

MODULO CLIL – SCIENZE

“LA CELLULE”

1. STRUTTURA

Titolo del modulo in lingua: La cellule

Discipline coinvolte: Scienze, lingua francese.

Docente : Prof.ssa Christine Dinh Thu Hà

Tipo di scuola e classe: Liceo Linguistico – Classe 3

Lingua e livello: Francese, B1 /B2

Durata: 5 ore.

2. CONTENUTI

NB: le informazioni e le immagini contenute in questo modulo sono state tratte da siti Internet che trattano l'argomento in questione.

La **cellule** (du latin *cellula* petite chambre) est l'unité de structure, fonctionnelle et reproductrice, constituant toute partie d'un être vivant (dont les virus ne font pas partie). Chaque cellule est une entité vivante qui, dans le cas d'organismes multicellulaires, fonctionne de manière autonome, mais coordonnée avec les autres. Les cellules de même type sont réunies en tissus, eux-mêmes réunis en organes. La [théorie cellulaire](#) implique l'unité de tout le vivant : tous les êtres vivants sont composés de cellules dont la structure fondamentale est commune ainsi que l'[homéostasie](#) du milieu intérieur, milieu de composition physico-chimique régulé et propice au développement des cellules de l'espèce considérée.

1. Histoire du concept

- [1665](#) : [Robert Hooke](#) découvre des cellules mortes dans du liège, ces cellules lui font penser aux cellules d'un monastère, d'où le nom. Puis il observe des cellules dans des plantes vivantes, en utilisant les premiers microscopes. Hooke utilise le mot cellule mais le sens est alors différent de celui d'aujourd'hui.
- [1839](#) : [Theodor Schwann](#) découvre que les plantes et les animaux sont tous faits de cellules, concluant que la cellule est l'unité commune de structure et de développement, ce qui fonda la théorie cellulaire. Il donna son nom aux cellules de Schwann.
- La croyance selon laquelle des formes de vie peuvent apparaître spontanément (*génération spontanée*) est réfutée par [Louis Pasteur](#) (1822-1895).
- [1858](#) : [Rudolf Virchow](#) affirma que les cellules naissent du résultat de la division cellulaire (« omnis cellula ex cellula »), ce qui repose en termes cellulaires la question de l'œuf et de la poule. C'est précisément cette partie qui est attaquée par les tenants du créationnisme ou de son dernier avatar, le dessein intelligent.

Théorie cellulaire

- La cellule est l'unité constitutive des organismes vivants. Elle en est aussi l'unité fonctionnelle.
- L'organisme dépend de l'activité des cellules isolées ou groupées en tissus pour assurer les différentes fonctions.

- Les activités biochimiques des cellules sont coordonnées et déterminées par certaines structures présentes à l'intérieur des cellules.
- La multiplication des cellules permet le maintien des organismes et leur multiplication.
- Cette théorie est formulée en 1838 par Schleiden et Schwann : la cellule est unité de vie (tout ce qui est vivant est cellulaire). Cette théorie évoque également la présence d'[organites](#) à l'intérieur de ces mêmes cellules.
- La cellule c'est l'unité anatomique, morphologique et physiologique de tout être vivant.

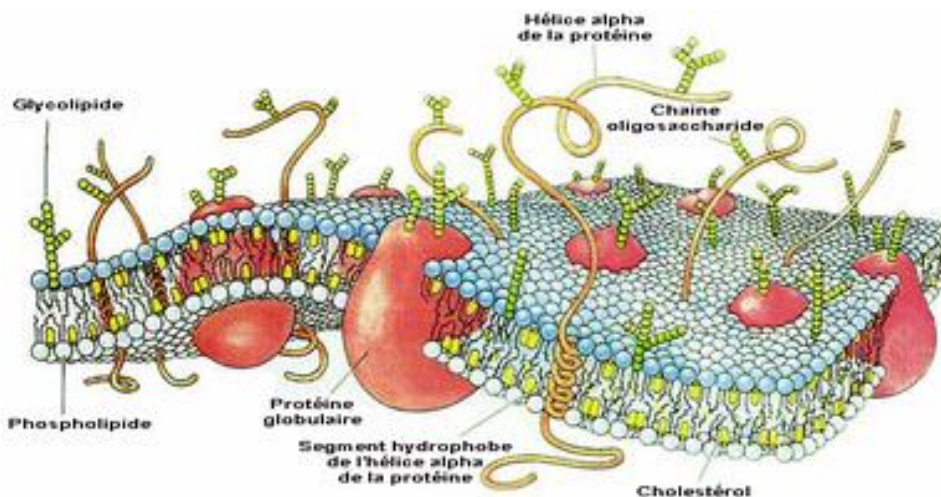
2. Notion de cellule

Ici on se demande quelles sont les caractéristiques communes aux cellules, malgré leur diversité.

a) Machine à produire de l'ordre.

La cellule représente un état hautement organisé de la matière : maintenir cet ordre tout en étant soumis aux principes de la [thermodynamique](#) nécessite la mise en place de structures permettant d'utiliser l'énergie et la matière extérieure (on crée de l'ordre au niveau de la cellule mais l'entropie globale augmente) ; la cellule est donc un système thermodynamiquement ouvert.

Espace clos effectuant des échanges avec l'extérieur.



Une petite section d'une membrane cellulaire.

Cette membrane de cellule moderne est bien plus sophistiquée que la simple [phospholipide](#) à deux couches originelle (les petites sphères à deux queues). [Protéines](#) et [glucides](#) ont plusieurs fonctions de régulation du passage de matériau à travers la membrane et de réaction à l'environnement.

La cellule constitue une unité spatiale, délimitée par une membrane. Celle-ci, loin d'être une limite hermétique, constitue une surface d'échanges permettant la mise en place de flux.

Les [membranes plasmiques](#), malgré leur diversité possèdent, sauf exceptions (certaines [archées thermophiles](#) possédant une seule couche de lipides), une structure identique :

- une bicouche phospholipidique composée de lipides [amphiphiles](#), qui constitue un filtre de base permettant le passage des substances [hydrophobes](#), freinant celui des [hydrophiles](#).
- des protéines transmembranaires et périphériques aux rôles divers (transferts, transport, transduction de signaux...)

La membrane agit non seulement comme un filtre, c'est-à-dire en laissant passer certaines molécules (on parle de perméabilité sélective) selon la différence de concentration (appelée à tort [gradient](#) de concentration) mais aussi en utilisant de l'énergie (osmotique, chimique...). Elle permet aussi le passage de la lumière, de la chaleur...

En tant que surface de contact avec l'extérieur, elle assure aussi la transmission d'informations nécessaires à la réactivité de la cellule aux changements de l'environnement et à la coordination avec d'autres cellules. La membrane plasmique crée donc un espace clos en constant échange avec l'environnement proche.

Compartmentation : mise en place de microenvironnements aux propriétés spécifiques.

La présence d'une membrane biologique entourant un espace, que ce soit le [cytoplasme](#) ou la lumière d'un organite, va permettre, en contrôlant les échanges des macromolécules, des ions (et de toute autre molécule) l'établissement de conditions favorisant certaines réactions par rapport à d'autres.

Cet environnement permet ainsi la [biosynthèse](#) et la dégradation de molécules organiques, et ainsi le maintien d'une structure hautement organisée par un recyclage constant des molécules qui le forment.

Cette compartimentation se trouve particulièrement poussée dans le cas des eucaryotes : elle permet la spécialisation fonctionnelle des différents organites (la composition de leur lumière étant différente, ils sont le siège de réactions différentes : on va ainsi pouvoir favoriser la production de tel produit dans un compartiment, sa destruction dans un autre).

Flux organisé de matière et d'énergie.

Cette structure de base (une membrane organisant les échanges entourant un compartiment, lieu de réactions chimiques spécifiques) va permettre la mise en place et le maintien de flux de matière, d'énergie, d'information... traversant la cellule. Il y a donc une réelle organisation des échanges cellule-extérieur, qui va permettre au « système cellule » (au sens thermodynamique) de maintenir sa structure hautement organisée.

Finalement, la cellule ne constitue pas une structure stable et immuable mais plutôt une entité dynamique nécessitant un apport constant de matière et d'énergie pour permettre son fonctionnement et le maintien de sa structure : seule son organisation persiste, ses constituants étant en perpétuel renouvellement.

b) Cellule vectrice de gènes.

Cette structure résulte de l'expression d'un programme génétique complexe (permettant notamment la synthèse d'[enzymes](#) dont on vient de voir l'importance). Celui-ci doit être transmis, en même temps que la structure de base, au cours des divisions cellulaires. La cellule peut donc être considérée non seulement comme l'unité structurelle du vivant mais aussi comme un vecteur de gènes assurant leur transmission au fil des générations.

Transmission des gènes et cycle cellulaire.

La division cellulaire aboutissant, à partir d'une cellule mère, à deux cellules filles contenant le même [génom](#)e (aux erreurs de copie près) nécessite la succession de phases de synthèse protéique permettant le renouvellement et la croissance cellulaire, de synthèse d'ADN et enfin de partition plus ou moins équitable de la cellule.

La synthèse protéique résulte de l'expression du matériel génétique, elle se déroule en plusieurs étapes : transcription de l'[ADN](#) en ARN, traduction de l'[ARN](#) en une chaîne polypeptidique, repliement de celle-ci (chez les eucaryotes s'insèrent des phases de maturation où l'on coupe et modifie la séquence synthétisée).

La copie du génome est réalisée par toute une machinerie protéique permettant à l'ADN polymérase d'accéder à la séquence et de la copier, selon le principe d'appariement des bases.

La partition de la cellule se fait par des mécanismes différents chez les procaryotes et les eucaryotes (nommée alors [mitose](#)) : celle-ci consiste en la partition et la transmission du génome intégral de la cellule mère.

Mort cellulaire : la cellule au service de l'organisme et des gènes.

La cellule ayant reçu un signal de son environnement va exprimer un programme entraînant sa mort (l'[apoptose](#) étant un de ces mécanismes) : ce phénomène est nécessaire au développement des organismes pluricellulaires ; autant chez les végétaux (avec par exemple la mort des cellules formant le tube criblé), que chez les animaux (lors de la mise en place de la main chez l'homme : on a initialement une main palmée, la mort des cellules permet l'individualisation des doigts). Ce phénomène a aussi été découvert chez certaines bactéries (la mort cellulaire permet de limiter le nombre de bactéries lorsque les ressources sont insuffisantes).

La cellule, tant pour les êtres pluricellulaires que pour les unicellulaires, constitue une structure vouée avant tout à permettre la reproduction de l'organisme et donc la transmission d'une structure de base contenant un programme génétique. Ainsi, certains auteurs ont été amenés à formuler la [théorie du gène égoïste](#), considérant les organismes (et donc les cellules) comme de simples structures destinées à assurer la transmission et la prolifération des gènes (le gène proliférant alors pour lui-même est qualifié d'égoïste).

c) Interdépendance cellulaire : de la cellule à l'organisme.

La cellule, en constant échange avec l'extérieur dépend entièrement de celui-ci. Elle dépend aussi et surtout des autres cellules, à plusieurs niveaux.

Êtres unicellulaires : la cellule « bonne à tout faire ».

Ici, l'être vivant ne comporte qu'une cellule : celle-ci doit donc assurer toutes les fonctions vitales (se nourrir, intégrer et réagir aux variations du milieu, proliférer...)

La cellule est donc en quelque sorte autonome mais elle dépend tout de même des autres cellules (rares sont les cellules ne prélevant que dans le milieu des composés exclusivement inorganiques).

Il peut donc exister une interdépendance cellulaire, même pour les êtres unicellulaires.

Organisme pluricellulaire : une communauté de cellules interdépendantes.

Ces cellules sont totalement dépendantes du bon fonctionnement des autres cellules: chacune d'entre elles, bien qu'ayant le même matériel génétique (à de rares exceptions près: les gamètes, les lymphocytes par exemple), exprime un programme génétique particulier qui la maintient dans une voie de différenciation (plus ou moins poussée). Cette spécialisation implique le fractionnement d'opérations effectuées dans une seule cellule pour les unicellulaires : les cellules d'un même organisme s'organisent en différentes structures (tissus, organes, systèmes....) réalisant des fonctions particulières. Ce fractionnement des fonctions nécessite une coordination entre cellules d'où l'émergence de systèmes de communication entre cellules. On a donc une interdépendance forte au sein même de l'organisme qui se superpose à la dépendance aux autres êtres vivants.

Cellule eucaryote : formation de communautés de cellules intracellulaires

Principales différences entre les cellules procaryotes et eucaryotes

	Procaryotes	Eucaryotes
représentants	bactéries , archées	protistes , champignons , plantes , animaux
Taille typique	~ 1-10 µm	~ 10-100 µm
Type de noyau	nucléoïde; pas de véritable noyau	vrai noyau avec une enveloppe
ADN	circulaire (chromosome), avec des protéines HU pour eubactéries	molécules linéaires (chromosomes) avec des protéines <i>histone</i>
ARN/ synthèse des protéines	couplé au cytoplasme	synthèse d'ARN dans le noyau synthèse de protéines dans le cytoplasme
Ribosomes	23S+16S+5S	28S+18S+5,8S+5S
Structure cytoplasmique	très peu de structures	très structuré par des membranes intracellulaires et un cytosquelette
Mouvement de la cellule	flagelle fait de flagelline	flagelle et cils fait de tubuline
Métabolisme	anaérobie ou aérobie	habituellement aérobie
Mitochondries	aucune	d'aucune à plusieurs milliers
Chloroplastes	aucun	dans les algues et les plantes chlorophylliennes
Organisation	habituellement des cellules isolées	cellules isolées, colonies, organismes complexes avec des cellules spécialisées
Division de la cellule	division simple	Mitose (multiplication conforme de la cellule) Méiose (formation de gamètes)

La [théorie endosymbiotique](#) (théorie démontrée en ce qui concerne les mitochondries et les chloroplastes) énonce que les cellules eucaryotes se sont formées à partir d'une cellule procaryote ayant phagocyté puis domestiqué des bactéries : celles-ci seraient à l'origine des mitochondries. L'invagination de cyanobactéries aurait donné naissance aux chloroplastes.

La cellule eucaryote dérive donc de l'association symbiotique de bactéries qui sont devenues totalement interdépendantes au point de former une seule et même unité structurale et fonctionnelle.

3. Principales structures cellulaires.

On considère généralement deux types fondamentaux de cellules selon qu'elles possèdent ou non un véritable noyau entouré d'une membrane :

- les [procaryotes](#) dont l'ADN est libre dans le cytoplasme. Ils comprennent les [eubactéries](#) et les archées ou [archéobactéries](#) ;
- les [eucaryotes](#) qui ont une organisation complexe, de nombreux organites et dont le noyau est entouré d'une membrane nucléaire. Les eucaryotes comprennent un grand nombre de formes d'organismes unicellulaires et multicellulaires.

a) Procaryotes

Le [cytoplasme](#) des procaryotes (le contenu de la cellule) est diffus et granulaire, du fait des [ribosomes](#) (complexe macromoléculaire responsable de la synthèse des protéines).

La membrane plasmique isole l'intérieur de la cellule de son environnement, et sert de filtre et de porte de communication. Il y a souvent¹ une paroi cellulaire. Elle est formée de *peptidoglycane* chez les eubactéries, et joue le rôle de barrière supplémentaire contre les forces extérieures. Elle empêche également la cellule d'éclater sous la pression osmotique dans un environnement [hypotonique](#).

L'ADN des procaryotes se compose d'une molécule circulaire super enroulée. Bien que sans véritable noyau, l'ADN est toutefois condensé en un [nucléotide](#). Les procaryotes peuvent posséder un ADN extra-chromosomal, organisé en molécules circulaires appelées [plasmides](#). Ils peuvent avoir des fonctions supplémentaires, telles que la résistance aux antibiotiques.

Certains procaryotes ont un [flagelle](#) leur permettant de se déplacer activement, plutôt que de dériver passivement.

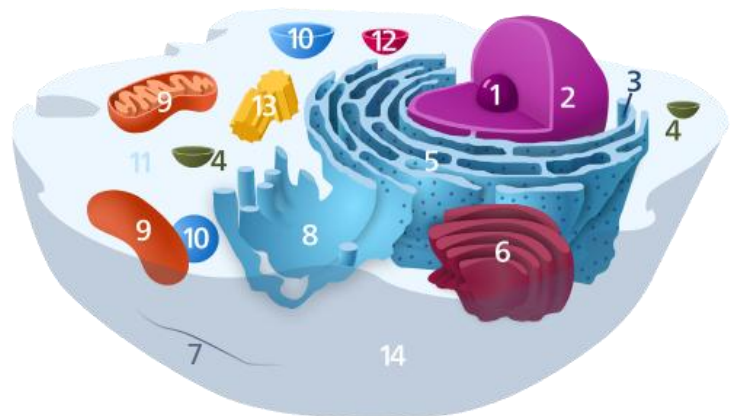
Spécificités des archées.

Les archées (archaea) sont considérées comme similaires à certains des premiers organismes qui existent sur Terre. On les rencontre notamment dans des milieux extrêmes (elles sont souvent appelées extrémophiles), tels que geysers, monts hydrothermaux, les fonds abyssaux. Certaines peuvent résister à des pressions et des températures extrêmes, et avoir un métabolisme basé sur le méthane ou le soufre.

b) Cellule eucaryote

Organisation d'une cellule animale eucaryotes typique.

1. [Nucléole](#)
2. [Noyau](#)
3. [Ribosome](#)
4. [Vésicule](#)
5. [Réticulum endoplasmique rugueux \(granuleux\) \(REG\)](#)
6. [Appareil de Golgi](#)
7. [Cytosquelette](#)
8. [Réticulum endoplasmique lisse](#)
9. [Mitochondries](#)
10. [Vacuole](#)
11. [Cytosol](#)
12. [Lysosome](#)
13. [Centrosome](#) (constitué de deux [centrioles](#))
14. [Membrane plasmique](#)



- Le cytoplasme n'est pas aussi granulaire que celui des procaryotes, puisque la majeure partie de ses ribosomes est rattachée au [réticulum endoplasmique](#).
- La membrane plasmique ressemble, dans sa fonction, à celle des procaryotes, avec quelques différences mineures dans sa configuration.
- La paroi cellulosique, quand elle existe (végétaux), est composée de [polysaccharides](#), principalement la cellulose.
- L'ADN des eucaryotes est organisé en une ou plusieurs molécules linéaires. Ces molécules se condensent en s'enroulant autour d'[histones](#) lors de la division cellulaire. Tous les [chromosomes](#) de l'ADN sont stockés dans le noyau, séparé du cytoplasme par une double membrane. Les eucaryotes ne possèdent pas de plasmides : seuls quelques organites peuvent contenir de l'ADN.
- Certaines cellules eucaryotes peuvent devenir mobiles, en utilisant un cil ou un flagelle (spermatozoïde par exemple). Leur flagelle est plus évolué que celui des procaryotes.

Les eucaryotes contiennent plusieurs organites. Ce sont des compartiments cellulaires baignant dans le hyaloplasme. Ils sont délimités par une membrane (simple, double ou triple) et possèdent des fonctions spécifiques.

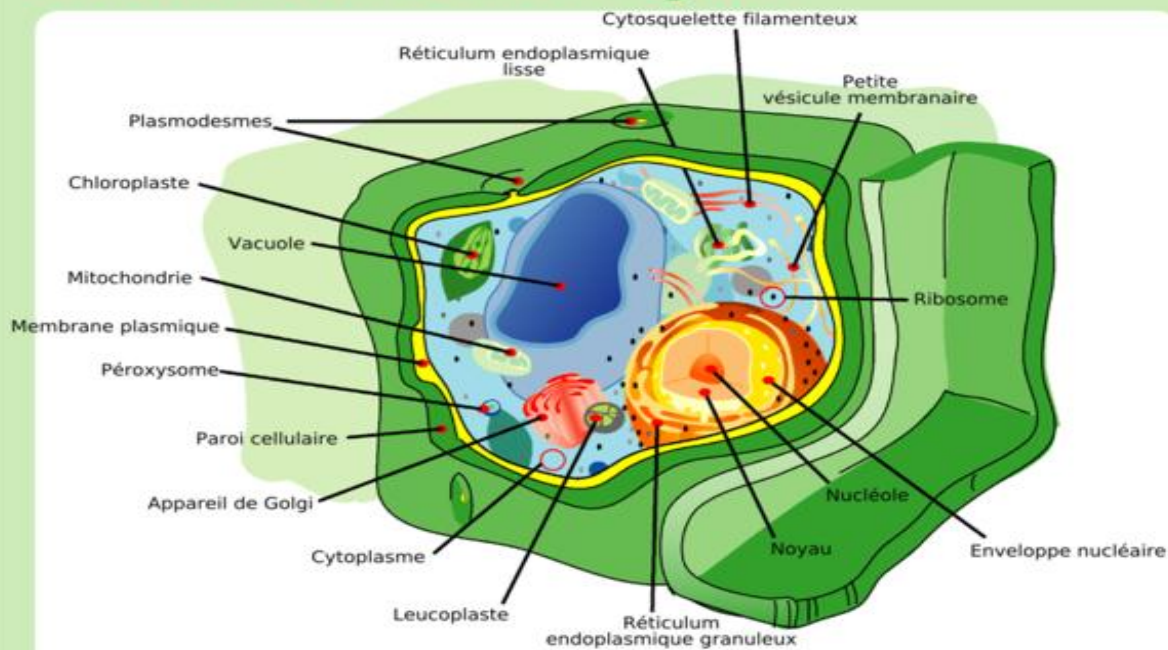
- Le réticulum endoplasmique (RE) est une extension de la membrane du noyau. Il est divisé en [RE lisse](#) (REL) et [RE rugueux](#) (RER) (parfois appelé RE granuleux REG), en fonction de son apparence au microscope. La surface du RE rugueux est couverte de ribosomes qui insèrent les protéines néosynthétisées dans le RE. Du RE, les protéines sont transportées vers l'appareil de Golgi grâce à des vésicules.
- L'appareil de Golgi est le lieu de transformation finale des protéines. La glycosylation (ajout de chaînes glucidiques complexes) se réalise à ce niveau.
- Les [mitochondries](#) jouent un rôle important dans le métabolisme de la cellule. Elles contiennent leur propre génome (l'[ADN mitochondrial](#)). C'est là que se déroulent la respiration cellulaire et la fabrication de l'énergie, l'[ATP](#) (Adénosine TriPhosphate). Cette énergie est indispensable aux réactions métaboliques.
- Le [cytosquelette](#) permet à la cellule de conserver sa forme ([Tenségrité](#)) et de se mouvoir. Il est également important lors de la division cellulaire, et dans le système de transport intracellulaire.
- Les [plastés](#) sont présents dans les plantes et les algues. Les plus connus sont les [chloroplastes](#), dans les cellules d'organismes photosynthétiques, qui convertissent l'énergie lumineuse du Soleil en énergie chimique utilisée pour fabriquer des sucres à partir de dioxyde de carbone (phase sombre de la photosynthèse). Ils possèdent également leur propre génome. Ils sont le fruit de l'[endosymbiose](#) d'une [cyanobactéries](#).
- Chez les plantes, les algues et les champignons, la cellule est encerclée par une [paroi cellulaire pectocellulosique](#) qui fournit un squelette à l'organisme². Des dépôts de composés tels que la [subérine](#) ou la [lignine](#) modulent les propriétés physico-chimiques de la paroi, la rendant plus solide ou plus imperméable, par exemple.

Certains eucaryotes unicellulaires peuvent former des structures multicellulaires. Ces colonies consistent soit en des groupes de cellules identiques, capables de rester en vie une fois séparées de la colonie principale (par exemple, les champignons), soit en des groupes de cellules spécialisées interdépendantes.

La plus grande cellule du monde vivant est en poids, le jaune d'œuf d'autruche dont la masse est comprise entre 1,2 et 1,9 kg, et en longueur le neurone de calmar géant ou du calmar colossal dont l'axone peut atteindre 12 m³.

Typiquement chez les eucaryotes, la cellule végétale se différencie de la cellule animale par la présence d'une paroi squelettique cellulosique et de plastés, notamment des chloroplastes, ainsi que par le développement important des vacuoles.

Structure d'une cellule végétale



4. Les mitochondries

Structure de la mitochondrie

Il est actuellement admis que la mitochondrie serait apparue par [endocytose](#) d'une bactérie par une cellule ancestrale (théorie endosymbiotique). En effet, la mitochondrie possède un génome à ADN sur un chromosome circulaire, dont les gènes ressemblent à ceux portés par les bactéries.

La mitochondrie est un organe de forme ovoïde, délimitée du cytoplasme par deux membranes superposées :

- une membrane externe, où la présence de nombreuses porines (protéine en forme de canal) permet le passage de molécules ;
- une membrane interne, repliée de telle façon à créer de nombreuses invaginations qui augmentent la surface de la membrane sans augmenter le volume de la mitochondrie. C'est sur cette membrane que sont localisées les usines de la respiration cellulaire.

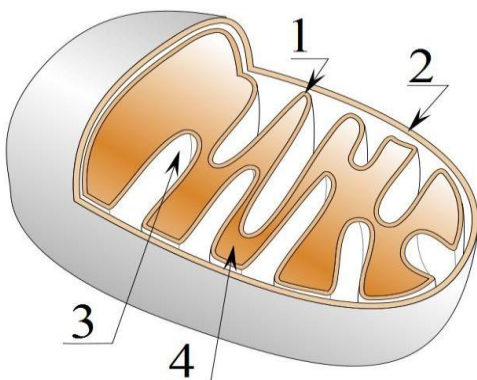
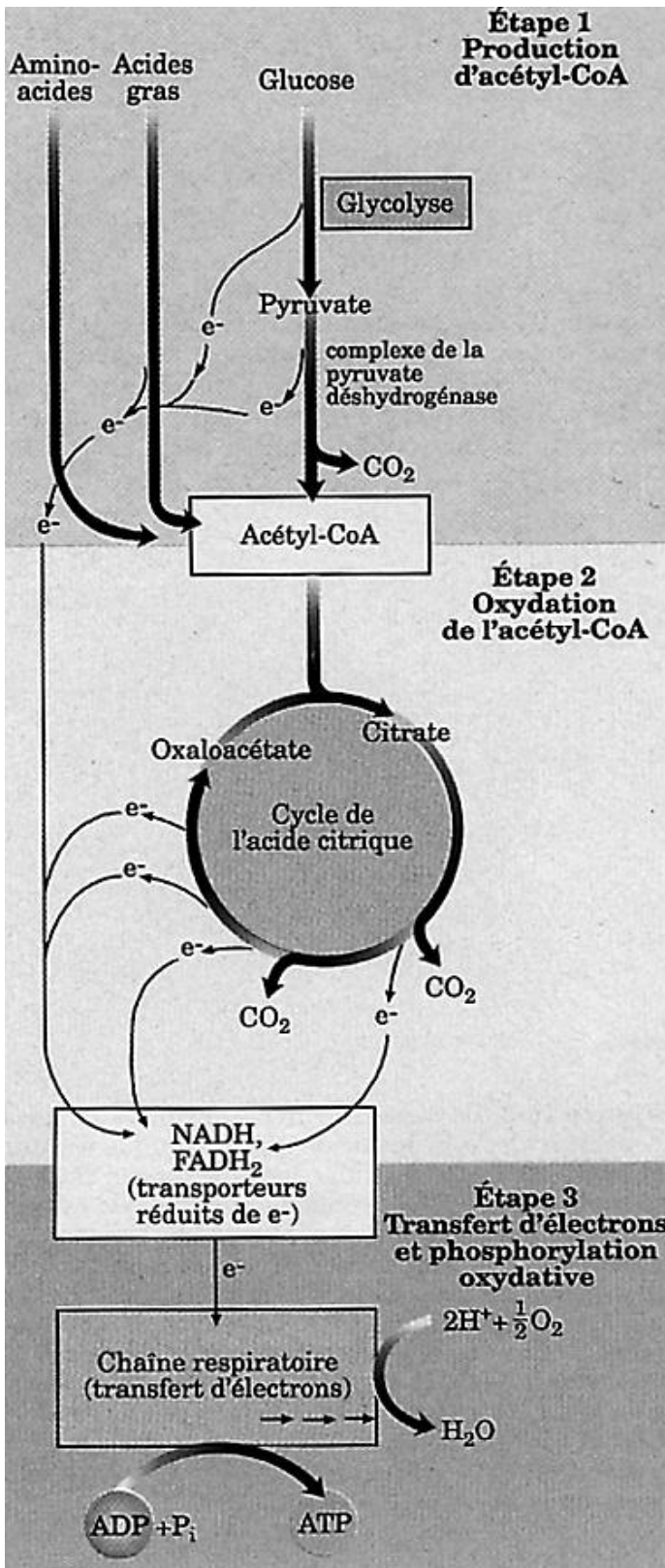


Schéma descriptif de la structure mitochondriale: 1 : membrane interne; 2 : membrane externe; 3 : espace intermembranaire; 4 : matrice. © Tatoute, Wikimedia, CC by-sa 3.0

Rôle de la mitochondrie

La mitochondrie est le lieu de la respiration cellulaire, ou usine énergétique de la cellule. Elle convertit grâce aux enzymes ATP synthases, le [glucose](#) en molécule énergétique, l'ATP. Ce processus a lieu au cours du « [cycle de Krebs](#) », un ensemble de réactions métaboliques qui ont lieu dans la mitochondrie.



Les mitochondries sont de petits organites (environ 1micromètre de longueur) essentiels dans les processus énergétiques cellulaires.

L'ensemble des réactions qui fournit de l'énergie au sein de la mitochondrie constitue la respiration cellulaire.

Elles contiennent de nombreuses enzymes et possèdent leur propre ADN (AND mitochondrial)

Elles peuvent se multiplier en fonction des besoins énergétique de la cellule.

Dans les mitochondries les nutriments subissent des réactions de simplification moléculaire plus poussées.

Par exemple les molécules issues de la simplification de glucose dans le cytoplasme (comme le Pyruvate molécule à 3 atomes de carbone) vont être transformées jusqu'à la formation de dioxyde de carbone par un ensemble de réaction appelé "cycle de krebs" dans la matrice mitochondriale.

Ces réactions vont être coordonnées avec d'autres réactions qui se déroulent aux niveaux des crêtes mitochondriales (réactions de phosphorylation oxydative).

Ces réactions sont des réactions d'oxydo-réduction qui fournissent de l'énergie. Elles sont couplés à la synthèse d'ATP qui en nécessite.

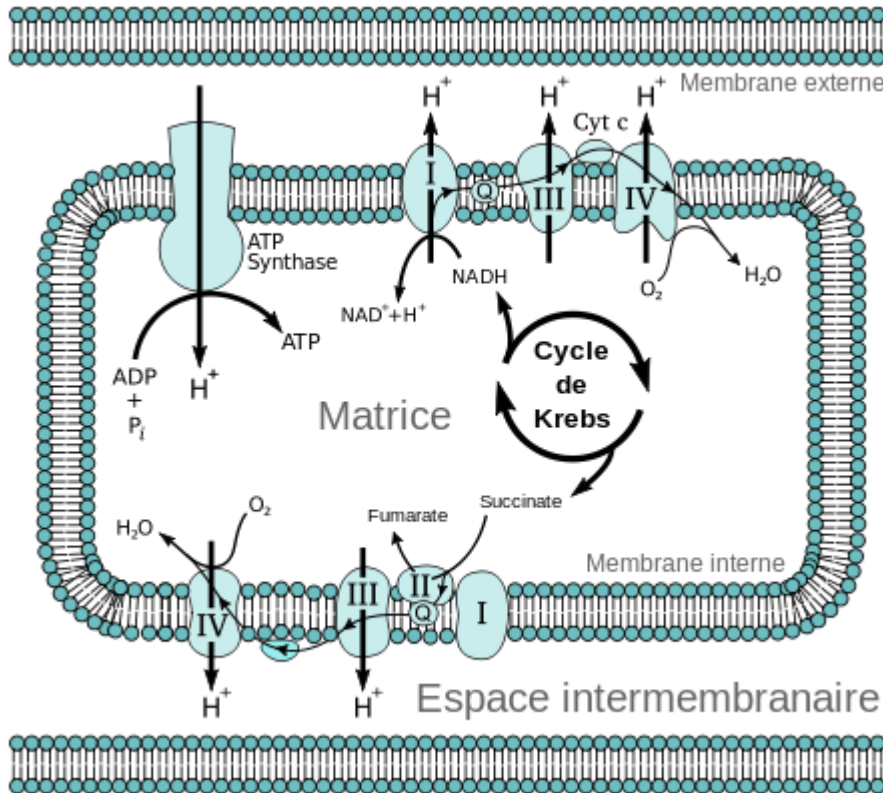
La dégradation complète d'une molécule de glucose fournira 38 molécules d'ATP.

Chaque molécule d'ATP pourra être ensuite transformée en ADP + P + énergie en fonction des besoins énergétiques cellulaires.

La réaction $ADP + P + \text{Energie}$ fournit une énergie de 7kcal / mol.).

Respiration cellulaire

La **respiration cellulaire** est une [réaction d'oxydoréduction](#) qui fournit l'énergie nécessaire à une cellule pour fonctionner en produisant de l'ATP, source d'énergie directement utilisable par la cellule. Il y a deux sortes de respiration cellulaire (aérobie et anaérobie); le milieu propice à la respiration aérobie est de l'eau courante, oxygénée, et le milieu pour la respiration anaérobie est de l'eau stagnante, non-oxygénée.



Le [succinate](#) et le [NADH+H⁺](#) issus du cycle de Krebs sont oxydés par la [chaîne respiratoire](#), localisée, chez les eucaryotes, dans la membrane interne des mitochondries, générant le [gradient](#) de pH utilisé par l'[ATP synthase](#) pour produire de l'ATP.

Caractéristiques

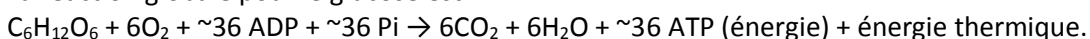
La respiration cellulaire nécessite :

- du [glucose](#) :
 - dans le cas des animaux et êtres vivants capables de réaliser la [photosynthèse](#), il provient de la digestion ou des réserves (ex. : [glycogène](#)) et est apporté par la circulation sanguine,
 - dans le cas des plantes réalisant la photosynthèse, le glucose est produit par la photosynthèse ou provient de la dégradation de l'amidon ou de saccharose (réserves) ;
- du [dioxygène](#) (O₂) :
 - dans le cas des vertébrés terrestres, il est extrait de l'air par la ventilation pulmonaire et est apporté à la cellule par la circulation sanguine, fixé sur l'hémoglobine des hématies (globules rouges),
 - pour les organismes unicellulaires, il est directement prélevé dans l'environnement.

Elle produit :

- du [dioxyde de carbone](#) (CO₂) : il est évacué par la circulation sanguine, dissous dans le plasma ;
- de l'eau (H₂O) ;
- parfois de l'urée, si le carburant contient de l'azote (ex. : acides aminés). En effet, il existe d'autres sources d'énergie cellulaire : acides aminés, acides gras, corps cétoniques.

La réaction globale pour le glucose est :



L'ATP ainsi produite pourra être dégradée sous forme d'ADP ; cette dégradation libère l'énergie nécessaire au fonctionnement de la cellule.

Pour les acides gras, c'est la [bêta-oxydation](#), dans les mitochondries des eucaryotes, qui produit de l'[acétyl-CoA](#) (coenzyme), du NADH et du CoQH₂.

Ces réactions chimiques [enzymatiques](#) ont lieu dans le [cytoplasme](#) (glycolyse) et dans les mitochondries des cellules chez les êtres pluricellulaires (plantes et animaux) et les cellules eucaryotes, et uniquement dans le cytoplasme chez les bactéries et archées (procaryotes). Le transport d'électrons et la synthèse d'ATP sont liés à la membrane interne des mitochondries ou à la membrane cytoplasmique des procaryotes.

C'est une réaction aérobie, c'est-à-dire nécessitant un environnement oxygéné. Il existe d'autres réactions anaérobies, pouvant fournir de l'énergie sans dioxygène : la fermentation lactique, la fermentation alcoolique et la respiration anaérobie utilisant d'autres oxydants que le dioxygène (par exemple le sulfate ou le nitrate). Certaines cellules, essentiellement des bactéries, ont même la faculté de pouvoir "respirer" des surfaces solides comme des électrodes en transférant leurs électrons depuis des substrats en solution jusqu'à une électrode. Ce principe est utilisé dans la technologie des piles microbiennes.

La production de CO₂ est indépendante de la consommation de dioxygène. En effet, les atomes d'oxygène du CO₂ sont soit issus du substrat oxydé, soit de l'eau. Dans la respiration aérobie, le dioxygène gazeux est transformé en eau au bout de la chaîne de transport d'électrons.

Étapes

Cette réaction globale se fait en cinq étapes :

1. [glycolyse](#) : dégradation du glucose en [pyruvate](#). L'énergie libérée est stockée sous forme d'ATP ([adénosine triphosphate](#)) et de NADH ([nicotinamide adénine dinucléotide](#) réduite) ;
2. réaction de transition où l'**oxydation du pyruvate** produit de l'[acétyl-CoA](#) et du CO₂. L'énergie libérée est stockée sous forme de NADH ;
3. cycle de Krebs : l'[acétyl-CoA](#) est dégradé en CO₂ au cours de nombreuses réactions successives. L'énergie libérée est stockée sous forme d'ATP, de NADH et de FADH₂ ([flavine adénine dinucléotide](#) réduite) ;
4. **chaîne de transport d'électrons** (ou chaîne respiratoire) : les molécules de NADH et de FADH₂ cèdent leurs électrons (oxydation) à une série de complexes membranaires. Le flux d'électrons à travers ces complexes permet de pomper des protons à travers la membrane, produisant un potentiel électrochimique (une [force proton-motrice](#)). Les électrons aboutissent sur le dioxygène (O₂) qui est ainsi réduit et s'associe à des protons pour produire de l'eau ;
5. **synthèse d'ATP par** l'ATP synthétase, généré par le flux de protons retraversant la membrane sous l'effet de la force proton-motrice.

La majeure partie de l'énergie produite par la respiration cellulaire résulte du cycle de Krebs, le but de la glycolyse étant la production de pyruvate.

3. PRE-REQUISITI

Pre-requisiti disciplinari

Conoscere il lessico e i concetti chiave relativi alla cellula per comprendere semplici testi scritti, costruire mappe concettuali e tabelle, esporre i contenuti appresi.

Pre-requisiti linguistici

- conoscere i meccanismi di funzionamento della lingua francese ad un livello intermedio;
- essere in grado di leggere ed interpretare, in modo sufficientemente autonomo, testi di tipo descrittivo, informativo;
- essere in grado di capire i punti chiave di un testo, anche con l'aiuto del dizionario;
- essere in grado di prendere appunti;

- essere in grado di interagire con una certa scioltezza;
- saper esporre oralmente in modo sintetico, semplice ma efficace, testi orali di tipo descrittivo e informativo.

4. OBIETTIVI

Conoscenze

Acquisire il lessico e i concetti chiave relativi alla cellula.

Competenze

Leggere semplici testi descrittivi e coglierne le informazioni principali.

Organizzare termini, concetti e contenuti in mappe concettuali di complessità via via crescente.

Utilizzare correttamente la terminologia specifica.

Produrre semplici testi scritti, in forma schematica.

Prendere parte a discussioni guidate, rispondendo adeguatamente a domande su argomenti affrontati in classe.

5. MODALITÀ DI LAVORO

Tipologia di attività

Lezione frontale con la LIM.

Lavoro individuale per la compilazione del glossario e per l'annotazione di appunti.

Materiali utilizzati

Presentazioni riguardanti gli argomenti prescelti .

Attrezzature multimediali utilizzate

Laboratorio di informatica per la proiezione della presentazione mediante l'uso della LIM e per lo svolgimento dei test e delle altre attività.

Proposte di attività

Test e verifiche orali:

La membrane cellulaire. Les organites. Les mitochondries. Le noyau. La photosynthèse. La respiration cellulaire.

Verifica scritta:

La théorie cellulaire. Les différences entre les Eucaryotes et les procaryotes.

Tali attività di consolidamento e verifica sono stati proposti in modo graduale cominciando con l'ascolto e la lettura per arrivare alla scrittura e all'espressione orale.

Valutazione

È valutato il raggiungimento degli obiettivi prefissati in termini di conoscenze e competenze con particolare riferimento a :

- conoscenza generale dei contenuti trattati;
- capacità di utilizzare la L2 nelle 4 abilità linguistiche con correttezza morfo-sintattica
- livello di autonomia e originalità nella produzione.

Difficoltà incontrate

L'esperienza del Clil per la classe 3C può essere valutata positivamente per diversi ragioni:

E' stato l'occasione per gli studenti di sperimentare la L2 in un contesto diverso da quello abituale e questo ha rafforzato la loro motivazione dando loro la sensazione di essere in un liceo francese.

Hanno incontrato alcune difficoltà nella comprensione di un argomento che si presenta già difficile da affrontare nella lingua materna ma sono riusciti con la partecipazione attenta e l'applicazione a superare il disagio iniziale riuscendo successivamente ad esprimersi sia all'orale che allo scritto in modo soddisfacente.