jaune appelé **xanthophylle**,
- Pigment orange appelé **carotène**,
- Pigment rouge appelé **lycopène**.
- Pigment **vert** appelé **chlorophylle**

Les rôles des plastes sont donc d'accumuler des produits comme les lipides, l'amidon, les pigments et de participer à la photosynthèse.

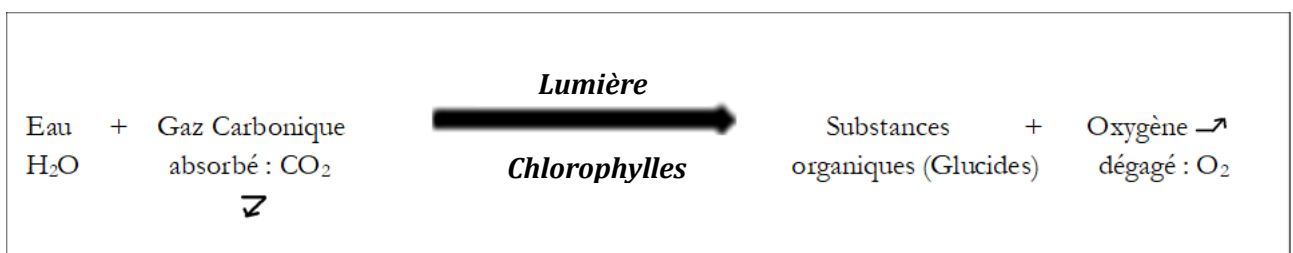
Remarque :

➤ Les chlorophylles se trouvent surtout dans les chloroplastes (organe des cellules végétales contenant des pigments récepteurs de l'énergie solaire notamment de la chlorophylle, et siège de la photosynthèse)

➤ Les chloroplastes se rencontrent surtout dans les feuilles (parfois dans les tiges).

➤ La photosynthèse est la synthèse des matières organiques par les plantes vertes qui possèdent de **chlorophylle**, elle se déroule en présence de **lumière** comme source d'énergie, en utilisant **de l'eau** et en absorbant de **CO₂** et en dégageant de **l'O₂**.

Équation globale de la photosynthèse :

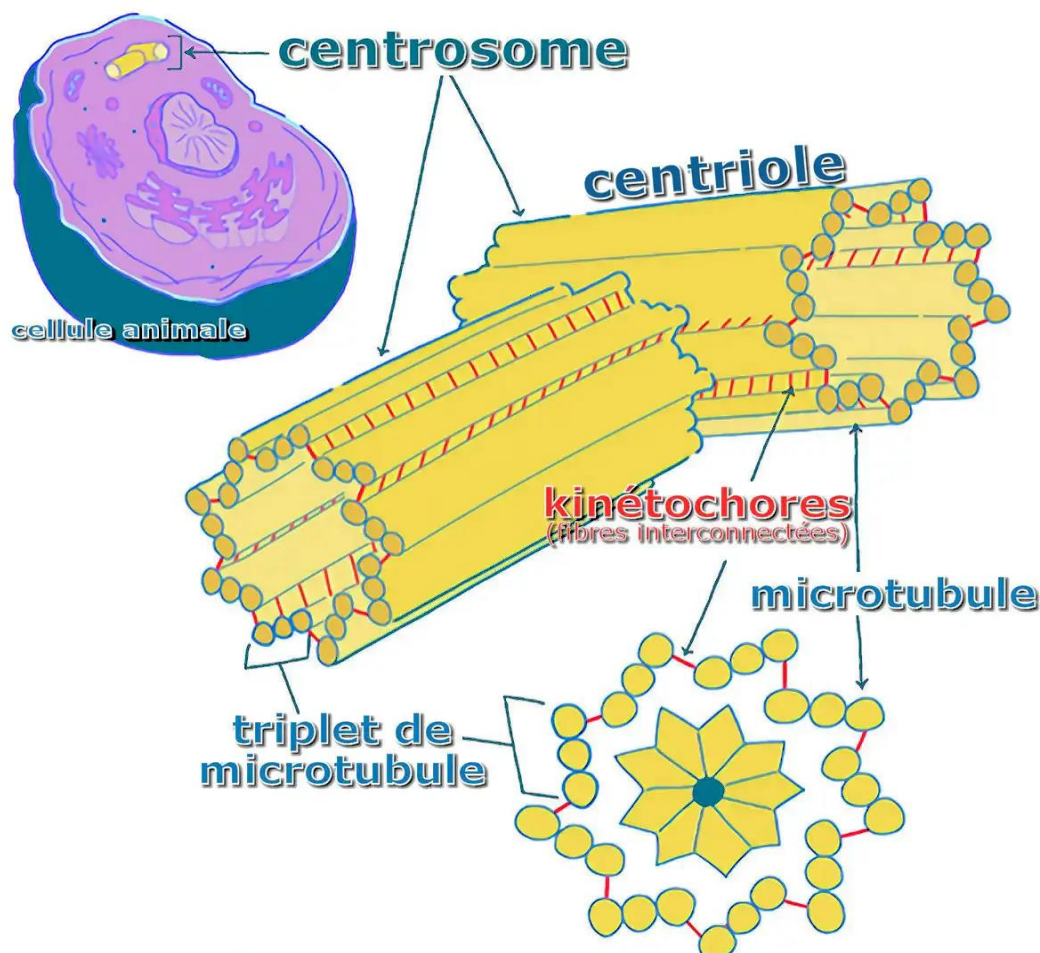


Condition sine qua non de la photosynthèse : la présence de lumière et la possession des chlorophylles.

9. Le centrosome

Le **centrosome** est un organite que l'on trouve uniquement chez les cellules animales. Il se trouve près du noyau et joue un rôle important dans la division cellulaire. Il est formé par une paire de **centrioles** disposés à angle droit entourés de protéines (matériau péri-centriolaire).

Les centrioles, cylindriques et formés de neuf triplets de microtubules, dirigent la formation du fuseau achromatique (mitotique) lors de la division cellulaire et servent de base aux cils et flagelles un élément important pour le déplacement de la cellule.



www.aquaportail.com

Figure 12: Schéma de la structure d'un centrosome

Source : <https://www.aquaportail.com/pictures2406/centrosome.webp>

10. Le noyau

Il est formé par :

La membrane nucléaire : constituée par des pores nucléaires qui relient le nucléoplasme et le cytoplasme. Elle limite le noyau.

La nucléoplasme ayant les caractéristiques du cytoplasme. La chromatine et le nucléole baignent dans la nucléoplasme.

- **Le nucléole** est vu uniquement quand la cellule est au repos mais il disparaît quand la cellule est en division. L'analyse chimique du nucléole montre qu'il contient l'ARN_m (Acide Ribo Nucléique) messager qui joue un rôle important dans la synthèse des protéines.

La chromatine est formée par un ensemble de filaments très fins, enchevêtrés les uns aux autres quand la cellule est au repos. Au moment de **la division cellulaire**, ces filaments se séparent les uns aux autres et ils deviennent plus épais et plus visibles en formant les **chromosomes**.

L'analyse chimique de la chromatine montre qu'elle contient de l'ADN (Acide DésoxyriboNucléique) qui est le support de l'**information génétique** et assure **la transmission des caractères héréditaires**.

Elle joue un rôle important dans la division cellulaire en donnant les **chromatides et les chromosomes**

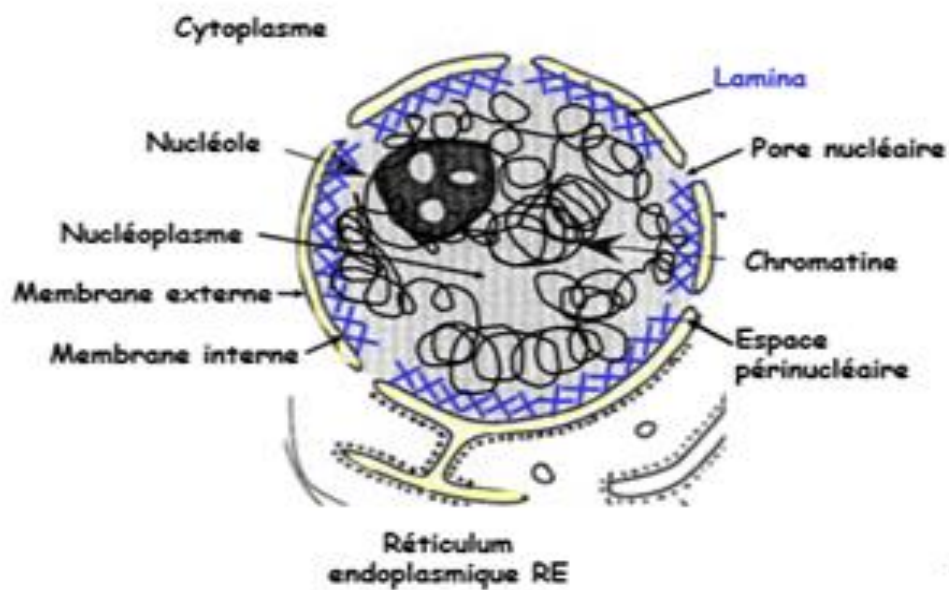
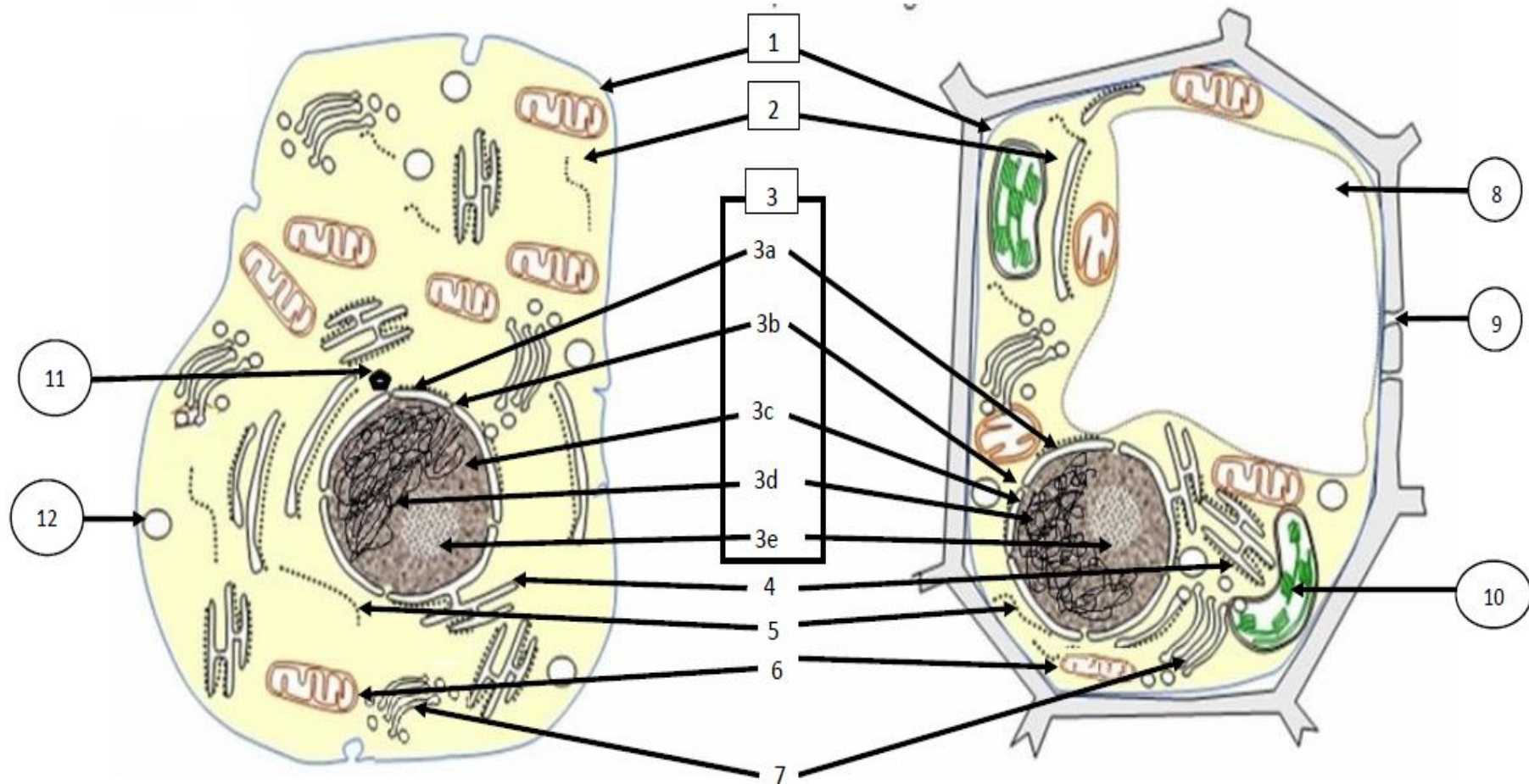


Figure 13: Schéma de l'ultrastructure du noyau

IV. Schémas comparatifs des cellules animales et végétales

Remarque : Tableau comparatif cellules animales et végétales (cf activités)



1. Membrane plasmique 2. Cytoplasme 3. Noyau (3a. membrane nucléaire 3b. Pore nucléaire 3c. nucléoplasme 3d. chromatine 3e. nucléole) 4. Réticulum endoplasmique (ergastoplasme ou RE rugueux avec ribosome et RE lisse : sans ribosome) 5. Polysome ou polyribosome 6. Mitochondrie 7. Appareil de Golgi 8. Grande vacuole 9. Plasmodesme 10. Plaste 11. Centrosome 12. Petite vacuole (ou lysosome)

V. Rappel sur les mouvements cellulaires

Le mouvement cellulaire désigne les mécanismes dynamiques par lesquels les cellules se déplacent ou réorganisent leurs composants internes.

Il existe deux types de mouvement cellulaire :

- mouvement intracellulaire
- mouvement extracellulaire ou déplacement cellulaire

1. Mouvements intracellulaires ou internes

C'est un mouvement qui se produit à l'intérieur de la cellule, comme le : Cyclose, Orientation des chloroplastes, Pulsation des vacuoles.

a. Le mouvement de cyclose :

Le cyclose est un mouvement du cytoplasme qui se matérialise par le déplacement des organites cellulaires. Ce mouvement est généralement circulaire d'où le nom de cyclose.

Le cyclose accélère les échanges (nutriments, enzymes, hormones et déchets) à travers la cellule.

↘ Le cyclose est facilement observable chez les végétaux. L'observation des élodées (plantes aquatiques) montre **le déplacement des chloroplastes**.

Cependant ce mouvement n'est pas simple :

- Mouvement passif : le cytoplasme entraine les chloroplastes
- Mouvement actif et orienté : la photoréaction des chloroplastes. La cellule utilise des mécanismes internes pour diriger le déplacement des chloroplastes afin d'optimiser la photosynthèse et éviter les dommages :
 - Faible lumière : Les chloroplastes sont dirigés vers la face exposée de la cellule pour maximiser la photosynthèse.
 - Forte lumière (Excès) : les chloroplastes sont déplacés vers les parois latérales de la cellule. Cette migration les aligne les uns derrière les autres, réduisant l'exposition directe pour prévenir le dommage causé par l'excès de lumière.

En résumé, le courant de la cyclose transporte les chloroplastes, mais l'intensité lumineuse oriente leur position finale pour réguler l'efficacité et la sécurité de la photosynthèse.

↳ Le **mouvement des vacuoles digestifs** des paramécies est également une forme de mouvement de cyclose. Les vacuoles digestives se forment au niveau du cytopharynx (Cytostome : bouche) et elles se déplacent grâce à la cyclose. Durant le trajet, la digestion a lieu, et les nutriments sont absorbés par le cytoplasme. Enfin, les déchets sont éjectés au niveau du cytoprocte (l'anus) après la migration des vacuoles.

Ces vacuoles digestives sont les résultats d'un mouvement de **cytose**. Le cytose est le transport de molécules à travers la membrane. La formation d'une vacuole digestive est un processus **d'endocytose**, qui présente deux types :

- **Phagocytose** (si la particule à ingérer est solide : une bactérie, un débris, un aliment).

- **Pinocytose** (si la cellule absorbe du liquide avec des substances dissoutes).
Le rejet des déchets ou débris est le processus inverse de l'endocytose c'est l'exocytose, en fusionnant une vésicule interne avec la membrane cellulaire.

b. Le mouvement de pulsation

Les vacuoles (ou vésicules) pulsatiles de la paramécie servent c'est à évacuer l'excès d'eau qui entre dans la cellule (par osmose), empêchant ainsi la paramécie de se gonfler et de se lyser. Ce mécanisme se déroule en deux phases : une phase de remplissage (diastole) où la vacuole se remplit d'eau, et une phase de contraction (systole) où elle se vide brusquement de son contenu.

Mécanisme de pulsation

Remplissage (Diastole) : L'eau entre dans la vacuole pulsatile par osmose. Le cytoplasme étant plus concentré que l'eau environnante, l'eau diffuse dans la cellule, puis s'accumule dans la vacuole, qui gonfle progressivement.

Contraction (Systole) : Lorsque la vacuole est pleine, elle se contracte rapidement, expulsant l'eau excédentaire hors de la cellule. Chez la paramécie, il y a deux vacuoles pulsatiles qui fonctionnent en alternance et en opposition de phase : quand l'une se remplit, l'autre se vide.

2. Mouvements extracellulaires ou de déplacements

Les mouvements extracellulaires permettent le déplacement de la cellule. On distingue : le Mouvement flagellaire (spermatozoïde), Le Mouvement ciliaire (paramécie, bacilles subtils...), Le Mouvement amiboïdes (amibe, globules blancs, ...)

a. Le mouvement flagellaire :

Exemple le mouvement des spermatozoïdes et de l'euglène,...

Une cellule ne porte qu'une ou deux flagelles d'environ 0,2mm de diamètre sur plus de 100mm de long. Ex : Le spermatozoïde : une cellule sexuelle male qui se déplace par battement de flagelle vers l'ovocyte II : une cellule sexuelle femelle.

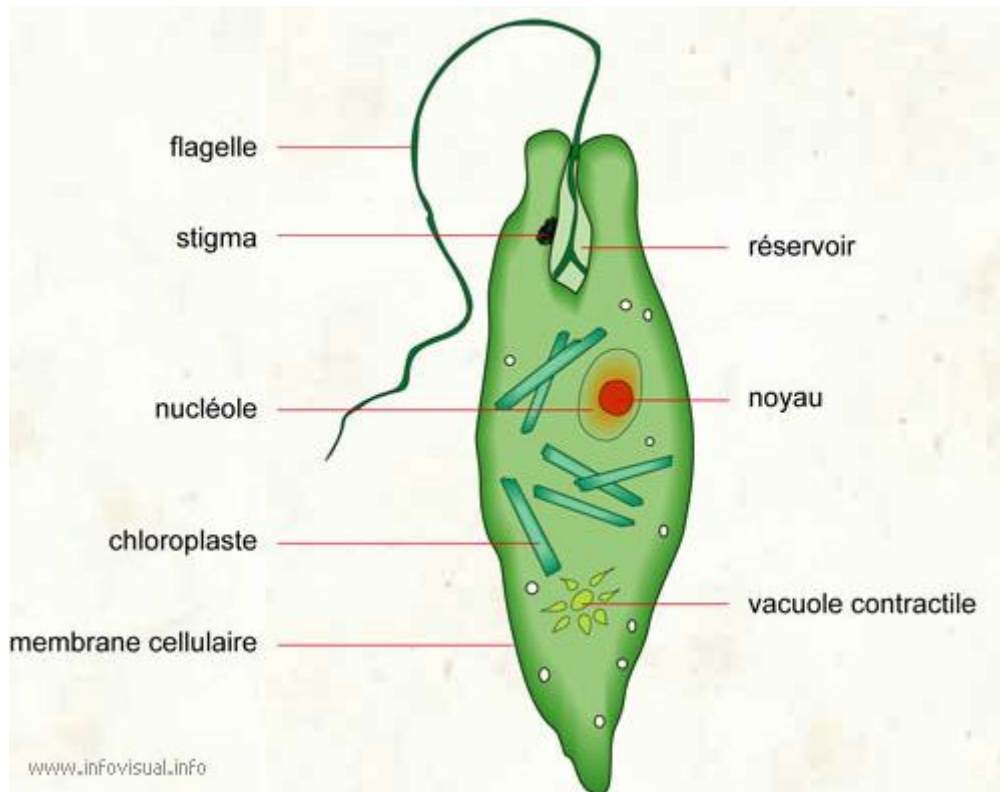


Figure 14: Structure de l'euglène

<https://clg-daguerre-cormeilles.ac-versailles.fr/article1268.html>

Une euglène est un micro-organisme unicellulaire qui possède des chloroplastes leur permettant de réaliser leur photosynthèse.

La photosynthèse est le processus par lequel les végétaux, en utilisant l'énergie du soleil, transforment l'eau et le CO_2 en composés organiques.

Les euglènes sont des algues vertes, capables de se déplacer grâce à un flagelle, qui vivent dans les eaux douces et claires des bassins.

Les euglènes sont composées d'eau, de sels minéraux et de matières organiques (principalement des protéines et des sucres comme l'amidon).

b. Le Mouvement ciliaire (ex : paramécie)

La paramécie est un organisme unicellulaire aquatique entièrement recouvert de cils vibratiles qui lui servent à la locomotion (se déplacer) et à la nutrition (guider les proies vers sa bouche). Les cils recouvrent le corps de la cellule.

Un cil mesure environ 0,2mm de diamètre et 7 à 10 mm de long.

Les milliers de cils qui recouvrent le corps de la cellule et battent de façon coordonnée, permettent à la paramécie de nager rapidement dans l'eau douce.

Une zone spécialisée, le péristome (une invagination en forme d'entonnoir), possède des cils spécifiques qui créent un courant pour attirer les bactéries et les particules nutritives vers le cytostome (la bouche) pour les avaler par phagocytose.

Ex : Les paramécies qui se déplacent par le battement de leurs cils vibratiles.

Remarques : les flagelles se distinguent des cils par leur longueur et la nature ondulatoire de leur battement.

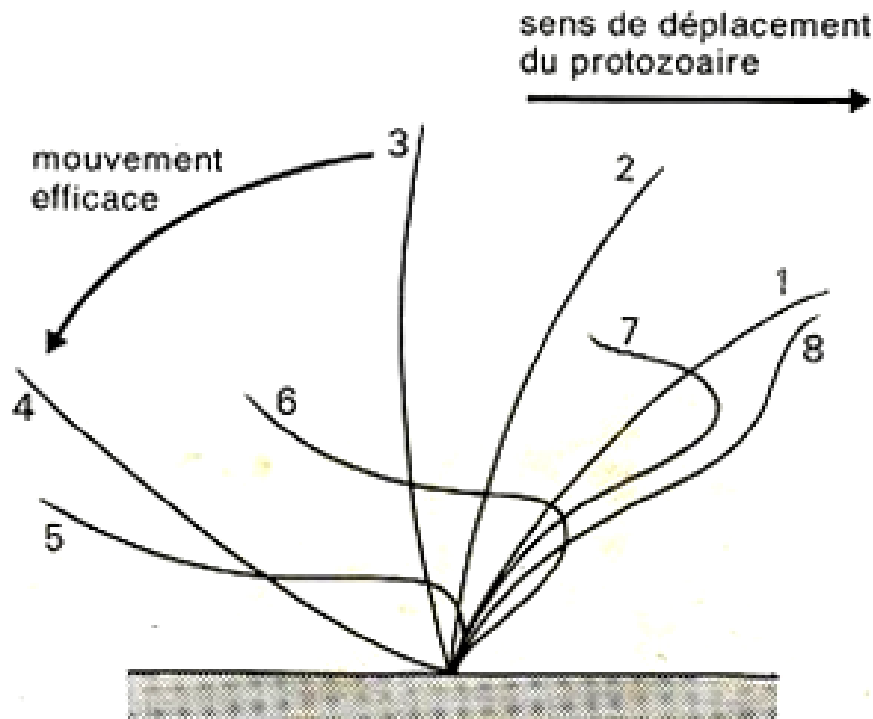


Figure 4 : Schéma du battement d'un cil

1-2-3-4 : le cil, rigide, se déplace vivement vers l'arrière
 5-6-7-8 : le cil, souple, revient mollement vers l'avant

Figure 15: Schéma du battement d'un cil

Source : <https://www.sunudaara.com/svt/les-mouvements-cellulaires-1er-s>

c. Le Mouvement amiboïdes

Exemple le mouvement de l'amibe, des globules blancs,...

Le mouvement amiboïde décrit pour la première fois chez l'amibe (protozoaire) porte le nom de déplacement amiboïde.

Au cours de ce déplacement, l'amibe déforme sa membrane plasmique donnant des éléments de cytoplasme qui s'allongent et se rétractent appelés pseudopodes. La cellule émet **des prolongements cytoplasmiques**

temporaires appelés pseudopodes vers un point visé, ensuite la cellule tire son corps vers ce point.



Figure 16: Dessin des amibes de Christian Gottfried Ehrenberg

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Amibe#/media/Fichier:Amoebas_from_Ehrenberg.jpg

Les amibes sont des êtres vivants unicellulaires eucaryotes qui sont caractérisées par un corps cellulaire déformable émettant des prolongements de forme changeante, les pseudopodes, qui leur permettent de ramper sur un support ou de capturer des proies microscopiques par phagocytose.

Ce sont pour la plupart des espèces libres vivant dans les eaux, les sols humides, les mousses, mais certaines peuvent être à l'origine de pathologies diverses. Le sous-groupe des thécamoebiens possède une coque qui protège le corps cellulaire à l'exception des pseudopodes.

Si la majorité des amibes sont libres et inoffensives pour l'Homme, certaines espèces ont développé des interactions plus complexes avec les animaux, en adoptant des modes de vie parasites ou pathogènes. *Entamoeba histolytica*, par exemple, est à l'origine de l'amibiase, une maladie intestinale qui affecte surtout les populations vivant dans des zones où l'hygiène de l'eau est insuffisante. Cette amibe pathogène se transmet principalement par l'ingestion de kystes présents dans l'eau ou les aliments souillés et peut, dans les cas sévères, entraîner des complications hépatiques. D'autres espèces, telles que *Acanthamoeba* et *Naegleria fowleri*, sont responsables d'infections rares mais graves, touchant respectivement la cornée et le système nerveux central. Ces cas, bien que marginaux au regard de la diversité globale des amibes, rappellent leur potentiel infectieux dans des contextes particuliers.

Source : <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-amibe-4237/>

VI. Rappel sur la Nutrition cellulaire

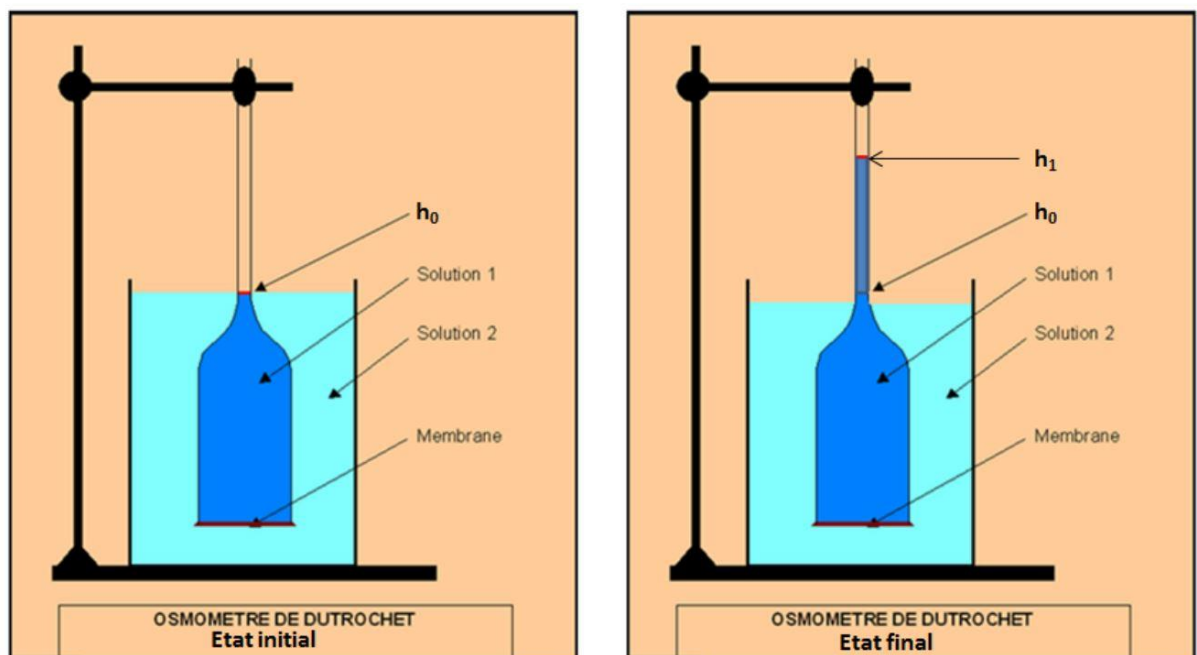
La nutrition cellulaire est la capacité de chaque cellule d'un être vivant à consommer les molécules nutritives.

1. Osmose et pression osmotique

Le phénomène osmotique a été reconnu par Dutrochet en 1827 que c'est un phénomène physiologique. C'est le point par lequel la physique des corps vivants se confond avec la physique des corps inorganiques. Il considéra les cellules comme des entités physiologiques. La physiologie, qui est une science de la nature, science du vivant puis science des fonctions et des régulations.

L'expérience du Dutrochet

Un entonnoir muni d'un long tube et dont l'ouverture est enveloppée d'une membrane perméable, contenant une solution de glucose colorée, est renversé dans un cristalliseur rempli d'eau pure



Source : http://mediatheque.accesmad.org/educmad/pluginfile.php/63169/mod_resource/content/0/Echanges%20deau%20-%20osmose%20cours%20FINAL%2017%2011%2020%20.pdf

Résultat de l'expérience :

Comparons les deux phénomènes T_0 et T_f on constate que :

- Le niveau du liquide dans le tube fin de l'entonnoir monte de h_0 à h_1
- La solution colorée de glucose se trouve diluée

Interprétation :

L'eau du récipient est passée dans l'entonnoir à travers la membrane ce qui explique l'augmentation du niveau de la solution colorée de glucose qui est diluée.

Conclusion :

Pour une expérience de courte durée, on constate que la membrane se laisse traversée seulement par de l'eau mais pas par le glucose : on dit que la membrane est semi-perméable.

Qui dit montée d'eau, dit force poussant le liquide vers le haut. Cette force est appelée force osmotique ou pression osmotique. Elle est liée à la concentration du glucose ou soluté de part et d'autre de la membrane semi-perméable : 0g/l dans le cristalliseur et xg/l dans l'entonnoir.

Si deux solutions présentent des concentrations inégales de soluté :

- la solution la plus concentrée est dite hypertonique (la solution dans l'entonnoir),
- la solution la moins concentrée est dite hypotonique (la solution dans le cristalliseur).

L'**osmose** est un phénomène naturel de diffusion de l'eau à travers une membrane semi-perméable du milieu hypotonique le milieu hypertonique, cherchant à équilibrer les concentrations des milieux. Cette diffusion de l'eau ne nécessite pas d'énergie on parle de transport passif de l'eau.

Ce mouvement d'eau a lieu pour équilibrer les pressions osmotiques de part et d'autre de la membrane séparant le cristalliseur et l'entonnoir : Les solutions du cristalliseur et de l'entonnoir exercent sur la membrane une pression proportionnelle à leur concentration dans chacun des compartiments. La pression est donc plus forte dans l'entonnoir. Pour diminuer celle-ci, et l'égaliser par rapport à la pression dans le cristalliseur, l'eau va diffuser vers l'entonnoir. La concentration dans l'entonnoir va diminuer ainsi que la pression osmotique.

Si deux solutions présentent des concentrations égales de soluté, elles sont dites **isotoniques**, l'eau traverse la membrane à la même vitesse dans les deux sens que l'on ne remarque pas le mouvement.

La pression osmotique peut être définie comme la pression hydrostatique nécessaire pour retenir le flux net d'eau. Pour calculer la pression osmotique on utilise les formules suivantes :

$$P = \alpha \times T \times i \times C \quad \text{ou} \quad P = 22,4 \times i \times C$$

α	coefficient de proportionnalité = 0,082
T	température absolue en ° Kelvin (°K) : $T(^{\circ}\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273^{\circ}\text{K}$
i	coefficient de dissociation $i=2$ pour les électrolytes (les ions , les sels minéraux , les acides , les bases) $i=1$ pour les non électrolytes (les substances organiques : Glucides, Lipides, Protides)
C	concentration molaire (mol/l)
P	Pression osmotique en atmosphères (atm)

Attentions à ne pas confondre les deux types de concentration :

- **Concentration massique (C_m)** : en g/L (ce qu'on pèse sur la balance).
- **Concentration molaire (C)** : en mol/L (le nombre de "paquets" de molécules).
- **Passer de l'une à l'autre** : $C = \frac{C_m}{M}$ (où M est la masse molaire).

Application de l'osmose chez les cellules végétales et animales (Cf activités séance :)

2. Absorption de substances dissoutes

L'absorption de substances dissoutes est un processus fondamental au niveau de la membrane cellulaire : on parle de **transport membranaire**. Cette absorption permet de faire entrer ou sortir les molécules essentielles comme les nutriments (glucose, ions) dans ou de la cellule à travers la membrane plasmique. Ce transport peut être de deux façons : Transport passif (sans dépense d'énergie) ou transport actif (nécessite de l'énergie)

- **Le transport passif** se fait naturellement, *sans besoin d'énergie* (ATP). Les substances se déplacent toujours du milieu plus concentré vers le milieu moins concentré en soluté c'est une diffusion simple *qui suit le gradient de concentration*. Ce sont les petites molécules non polaire (sans charge électrique) comme le dioxygène et le dioxyde de carbone, ...

- **Le transport actif**, *avec dépense d'énergie*, se produit lorsque la cellule doit déplacer des substances *contre leur gradient de concentration* (du moins concentré vers le plus concentré)

En outre, la diffusion de ces substances tient compte des Propriétés membranaires.

La membrane a une :

Perméabilité sélective : une cellule vivante fait un choix parmi les substances qu'elle absorbe. Les solutés à poids moléculaire faible (comme les

acides aminés, glucose, glycérol...) peuvent traverser tandis que ceux élevés n'en peuvent pas (ex : les protéines, amidon, glycogène)

Perméabilité différentielle : la vitesse de passage des substances ne sont pas les mêmes (mais différentes). Les mouvements d'eau étant toujours plus rapide que les mouvements des solutés, l'eau va diffuser vers le compartiment hypertonique. Parallèlement mais plus lentement, les solutés, pouvant passer librement la membrane, vont se déplacer du milieu hypertonique vers le compartiment hypotonique et progressivement équilibrer sa concentration de part et d'autre de la membrane : c'est la diffusion des substances dissoutes, principe de la dialyse

Perméabilité orientée : c'est une perméabilité à sens unique : entrée ou sortie seulement. . (ex : le rouge neutre)

Remarque :

La Dialyse : est une technique de purification d'une solution composée de différentes substances. Le principe consiste à séparer deux solutions par une membrane : On distingue différents types de membranes : membrane hemiperméable (laissant passer seulement le solvant) et membranes dialysantes (laissant passer à la fois le solvant et les solutés en dessous de certaine taille). Par effet de diffusion, les petites molécules traversent la membrane, tandis que les grosses molécules seront retenues.

Déplasmolyse :

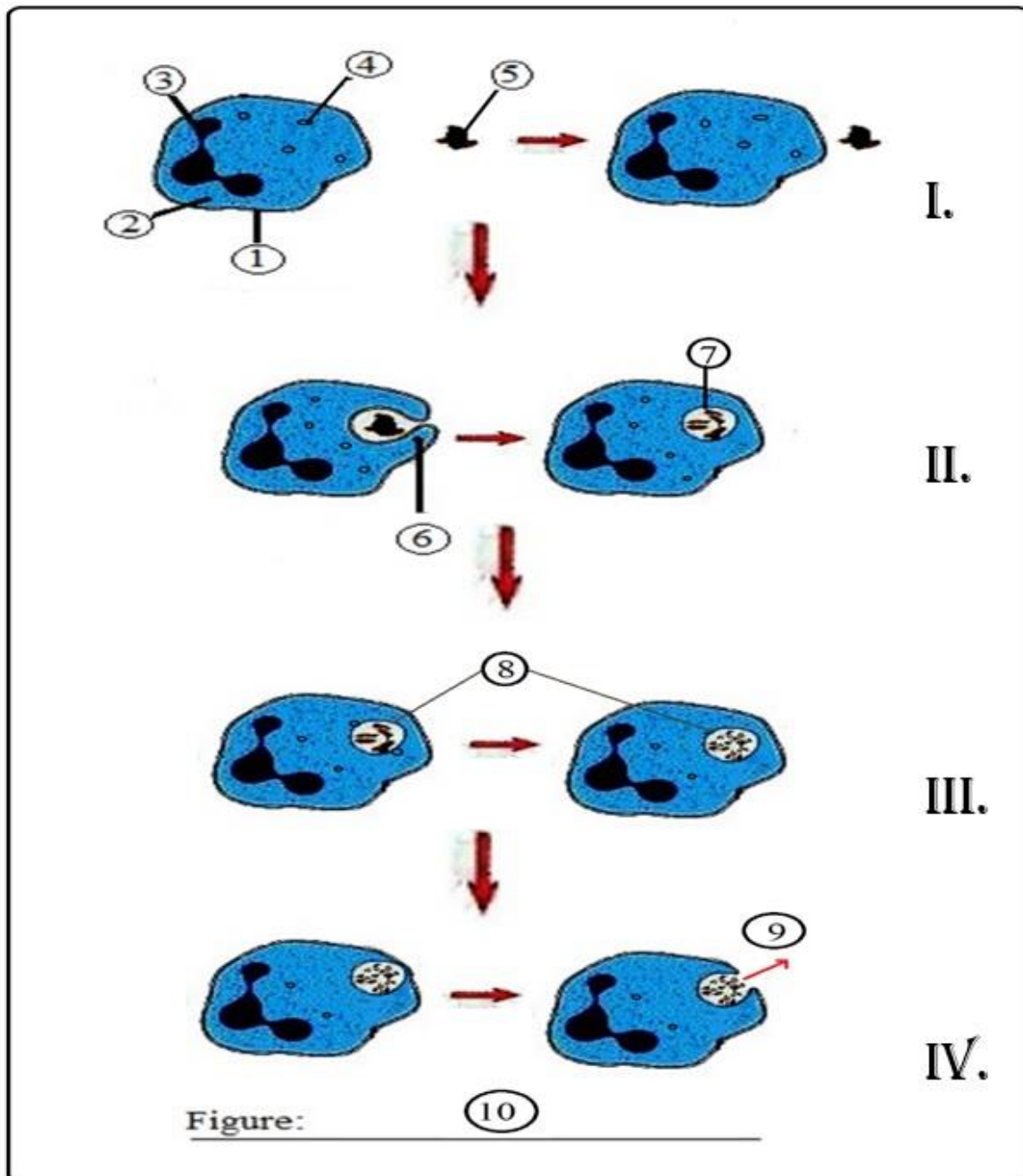
Avec l'osmose et la diffusion des substances dissoutes, la plasmolyse peut évoluer ou non en fonction de la composition du milieu extérieur. Si la plasmolyse évolue on parle de déplasmolyse qui peut être :

- **Spontanée** s'il y a diffusion des solutés du milieu extracellulaire vers l'intracellulaire. Ainsi les solutés vont tenter d'équilibrer sa propre concentration de part et d'autre de la membrane. A un moment, l'intérieur de la cellule deviendra hypertonique entraînant l'entrée de l'eau non plus sa sortie. Ce qui peut rendre la cellule normale ou turgescente.
- **Provoquée** si on replace les cellules dans l'eau déminéralisée ou milieu très dilué ou de l'eau distillée.

3. Absorption de substances non dissoutes

Cette absorption peut être une absorption de particules solides, on parle de phénomène de **phagocytose**, ou des particules liquides on parle de phénomène de **pinocytose**.

Quand les particules entrent dans la cellule on parle de phénomène **d'endocytose** mais quand c'est la sortie ou le rejet : passage des particules vers l'extérieur de la cellule on parle **d'exocytose**.



4. Absorption d'Oxygène et rejet de gaz carbonique : Respiration cellulaire

La respiration est un mécanisme d'échange gazeux effectué par les êtres vivants. Elle consiste à absorber de l'oxygène (O_2) et rejeter du dioxyde de carbone (CO_2).

L'oxygène de cette respiration est utilisé par les cellules (au niveau des **mitochondries**) de l'organisme pour la combustion des nutriments afin de libérer de l'énergie : **c'est la respiration cellulaire (aérobie)**.

La respiration cellulaire est l'ensemble des processus du métabolisme cellulaire convertissant l'énergie chimique contenue dans les nutriments en adénosine triphosphate (ATP).

Nutriment : substance nutritive pouvant être directement assimilée par l'organisme. Parmi les nutriments utilisés par les cellules des animaux et des plantes, on compte les glucides (ose), les protéines (acides aminés) et les lipides (acides gras),

Réaction chimique :

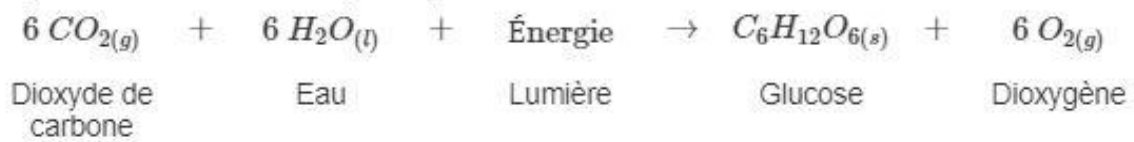


Dans cette réaction de combustion, les intrants sont le glucose et le dioxygène. Le gaz carbonique, l'eau et l'énergie sont les extrants de la réaction. L'énergie chimique ainsi extraite est plus facilement utilisable par la cellule qu'elle ne l'était sous la forme de glucose.

Remarque :

- Cette respiration peut s'effectuer en absence d'oxygène : c'est la **respiration cellulaire anaérobie**.
- La réaction de la **photosynthèse** est l'inverse de la réaction de la respiration cellulaire, et vice-versa.

L'équation de la réaction de photosynthèse est la suivante :



- Les végétaux utilisent la lumière pour concevoir leur propre nourriture, via la **photosynthèse**, donc leur propre énergie, Les végétaux sont des êtres **autotrophes**. Cette énergie est utilisée par la plante pour sa croissance et son développement.
- Les animaux, par contre, utilisent les aliments (nutriments) car ils ne peuvent pas produire leurs propres nourritures : ce sont des êtres **hétérotrophes**. Ils utiliseront la respiration cellulaire afin d'extraire des aliments, l'énergie qui leur est nécessaire.

Conclusion :

La respiration est l'une des voies essentielles permettant aux cellules de produire de l'énergie métabolique (biochimique sous forme d'adénosine triphosphate ou ATP). Cette énergie est utilisée par l'organisme pour assurer leur survie par les processus qui consomment de l'énergie tels que les biosynthèses, la locomotion ou encore le transport actif de substances chimiques à travers les membranes biologiques.