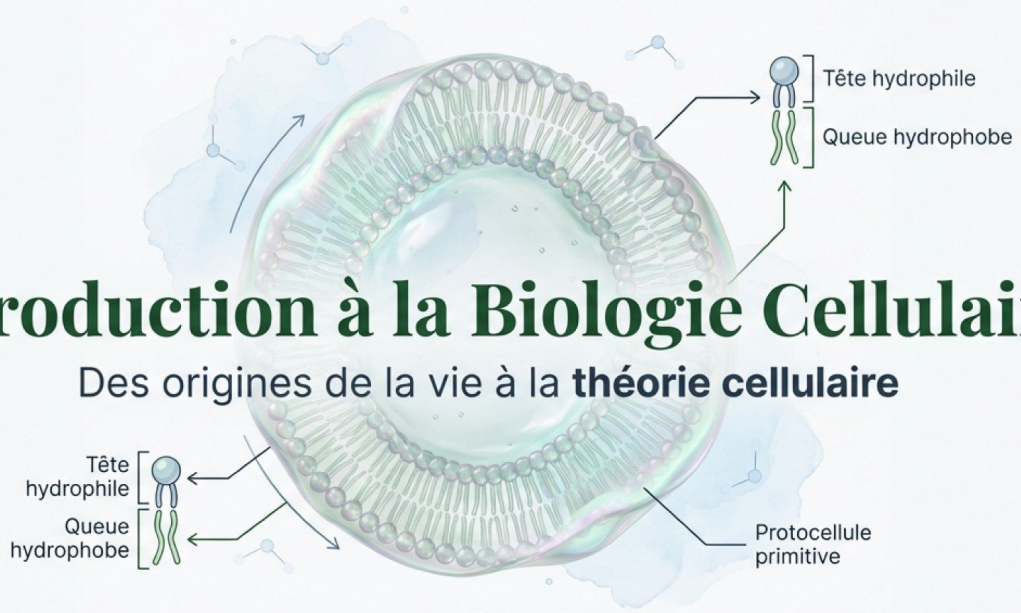
validons



Introduction à la Biologie Cellulaire

Des origines de la vie à la **théorie cellulaire**

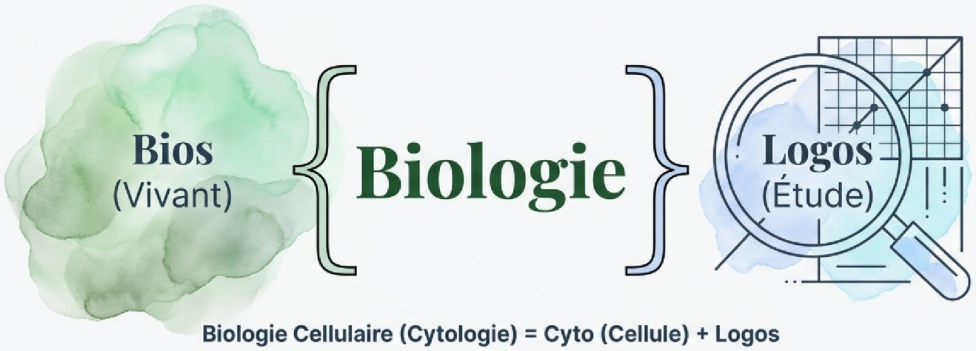
L'essentiel du Chapitre 1 – BIO 110

BIO-LOGIQUE+

contactez

+228 93 39 75 89

+228 96 15 63 10



Biologie Cellulaire (Cytologie) = Cyto (Cellule) + Logos

- Étude de la cellule (unité de base) et de ses organites.
- Morphologie, biochimie, physiologie.

À Retenir

La **cytologie** ne cherche pas seulement à décrire la cellule, mais à **comprendre les mécanismes** qui assurent la pérennité de la vie.

La Terre Primitive : Un Endroit Terrible et Nécessaire



Atmosphère

Absence d'oxygène libre (O_2) et de couche d'ozone. Rayons UV intenses.

Conditions Physiques

Éruptions volcaniques, foudre, pluies torrentielles.

Soupe Chimique

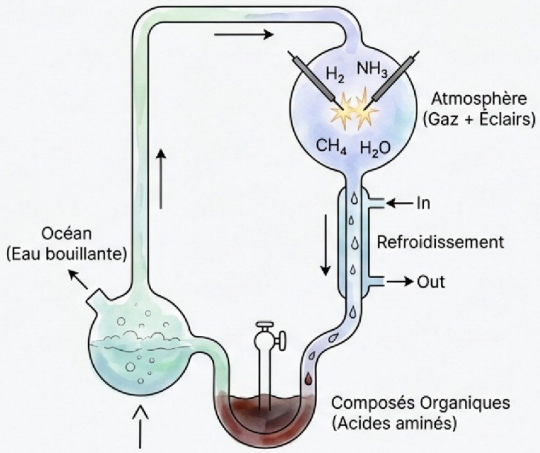
Présence de CO_2, CH_4 (méthane), NH_3 (ammoniac), et H_2.

À Retenir

C'est dans ce chaos hostile, sans oxygène, que les premières briques du vivant ont pu s'assembler.

BIO-LOGIQUE+

L'Expérience de Miller : La Preuve du Concept

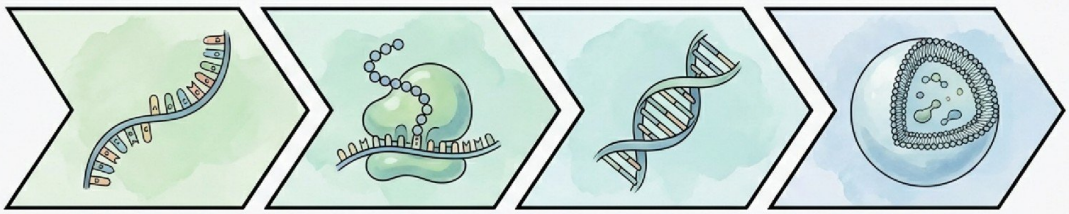


- **Simulation** : Chaleur + H_2O + Gaz + Électricité.
- **Résultat** : Formation spontanée de molécules organiques.
- **Molécules créées** : Acides aminés, nucléotides, sucres, acides gras.

À Retenir

La matière organique peut naître spontanément de la matière inorganique sous les conditions prébiotiques.

Du Monde ARN à la Première Cellule



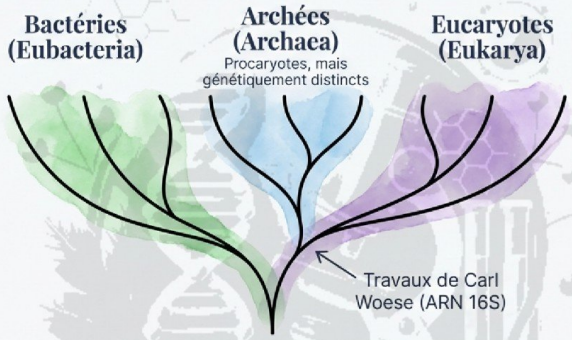
Monde ARN (Code + Enzyme) | Synthèse Protéique | ADN (Stockage Stable) | Cellule Primitive (Membrane Lipidique)

Apparition de la vie : ~3,5 milliards d'années

À Retenir

L'ARN est l'ancêtre moléculaire commun, capable initialement de stocker l'information et d'agir comme une enzyme (ribozyme).

L'Arbre du Vivant : Les Trois Domaines



À Retenir

Les procaryotes ne sont pas un groupe uniforme; ils sont divisés en deux domaines distincts : Bactéries et Archées.

BIO-LOGIQUE+

Le Grand Saut Évolutif : Procaryotes vs Eucaryotes

	Procaryote	Eucaryote
Taille	1-10µm	10-100µm
	Absent (Nucléoïde)	Présent (Double membrane)
	Circulaire, nu	Linéaire, avec histones
	Absents	Présent (Mitochondries, Golgi...)
	Fission binaire	Mitose / Méiose

À Retenir

La **complexité eucaryote (compartimentation)** a permis l'évolution vers les organismes pluricellulaires.

Les Piliers de la Théorie Cellulaire

1

Universalité

Tout organisme vivant est constitué d'une ou plusieurs cellules.

2

Unité

La cellule est l'unité de base structurelle et fonctionnelle du vivant.

3

Continuité

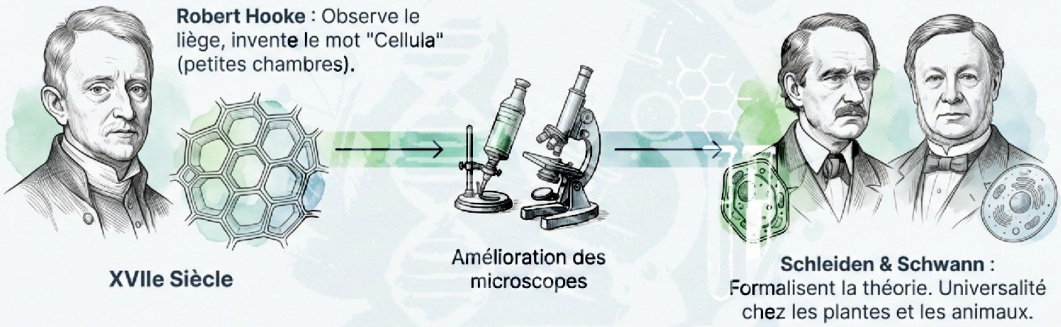
Toute cellule provient d'une cellule préexistante (Omnis cellula ex cellula).

La cellule possède son propre métabolisme et est le siège de l'hérédité.

À Retenir

La cellule est le plus petit dénominateur commun de la vie.

Historique I : La Découverte de la Structure



À Retenir

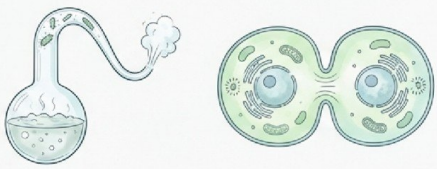
Hooke a nommé la structure; Schleiden et Schwann en ont compris l'universalité.

BIO-LOGIQUE+

Historique II : L'Origine de la Vie (1858)



Biogenèse



- **Rudolph Virchow** : Omnis cellula ex cellula (Toute cellule vient d'une cellule).
- **Louis Pasteur** : Expérience des cols de cygne (La vie ne surgit pas de nulle part).

À Retenir

La vie est un continuum ininterrompu de divisions cellulaires.

Résumé Global : L'essentiel du Chapitre 1

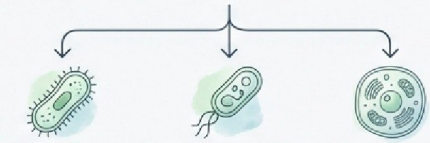
Origines

Terre primitive + Miller (Chimie) → Monde ARN → Cellule



Évolution

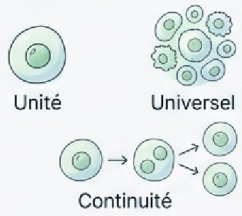
Procaryotes (3.5 Ga) → Eucaryotes (1.5 Ga)



3 Domaines : Bactéries, Archées Eucaryotes

Théorie Cellulaire

1. Unité de base.
2. Universalité.
3. Continuité (Virchow).



Distinction Clé



Eucaryotes = Noyau + Organites Procaryotes = Simple + Nucléoïde

À Retenir

La cellule est une entité dynamique, autonome, dépendante de son histoire évolutive.

Vers l'Organisation du Vivant



Maintenant que nous avons défini l'origine et la nature de la cellule, comment s'organise-t-elle pour créer la vie complexe ?

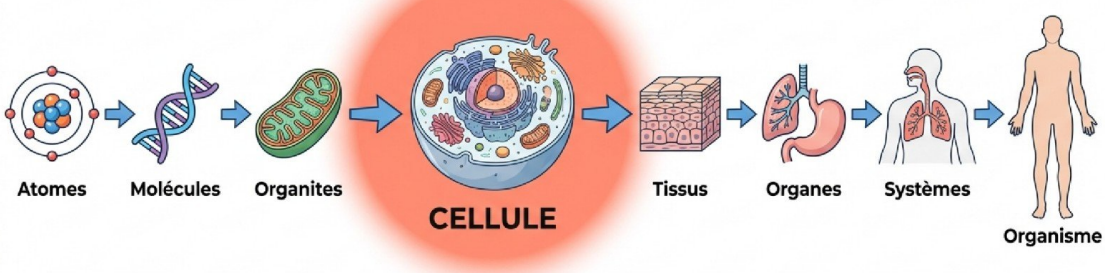
Chapitre 2 : Organisation Générale de la Cellule

L'Architecte du Vivant : Exploration de l'unité fondamentale de la vie.

Une cellule est une unité structurale et fonctionnelle, capable de survivre et de se reproduire de manière autonome.

Le contraste est étonnant entre sa taille microscopique et son intense activité.

La Hiérarchie du Vivant : De l'Atome à l'Organisme



L'organisation repose sur une hiérarchie où chaque niveau s'édifie à partir du niveau inférieur.

Propriété Émergente
Un organisme représente une entité plus grande que la somme de ses composants.

La cellule occupe une place privilégiée : c'est la plus petite unité capable d'assurer toutes les activités liées à la vie (croissance, reproduction, métabolisme).

NotebookLM

Définition & L'Exception

La Cellule (Le Vivant)



- **Autonome** : Possède son propre métabolisme et son matériel génétique.
- **Adaptable** : Possède les outils pour répondre à un environnement changeant.
- **Diversifiée** : 200 types cellulaires différents dans le corps humain.

Le Virus (L'Exception)



- **Pas une cellule** (Acaryote).
- Dépourvu de noyau et de cytoplasme.
- **Parasite obligatoire** : Ne peut se reproduire qu'en détournant la machinerie d'une cellule hôte.

Le Grand Divisé : Procaryote vs. Eucaryote

Procaryote
(Avant le noyau)

- ADN libre dans le cytoplasme
- Structure simple, pas d'organites
- Ex : Bactéries, Archéobactéries



Eucaryote
(Vrai noyau)

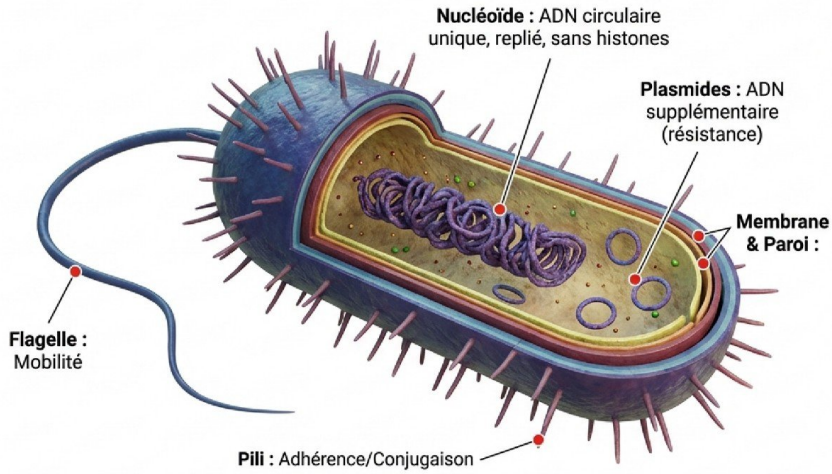
- ADN protégé dans le noyau
- Compartimentation complexe (organites)
- Ex : Animaux, Végétaux, Champignons

Ancêtre commun
(-3,5 milliards d'années)

Apparition Eucaryote
(-1,5 milliard d'années)

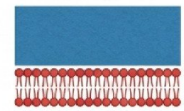
BIO-LOGIQUE+

Zoom sur les Procaryotes : Le Modèle Primitif



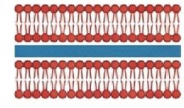
La Paroi Cellulaire
(Classification de Gram)

Gram +



Gram + : Paroi épaisse (Peptidoglycane).

Gram -

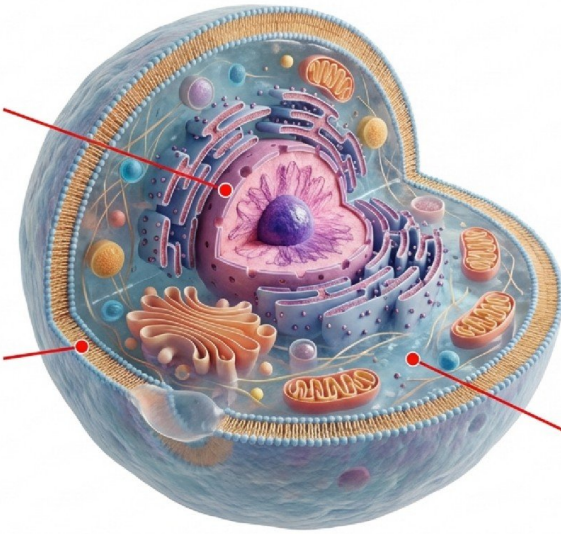


Gram - : Paroi fine + membrane externe.

Zoom sur les Eucaryotes : La Compartimentation

Le QG (Noyau) : Contient l'information génétique (ADN). Siège de la réplication et transcription.

La Frontière (Membrane Plasmique) : Délimite la cellule, gère les échanges et la reconnaissance.

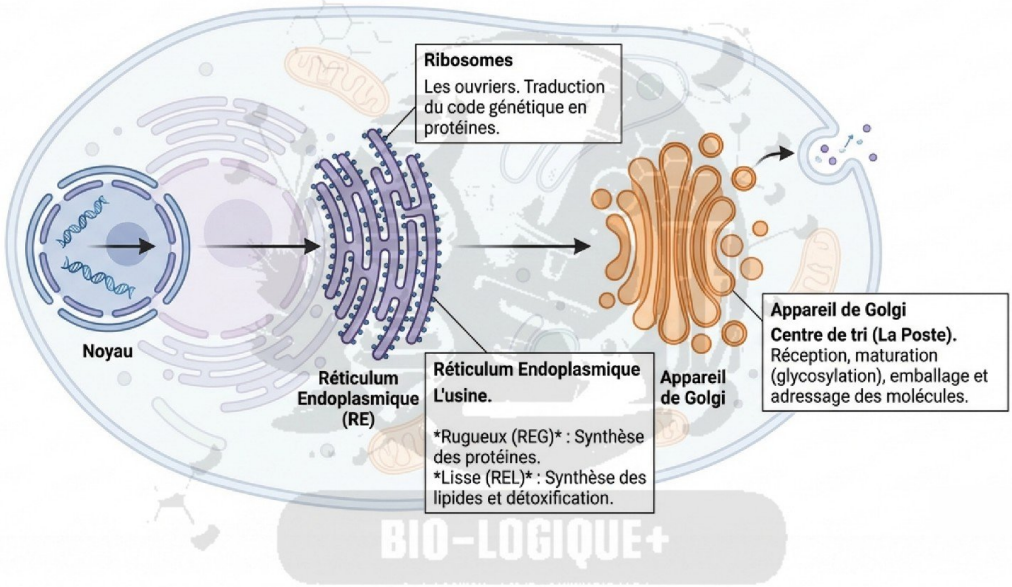


Concept Clé : Division du Travail.

Le réseau de membranes internes crée des environnements spécialisés pour différentes fonctions.

L'Espace Public (Cytosol) : Gel fluide où baignent les organites.

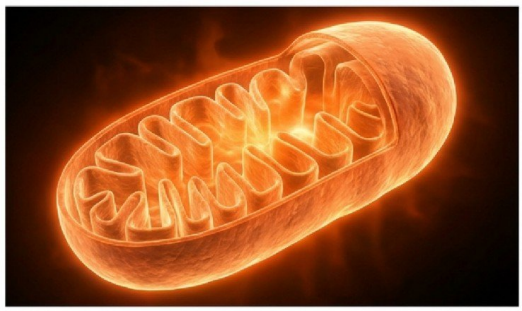
La Machinerie : Synthèse et Logistique



BIO-LOGIQUE+

Énergie & Maintenance

L'Énergie



Mitochondries : Centrales énergétiques.

- Siège de la respiration cellulaire.
- Production d'ATP (monnaie énergétique).
- Possèdent leur propre ADN. (Note: Chloroplasts présent chez les plantes pour la photosynthèse)

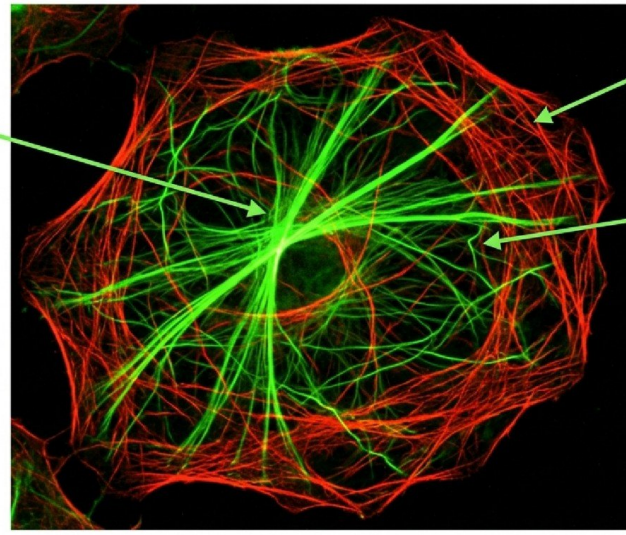
Le Nettoyage



Lysosomes & Peroxysomes : Gestion des déchets.

- Lysosomes : Digestion enzymatique (déchets, microbes).
- Peroxysomes : Détoxification et neutralisation.

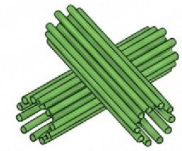
Structure & Mouvement : Le Cytosquelette



Microtubules :
Tubes creux.
Rails de transport des organites.

Microfilaments :
Actine. Mouvements et déformations.

Filaments intermédiaires :
Solidité mécanique.



Centrioles (Cellules animales) : Organisation de la division cellulaire.

Végétal vs. Animal : Les Différences Clés

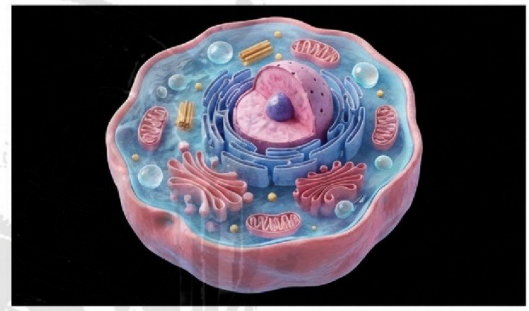
Végétal vs. Animal : Les Différences Clés

Cellule Végétale



- ☒ Paroi **Pecto-cellulosique** (Rigidité)
- ☑ **Chloroplastes** (Photosynthèse)
- ☑ Grande **Vacuole Centrale** (Turgescence)
- ☐ Centrioles

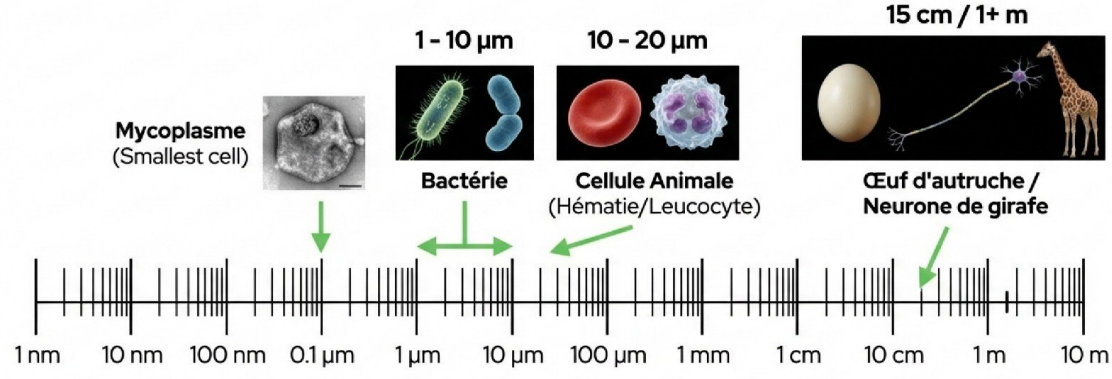
Cellule Animale



- ☐ Paroi rigide
- ☐ Chloroplastes
- ☐ Grande Vacuole
- ☑ **Centrioles** (Division)
- ☑ **Lysosomes** (Fréquents)

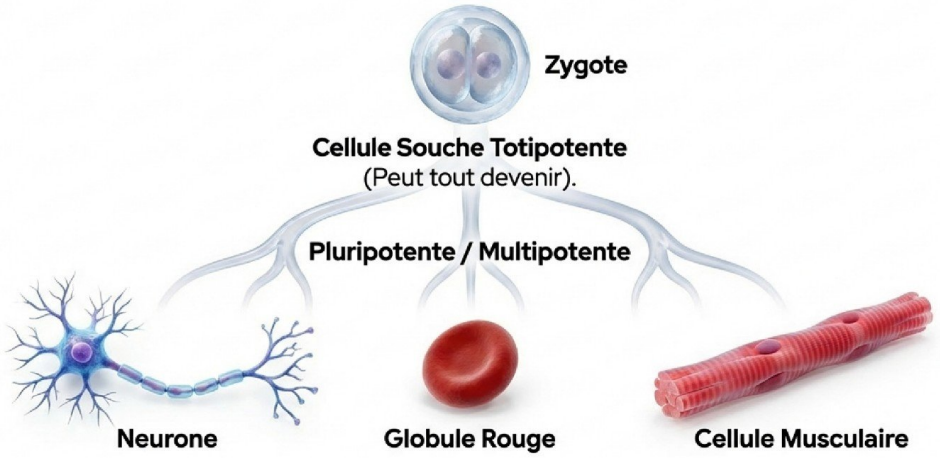
BIO-LOGIQUE+

Une Question d'Échelle



Principe Structure-Fonction : La taille et la forme varient selon la fonction.
Le corps humain contient 75×10^{12} cellules.

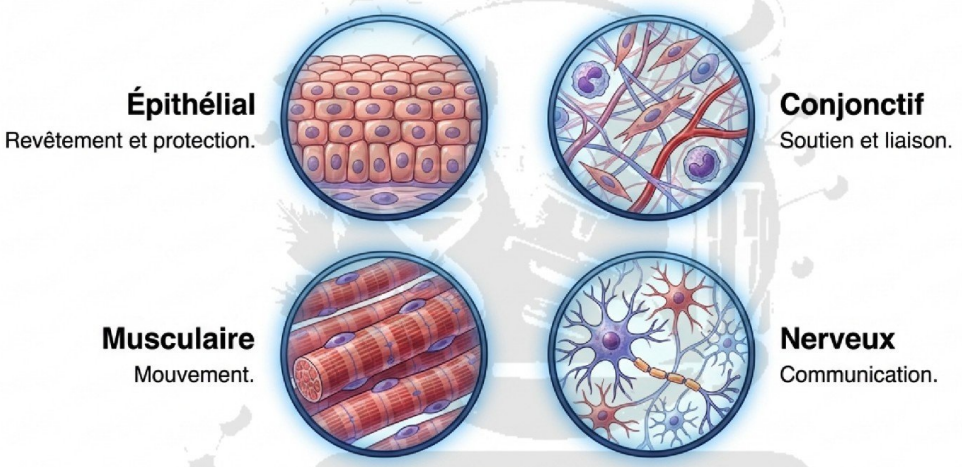
La Spécialisation Cellulaire



Cellules Différenciées (Fonction spécifique, perte de potentialité)

L'Organisation Tissulaire

Les cellules s'associent par des molécules d'adhérence pour former des tissus.



BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel à Retenir : Tableau Comparatif

Caractéristique	Procaryote	Eucaryote
Taille	1-10 µm (Petit)	10-100 µm (Grand)
Noyau	Absent (Nucléoïde)	Présent (Double membrane)
ADN	Circulaire, nu	Linéaire, associé aux histones
Organites	Absents	Présents (Mitochondries, Golgi, etc.)
Division	Scissiparité (Simple)	Mitose / Méiose (Complexe)
Organisation	Unicellulaire	Souvent Pluricellulaire

Conclusion

Synthèse :
Synthèse : L'unité de base de la vie est complexe, dynamique et organisée. Qu'elle soit procaryote ou eucaryote, la cellule dispose de toute la machinerie nécessaire pour l'autonomie.

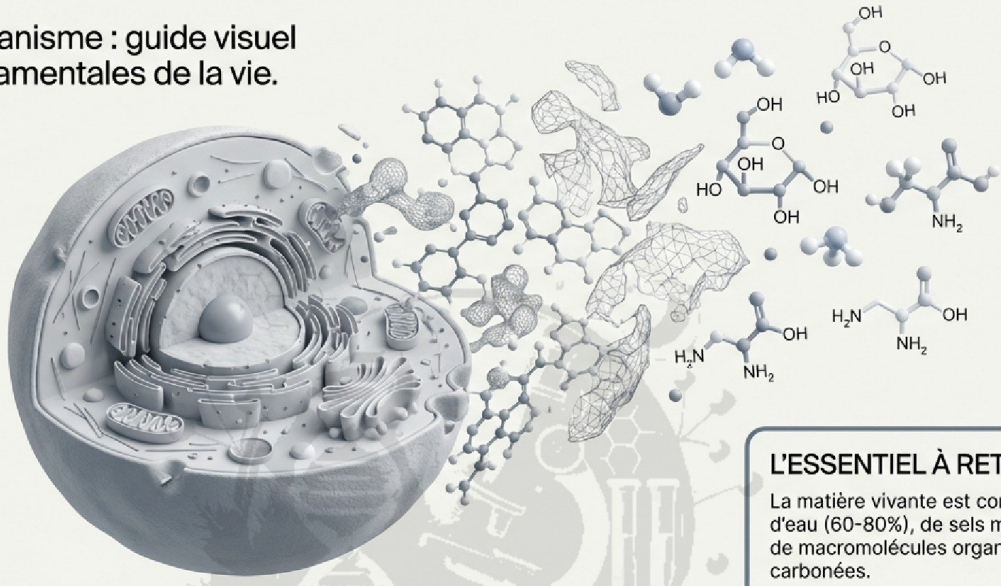


Prochaine étape :
Chapitre 3
Composition Chimique de la Cellule
Composition Chimique de la Cellule
(De quoi sont faites les briques ?)

Composition Chimique de la Cellule : L'Architecture du Vivant

De l'atome à l'organisme : guide visuel des briques fondamentales de la vie.

Tout organisme vivant est une machine moléculaire complexe. Ce guide explore les composants inorganiques et organiques qui structurent, alimentent et dirigent la cellule.



L'ESSENTIEL À RETENIR

La matière vivante est constituée d'eau (60-80%), de sels minéraux et de macromolécules organiques carbonées.

La Matière : Organique vs Inorganique



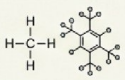
INORGANIQUE

Matière Inorganique : Molécules sans squelette carboné (H_2O, sels minéraux).



ORGANIQUE

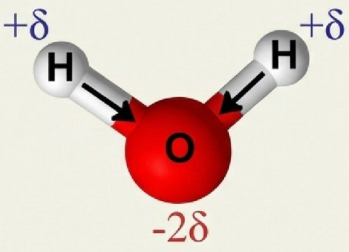
Matière Organique : Composés possédant au moins un atome de carbone lié à l'hydrogène (C-H). Haute diversité grâce à la tétravalence du carbone.

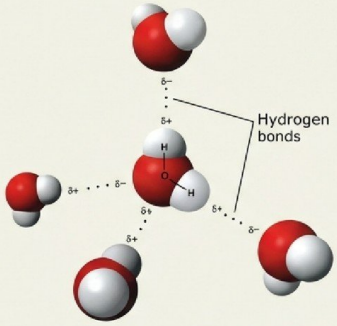


L'ESSENTIEL À RETENIR

Le carbone est l'atome central du vivant, capable de former 4 liaisons covalentes (tétravalence), permettant une immense diversité structurale.

L'Eau : La Matrice Vitale





DONNÉES CLÉS

- **Abondance** : 60% à 80% de la masse corporelle.
- **Structure** : Molécule polaire (Dipôle).
- **Cohésion** : Réseau de liaisons hydrogène.

FONCTIONS CLÉS

1. **Solvant Universel** (Milieu réactionnel)
2. **Régulation Thermique** (Transpiration)
3. **Rôle Métabolique** (Hydrolyse)

L'ESSENTIEL À RETENIR

L'eau est une molécule **polaire**. Cette polarité lui permet de former des **liaisons hydrogène** et d'agir comme **solvant** pour les solutés biologiques.

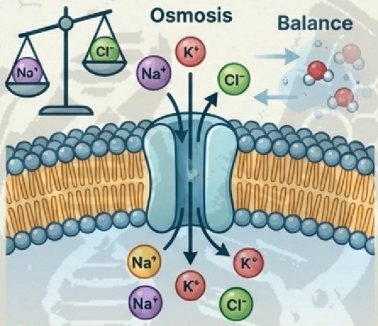
Les Sels Minéraux : Les Régulateurs

Formes

Insolubles (Squelettes) ou en Solution (Électrolytes).

Rôles Clés

- Pression Osmotique (Échanges d'eau)
- Cofacteurs enzymatiques
- Enzymatiques
- Excitabilité (Neuromusculaire)



Examples Grid

Calcium (Ca) : Dureté des os, contraction musculaire.

Fer (Fe) : Transport de l'O_2 (Hémoglobine).

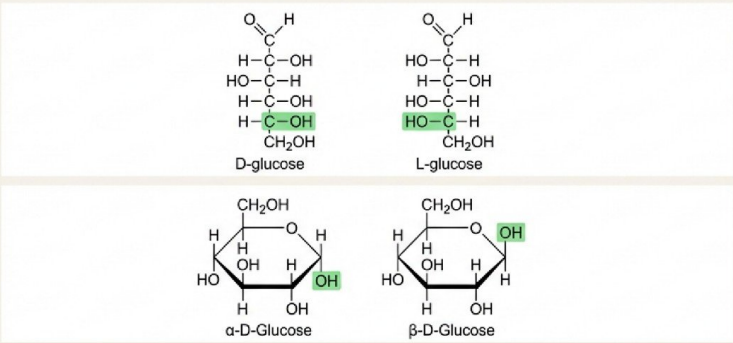
Sodium (Na) / Potassium (K) : Influx nerveux.

L'ESSENTIEL À RETENIR

Une variation minime de la balance ionique peut être fatale. Les minéraux maintiennent la pression osmotique et le pH.

Les Glucides : Carburant et Structure

Hydrates de carbone [$C_m(H_2O)_n$]. 1-2% de la masse cellulaire.



Monosaccharides (Oses)
Sucres simples non hydrolysables.

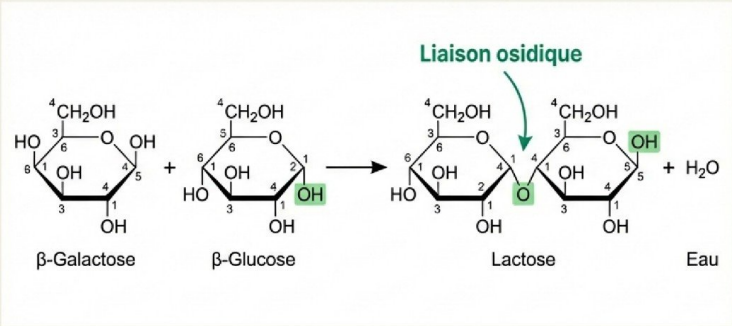
Le Glucose
$C_6H_{12}O_6$ - Source d'énergie majeure.

Isomérie
Configuration D/L et Anomères α/β.

L'ESSENTIEL À RETENIR

Les oses (monosaccharides) comme le glucose sont les unités de base. Ils possèdent des carbones asymétriques créant des stéréoisomères (D/L) et anomères (α/β).

Assemblage des Glucides : La Liaison Osidique



Disaccharides
Ex: Lactose, Saccharose.

Polysaccharides (Stockage)
Glycogène (Animaux) : Stocké dans le cytoplasme.
Amidon (Plantes) : Stocké dans les chloroplastes.

Polysaccharides (Structure)
Cellulose : Paroi végétale.

L'ESSENTIEL À RETENIR
Les disaccharides et polysaccharides sont formés par **liaison osidique**. Le Glycogène est la forme de réserve du glucose chez les animaux.

Les Lipides : La Barrière Hydrophobe

Groupe hétérogène défini par l'insolubilité dans l'eau. Pas de polymères vrais.

Acide Gras Saturé
Chaîne droite (Liaisons simples).



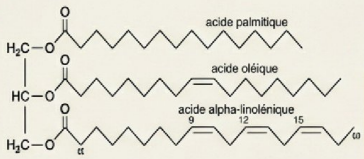
Acide Gras Insaturé
Chaîne courbée (Double liaison).



L'ESSENTIEL À RETENIR
Les lipides sont définis par leur caractère **hydrophobe**. Les acides gras saturés n'ont que des liaisons simples ; les insaturés ont des doubles liaisons.

Lipides : Réserve vs Membrane

Réserve Énergétique

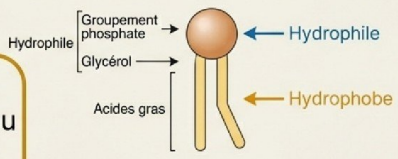


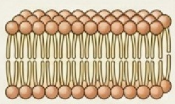


Triglycérides (Réserve Énergétique)

AMPHIPATHIQUE : Une tête qui aime l'eau (**Hydrophile**) et une queue qui la fuit (**Hydrophobe**).

Structure Membranaire

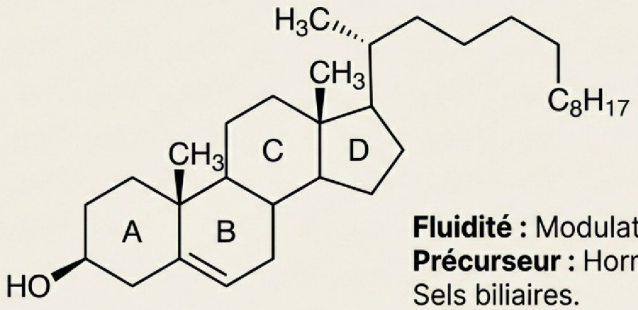




Phospholipides
Phospholipides (Structure Membranaire)

L'ESSENTIEL À RETENIR
Les phospholipides sont **amphipathiques**. Cette dualité permet l'auto-assemblage en bicouche membranaire, isolant la cellule de l'eau.

Les Stéroïdes : Cholestérol et Signalisation



- **Structure** : Squelette à 4 cycles carbonés.
- Présent chez les animaux, absent chez les végétaux.

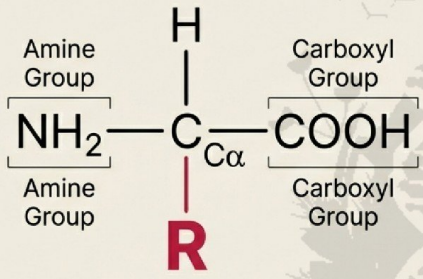
Fluidité : Modulateur de la fluidité membranaire.
Précurseur : Hormones stéroïdiennes, Vitamine D, Sels biliaires.

Pathologie : L'accumulation dans les artères mène à l'athérosclérose.

L'ESSENTIEL À RETENIR

Le cholestérol est un lipide essentiel aux membranes animales et précurseur des hormones stéroïdiennes.

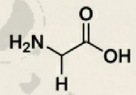
Les Protides : L'Alphabet du Vivant



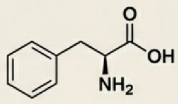
Monomère : Acide Aminé (20 types).

Liaison : Peptidique (entre COOH et NH_2).

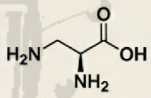
La chaîne latérale **R** détermine la nature chimique.



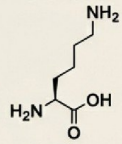
Glycine
(Gly / G)



Phenylalanine
(Phe / F)



Aspartic Acid
(Asp / D)



Lysine
(Lys / K)

L'ESSENTIEL À RETENIR

Les protéines sont des polymères d'acides aminés reliés par des **liaisons peptidiques**. La nature chimique dépend de la chaîne latérale (R).

Scientific Editorial

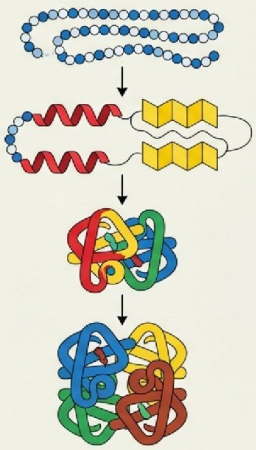
Architecture des Protéines : 4 Niveaux

Primaire
(Séquence)
assemblage des acides aminés

Secondaire
(Hélice α / Feuillet β)
hélices α et feuillets β

Tertiaire
(Forme 3D fonctionnelle)
repliement de la protéine

Quaternaire
(Assemblage de sous-unités)
assemblage de plusieurs structures tertiaires



La forme dicte la fonction.

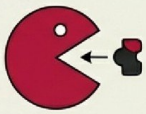
Dénaturation = Perte de la structure 3D et de la fonction.

L'ESSENTIEL À RETENIR

La fonction d'une protéine dépend de sa conformation spatiale (structure tertiaire). La perte de cette structure est la **dénaturation**.

Scientific Editorial

Les Fonctions des Protéines



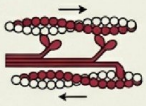
Catalyse
Enzymes.



Structure
Cytosquelette / Collagène.



Transport
Hémoglobine (O_2).



Mouvement
Actine / Myosine.



Défense
Anticorps.

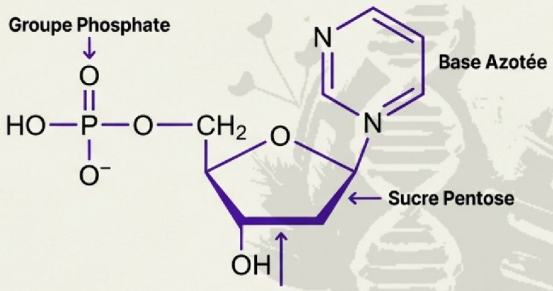


Communication
Hormones / Récepteurs.

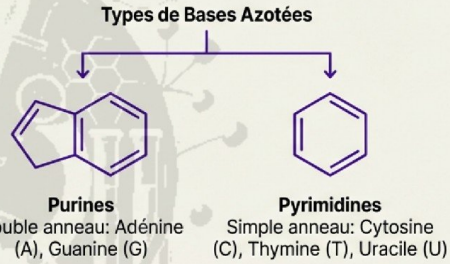
L'ESSENTIEL À RETENIR
Les protéines réalisent l'essentiel du travail cellulaire : structure, transport, mouvement, communication et catalyse enzymatique.

Scientific Editorial

Les Acides Nucléiques : Le Code



****Pentose*** : Ribose (ARN) ou Désoxyribose (ADN)

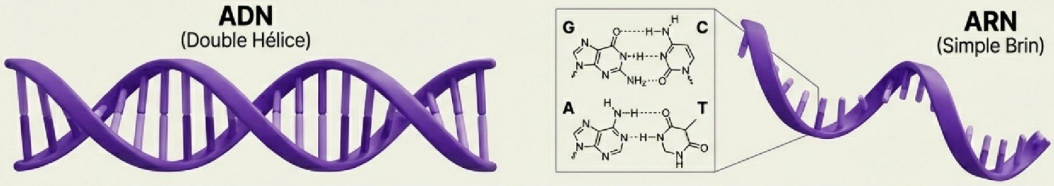


****Note importante*** : L'ATP (Adénosine Triphosphate) est un nucléotide servant de monnaie énergétique.

L'ESSENTIEL À RETENIR
Le nucléotide est le monomère des acides nucléiques. L'ATP est un nucléotide spécifique transportant l'énergie cellulaire.

Scientific Editorial

ADN vs ARN : Stockage et Transmission



	ADN	ARN
Structure	Bicaténaire	Monocaténaire
Sucre	Désoxyribose	Ribose
Bases	A-T-C-G	A-**U**-C-G
Fonction	Stockage (Noyau)	Transmission/Synthèse

L'ESSENTIEL À RETENIR
L'ADN est une double hélice stable (A-T, G-C). L'ARN est simple brin (Uracile remplace Thymine) et sert d'intermédiaire.

Scientific Editorial

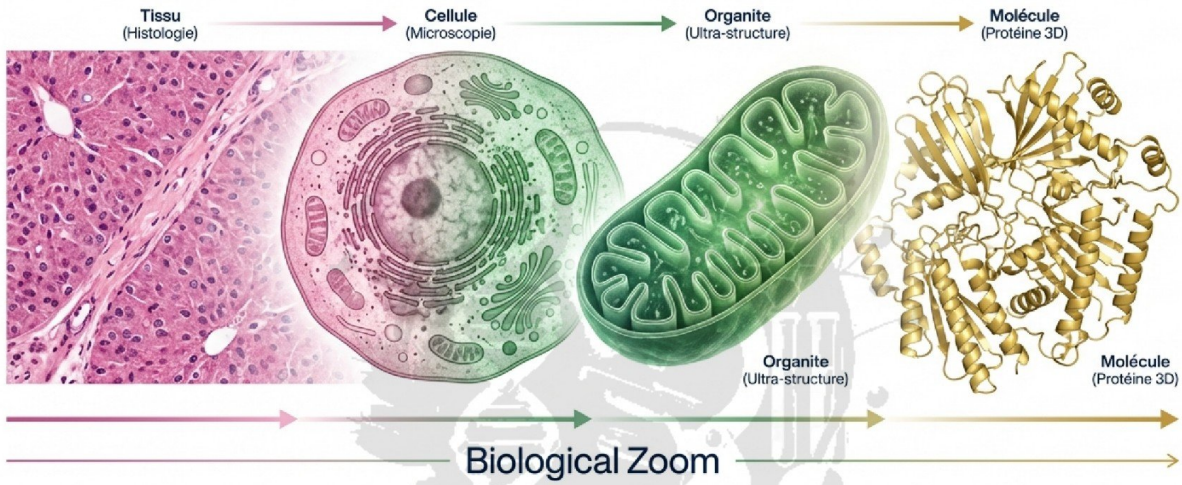
Synthèse Globale : Ce qu'il faut retenir

Famille	Monomère	Liaison	Rôle Majeur
Glucides	Oses (Glucose)	Osidique	Énergie, Structure
Lipides	Acides Gras + Alcool	Ester	Membranes, Réserves, Hormones
Protides	Acides Aminés	Peptidique	Machines cellulaires (Enzymes)
Acides Nucléiques	Nucléotides	Phosphodiester	Information (ADN) & Énergie (ATP)

"La structure détermine la fonction."

Les Techniques d'Étude de la Cellule

Du Tissu à la Molécule : Synthèse et Essentiels



La Démarche : Une Approche Multi-Echelles

BIO-LOGIQUE+

Niveau 1 : Des Tissus aux Cellules

Observation microscopique



Niveau 2 : Des Cellules aux Organites

Fractionnement et isolement



Niveau 3 : Des Organites aux Macromolécules

Analyse biochimique et structurelle



La biologie cellulaire est une discipline descriptive et expérimentale.

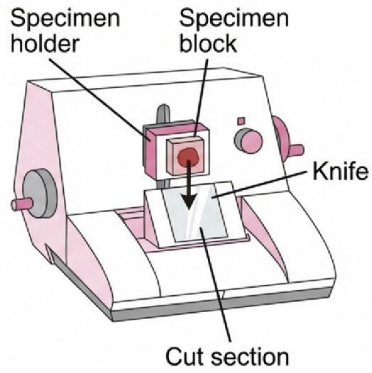
La compréhension des fonctions cellulaires nécessite l'intégration de données à ces trois niveaux d'observation.

L'essentiel à retenir

- Le protocole expérimental dépend du but recherché (observation vs analyse fonctionnelle).
- L'échelle d'observation dicte l'instrument : de l'œil (0,1 mm) au microscope électronique (Å).

Préparation des Échantillons : Fixation et Coupe

- La **Fixation** : Immobiliser, tuer et conserver la cellule.
  - **Chimique** : Aldéhydes (Formaldéhyde, Glutaraldéhyde) ou Tétraoxyde d'osmium.
  - **Physique** : Congélation brusque.
- **L'Inclusion** : Enrobage (cire/résine) pour durcir l'échantillon.
- **La Coupe** : Obtention de tranches fines (1 à 10 µm).

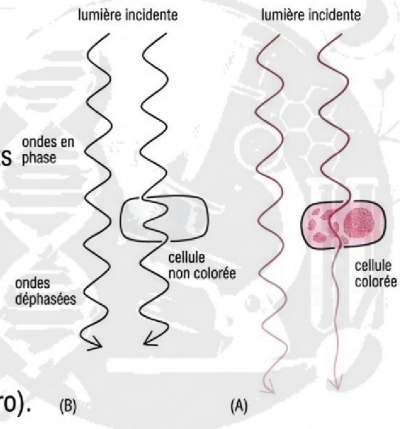


L'essentiel à retenir

- La fixation préserve la structure en arrêtant le métabolisme.
- La coupe est indispensable pour permettre le passage de l'onde (lumière ou électrons).

Révéler l'Invisible : Coloration et Contraste

- **Le Problème** : Les cellules naturelles ont un faible contraste (quasi invisibles).
- **Solutions** :
  1. **Coloration Classique** : Colorants à affinité spécifique.
     - Hématoxyline (molécules chargées -).
     - Vert Malachite, Noir Soudan.
  2. **Marquage Nanoparticules** :
     - Oxydes de fer + ligands spécifiques.
     - Détection par IRM (suivi in vitro).



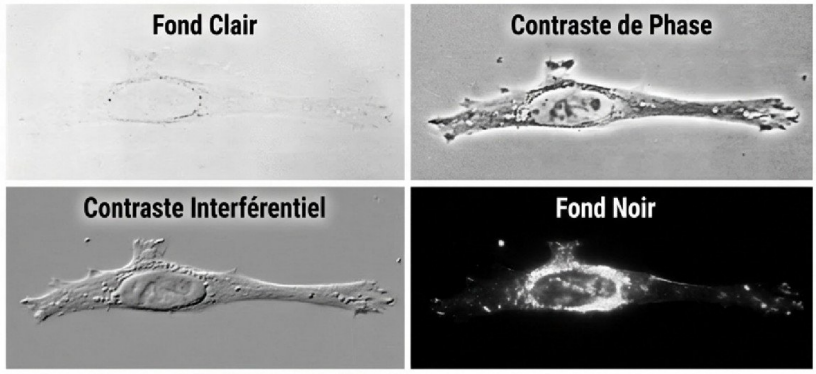
L'essentiel à retenir

- Le contraste est aussi vital que le grossissement.
- Les colorants ciblent des composants chimiques spécifiques (ADN, protéines, lipides).

BIO-LOGIQUE+

Microscopie Photonique : Variantes et Applications

Principe : Utilise la lumière visible (photons).
Résolution max : 0,2 µm. **Grossissement max** : x1000.

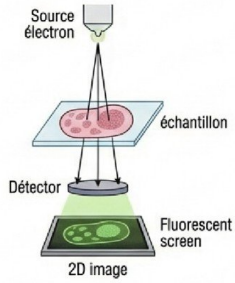


L'essentiel à retenir

- Microscopie optique = vue générale et possibilité d'observer le vivant.
- Le contraste de phase révèle les structures sans coloration (cellules vivantes).

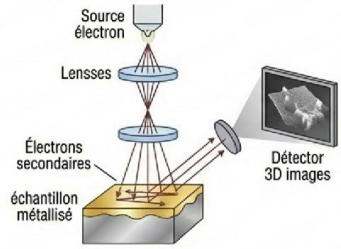
Microscopie Électronique : MET vs MEB

MET (Transmission)



- Faisceau traverse l'échantillon.
- Visualise la structure interne (2D).
- Coupes ultrafines requises.

MEB (Balayage)



- Faisceau balaie la surface (métallisée).
- Visualise la surface (Pseudo-3D).
- Électrons secondaires captés.

L'essentiel à retenir

- Source : Faisceau d'électrons (haute résolution).
- MET pour l'intérieur (coupes), MEB pour la surface (relief).

Histology Pink

Synthèse : Microscopie Optique vs Électronique

	M. Optique (Photons)	M. Électronique (Électrons)
Source	Lumière visible (0,4-0,8 µm)	Faisceau d'électrons (0,05 Å)
Lentilles	Verre	Champs électromagnétiques
Résolution	~0,2 µm	~4 Å (Haute résolution)
État Cellule	Vivante ou Morte	Toujours Morte (Vide poussé)
Coupes	Épaisses (2-10 µm)	Ultrafines (0,05 µm)
Coût	Faible / Moyen	Très Élevé

L'essentiel à retenir

- M. Optique : Observation du vivant, couleurs réelles.
- M. Électronique : Structure fine, mais artéfacts possibles (fixation).

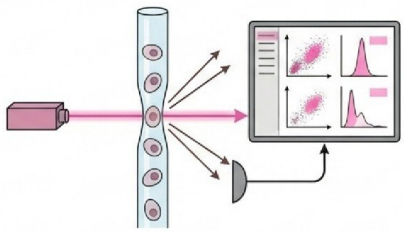
BIO-LOGIQUE+

Analyse des Populations Cellulaires

Cytométrie en Flux

Analyse de cellules en suspension passant devant un laser.

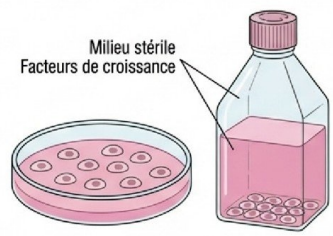
Mesure de la taille, granularité et fluorescence.



Culture Cellulaire

Maintien de cellules *in vitro* (milieu stérile, facteurs de croissance).

Permet d'obtenir des populations homogènes (lignées).

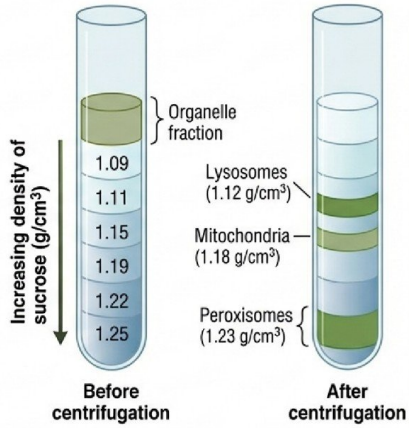


L'essentiel à retenir

- Cytométrie : Analyse quantitative haut débit (tri, cycle cellulaire).
- Culture : Isolement des phénomènes biologiques hors de l'organisme.

Fractionnement Cellulaire : La Centrifugation

- Étape 1 : Lyse (Broyage) pour libérer le contenu.
- **Centrifugation Différentielle** :
  - Séparation par taille.
  - Vitesses croissantes (600g Noyaux -> 100 000g Ribosomes).
- **Centrifugation en Gradient de Densité** :
  - Séparation par densité.
  - Gradient de Saccharose ou CsCl.
  - Migration jusqu'à l'équilibre iso-densité.



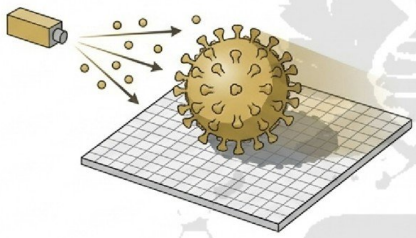
L'essentiel à retenir

- Permet d'isoler des organites purs pour l'analyse.
- Différentielle = Taille/Poids. Gradient = Densité.

Techniques Avancées de ME : Structure Fine

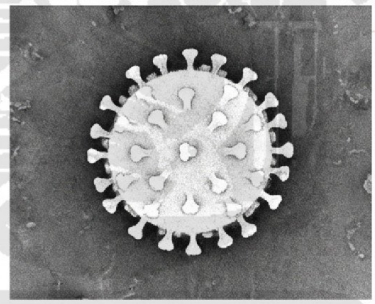
Ombrage Métallique

Vaporisation latérale de métal lourd (platine).
Crée un effet d'ombre et de relief 3D.



Coloration Négative

Le métal entoure l'objet sans s'y fixer. L'objet apparaît clair sur fond sombre.



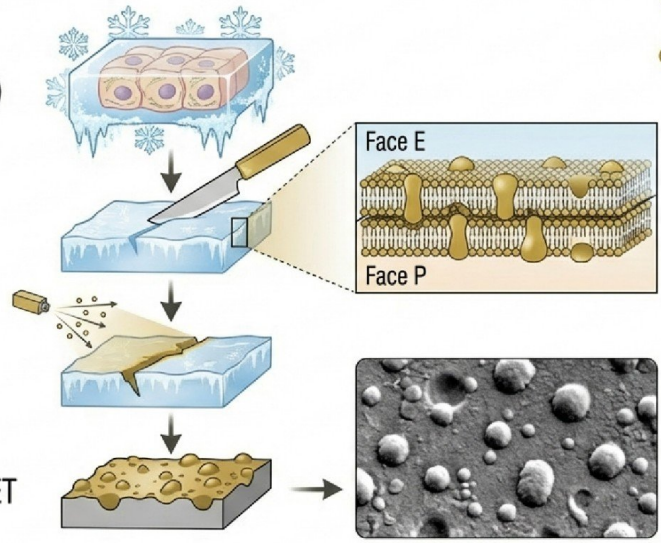
L'essentiel à retenir

- Techniques augmentant le contraste des macromolécules isolées.
- Ombrage = Relief. Coloration Négative = Contours complexes.

BIO-LOGIQUE+

La Cryofracture : Explorer les Membranes

1. Congélation Rapide (-196°C)
2. Fracture
3. Ombrage (Réplique)
4. Observation MET



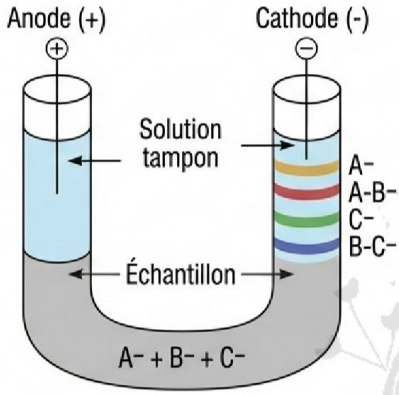
L'essentiel à retenir

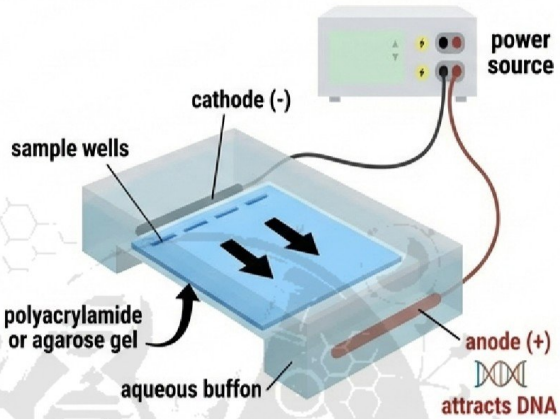
- Sépare la bicouche lipidique en son centre hydrophobe.
- Révèle la distribution des protéines intramembranaires (mosaïque fluide).

Analyse des Macromolécules : Électrophorèse

Principe : Migration dans un champ électrique selon la charge et le poids moléculaire.

Types : SDS-PAGE (Protéines) et Agarose (ADN/ARN).



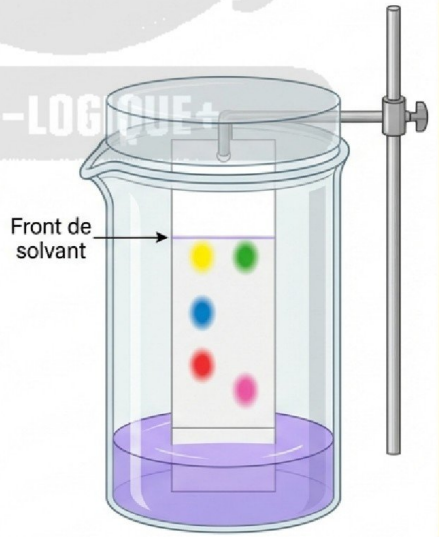


L'essentiel à retenir

- Les petites molécules migrent plus vite.
- SDS-PAGE sépare les protéines selon leur masse.
- L'ADN (négatif) migre vers l'anode (+).

Chromatographie de Partage

- Principe : Compétition entre phase stationnaire (fixe) et phase mobile (solvant).
- Chromatographie sur Papier / Couche Mince (CCM) :
  - Migration par capillarité.
  - Séparation selon la solubilité relative (hydrophile vs hydrophobe).

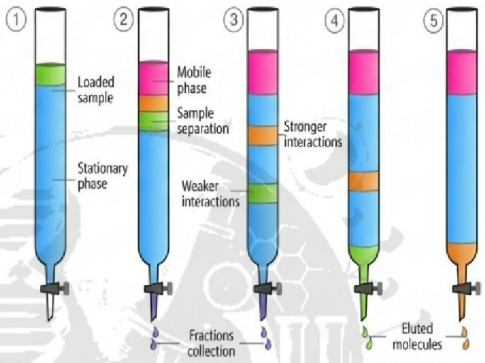


L'essentiel à retenir

- Technique simple pour petites molécules (acides aminés, lipides).
- Identification par le rapport de migration (Rf).

Chromatographie sur Colonne (Filtration)

- Configuration : Colonne remplie de matrice (billes poreuses).
- Mécanismes de séparation :
  - Exclusion (Taille) : Les grosses molécules sortent en premier.
  - Échange d'ions (Charge).
  - Affinité (Interaction spécifique).

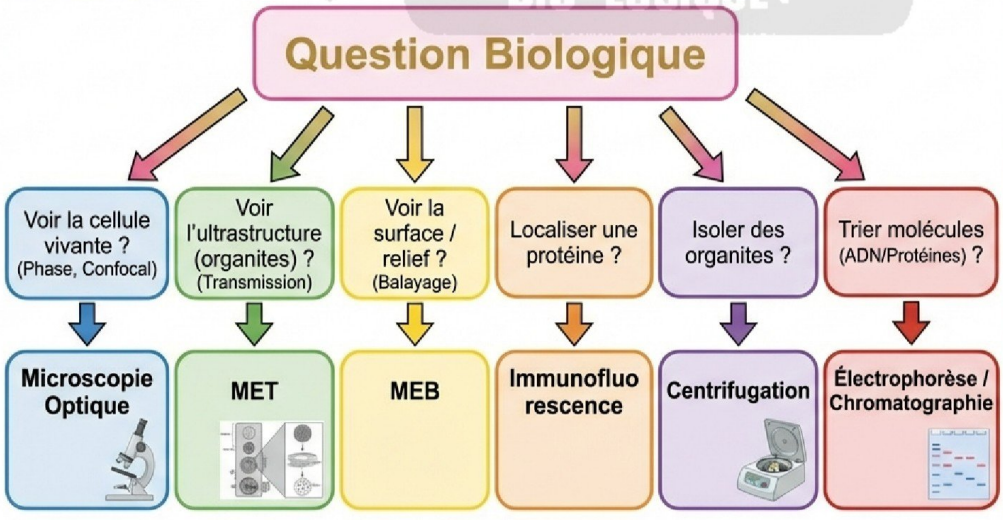


L'essentiel à retenir

- Purification de protéines natives (fonctionnelles).
- Permet de traiter de grands volumes.

Conclusion : Quelle Technique Choisir ?

BIO-LOGIQUE+



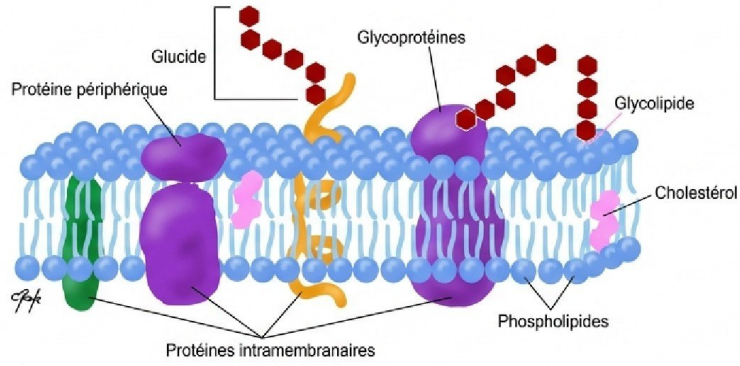
L'essentiel à retenir

- Aucune technique n'est universelle.
- Combiner les approches pour relier structure et fonction.

RÉSUMÉ DE COURS : BIOLOGIE CELLULAIRE

Chapitre 5 : La Membrane Plasmique

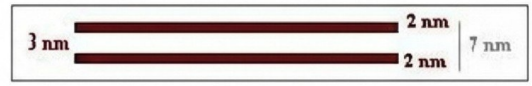
Structure, Propriétés et Fonctions Essentielles



💡 **L'ESSENTIEL :** La membrane est une frontière dynamique et fluide (7,5 nm) qui sépare le milieu intracellulaire du milieu extracellulaire, contrôlant tous les échanges vitaux.

Définition et Ultrastructure

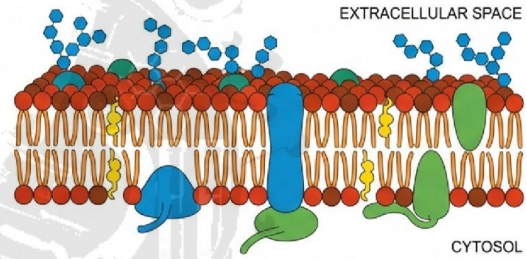
- **Définition** : Structure fluide et asymétrique formant une frontière sélective.
- **Épaisseur** : Moyenne de 7,5 nm.
- **Observation au MET** : Structure trilaminaire (rail de train).
  - Deux feuillets sombres (2 nm) : Têtes hydrophiles.
  - Un feuillet clair central (3 nm) : Queues hydrophobes.



> **L'ESSENTIEL :** Au microscope, la membrane apparaît comme trois feuillets (trilaminaire). En réalité, c'est une bicouche lipidique organisée.

Architecture Moléculaire : Le Modèle Mosaïque Fluide

- **Lipides (40% - Architecture) :**
  - Phospholipides : **Amphiphiles** (**Tête hydrophile** + **Queue hydrophobe**).
  - Cholestérol : Stabilise la membrane.
- **Protéines (60% - Fonction) :**
  - Intrinsèques : Traversent la bicouche.
  - Extrinsèques : Liées à la surface.
- **Glucides (2%) :**
  - Forment le **Glycocalyx** sur la face externe.

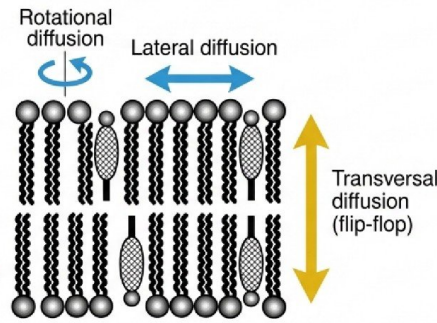


> **L'ESSENTIEL :** Modèle de Singer et Nicholson (1972) : Une mosaïque de protéines 'flottant' dans une bicouche de lipides fluide.

BIO-LOGIQUE+

Propriétés : Asymétrie et Fluidité

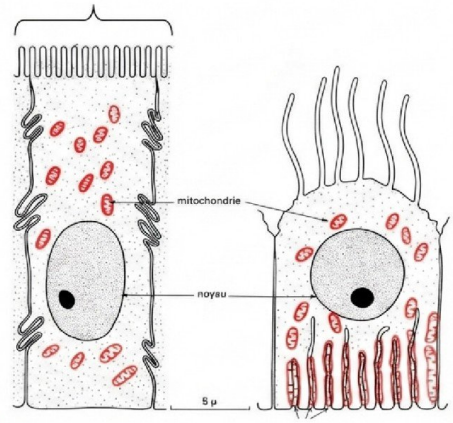
1. **Asymétrie Membranaire :**
   - Lipides : Répartition inégale entre les feuillets.
   - Glucides
   - **Glucides** : Toujours sur le feuillet externe.
2. **Fluidité Membranaire :**
   - **Diffusion latérale** : Rapide (dans le même plan).
   - Flip-Flop : Passage d'un feuillet à l'autre (rare et lent).
- **Facteurs d'influence :**
  - Température, saturation des acides gras, cholestérol.



> **L'ESSENTIEL :** La membrane est asymétrique (sucres à l'extérieur) et fluide (mouvements latéraux des lipides).

Spécialisations de la Surface Apicale

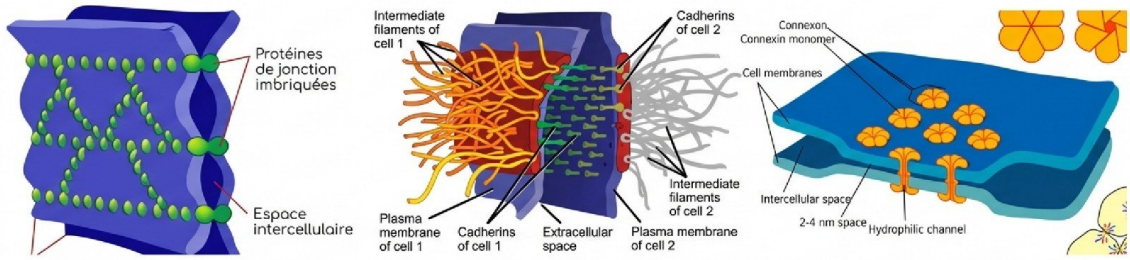
- **Microvillosités :**
  - Replis immobiles augmentant la surface d'absorption.
  - Ex : Intestin (Plateau strié), Rein.
- **Cils Vibratiles :**
  - Expansions mobiles (microtubules).
  - Mouvement des fluides (Ex : bronches).
- **Stéréocils :**
  - Longues expansions immobiles (Ex : épididyme).



💡 **L'ESSENTIEL :** Les spécialisations apicales comme les microvillosités (absorption) ou les cils (mouvement) adaptent la cellule à sa fonction.

Jonctions Intercellulaires (La cohésion tissulaire)

Jonctions Serrées (Tight)	Desmosomes (Ancrage)	Jonctions Gap (Communicantes)
Étanchéité / Barrière.	Solidité mécanique.	Passage d'ions / Communication.

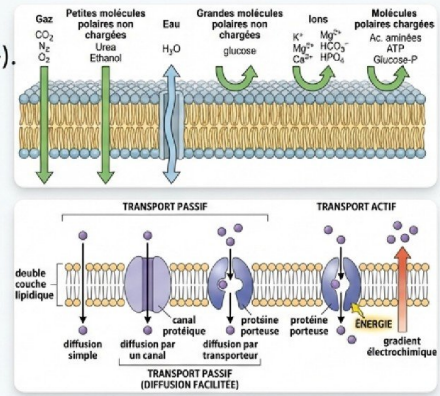


💡 **L'ESSENTIEL : Serrées** = Étanchéité. **Desmosomes** = Solidité mécanique. **Gap** = Communication chimique/électrique.

Transport Membranaire Passif

Sans consommation d'énergie (ATP)

- **Principe :** Suit le gradient de concentration (du + au -).
- **Osmose :** Transport de l'eau (aquaporines).
- **Diffusion Simple :**
  - Gaz (O2, CO2) et lipides traversent directement la bicouche.
- **Diffusion Facilitée :**
  - Pour molécules polaires (Glucose, Ions).
  - Utilise un canal ou un transporteur.

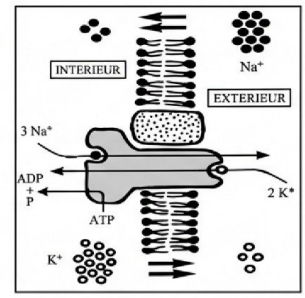


💡 **L'ESSENTIEL :** Le transport passif suit le gradient naturel. La diffusion facilitée nécessite une protéine de transport mais pas d'énergie.

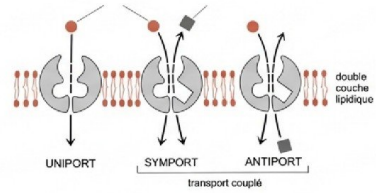
BIO-LOGIQUE+

Transport Membranaire Actif

Nécessite de l'énergie (ATP)



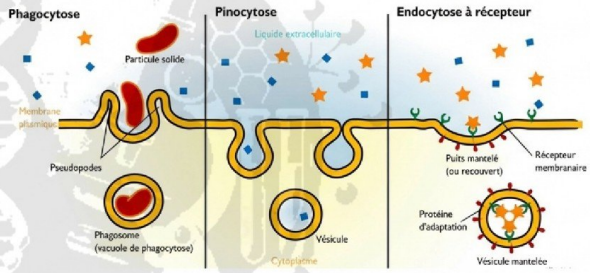
- **Principe :** Contre le gradient électrochimique.
- **Pompes ATPases (Actif primaire) :**
  - Pompe Na+/K+ : Expulse 3 Na+ et importe 2 K+.
  - Maintient le potentiel de membrane.
- **Co-transport (Actif secondaire) :**
  - **Symport** : Même sens (ex: Glucose/Na+).
  - **Antiport** : Sens opposés (ex: Na+/H+).



💡 **L'ESSENTIEL :** Le transport actif consomme de l'ATP (pompe Na+/K+) pour déplacer des substances contre leur gradient de concentration.

Transport Vésiculaire (Macromolécules)

- **Endocytose** : Internalisation de substances.
  - **Phagocytose** : Solides (bactéries).
  - **Pinocytose** : Liquides.
  - **Par récepteurs** : Spécifique (LDL).
- **Exocytose :** Sécrétion (Constitutive ou Provoquée).

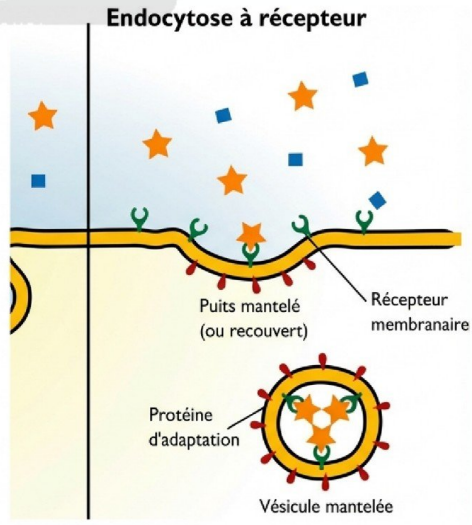


💡 **L'ESSENTIEL :** L'endocytose permet d'ingérer de grosses particules (**phagocytose**) ou des liquides (**pinocytose**) via des vésicules.

BIO-LOGIQUE+

Zoom sur l'Endocytose par Récepteurs

- **Mécanisme Spécifique :**
  Ligand se fixe au récepteur -> Puits recouvert de clathrine.
- **Exemple Physiologique : Cholestérol (LDL)**
  - Internalisation des LDL pour fournir du cholestérol à la cellule.
  - Défaut = Hypercholestérolémie familiale.
- **Exemple Pathologique : VIH**
  - Le virus détourne les récepteurs (CD4) pour entrer.



💡 **L'ESSENTIEL : Ce mécanisme hautement spécifique est la porte d'entrée du cholestérol (LDL) mais peut être détourné par des virus (VIH).**

Identité Cellulaire et Glycocalyx

- **Le Glycocalyx (Cell Coat) :**
  - Zone riche en glucides sur la face externe.
  - Rôle de protection et de reconnaissance.
- **Marqueurs d'Identité :**
  - **Groupes Sanguins (ABO) :** Définis par des sucres de surface.
  - **CMH (HLA) :** Carte d'identité biologique (Soi vs Non-soi).

Les Groupes Sanguins (Système ABO)

Groupe	Antigène (Surface)	Anticorps (Plasma)
A	A	Anti-B
B	B	Anti-A
AB	A et B	Aucun (Receveur Universel)
O	Aucun (H)	Anti-A et Anti-B (Donneur Universel)

💡 **L'ESSENTIEL :** Les glucides de surface (glycocalyx) définissent l'identité unique de la cellule (Groupes sanguins, CMH).

En Résumé : Ce qu'il faut retenir

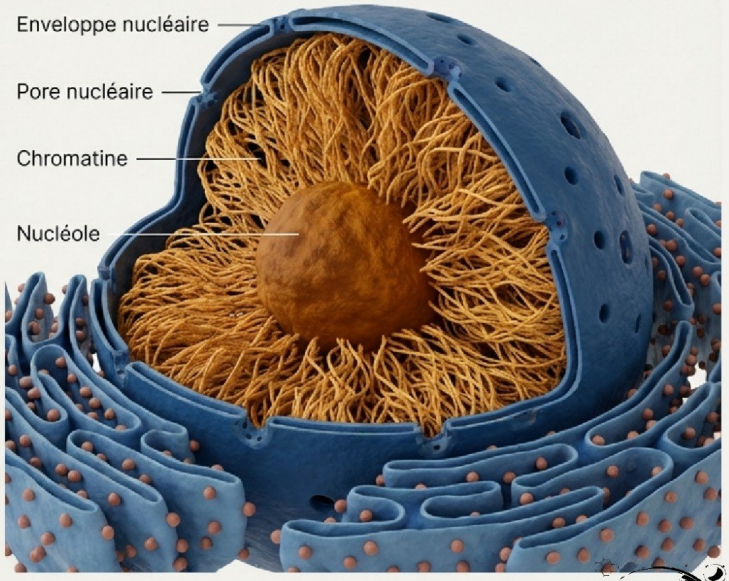
STRUCTURE	PROPRIÉTÉS	FONCTIONS
• Bicouche lipidique + Protéines. • Modèle Mosaïque Fluide. • Asymétrie et Fluidité.	• Frontière sélective (7,5 nm). • Cohésion (Jonctions). • Identité (Glycocalyx).	• **Transport Passif :** Sans ATP (Diffusion). • **Transport Actif :** Avec ATP (Pompes). • **Vésiculaire :** Endo/Exocytose. • **Communication :** Récepteurs.

BIO-LOGIQUE+

💡 **L'ESSENTIEL :** La membrane est une interface vitale complexe assurant la **protection**, les échanges contrôlés et la communication de la cellule.

Chapitre 6 : Le Noyau

Le centre vital et le siège de l'information génétique.



L'Essentiel

Le noyau est le centre de commandement de la cellule eucaryote. Il contient la quasi-totalité de l'information génétique et coordonne les activités de synthèse indispensables à la survie.

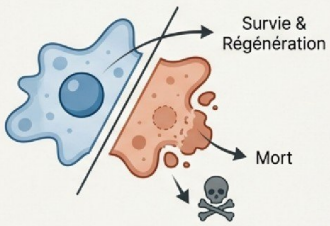
BIO-LOGIQUE+

Le Centre Vital : La Preuve Expérimentale

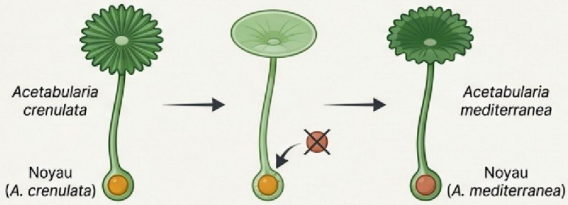
Le Centre Vital : Présent dans toutes les cellules (sauf hématies), le noyau est indispensable. Sans lui, la cellule meurt (expérience de mérotomie).

La Preuve par l'Acétabulaire : Les expériences de greffe montrent que le noyau dicte la morphologie.

Part 1 : Mérotomie (Amoeba)



Part 2 : Greffe de Noyau (Acétabulaire)

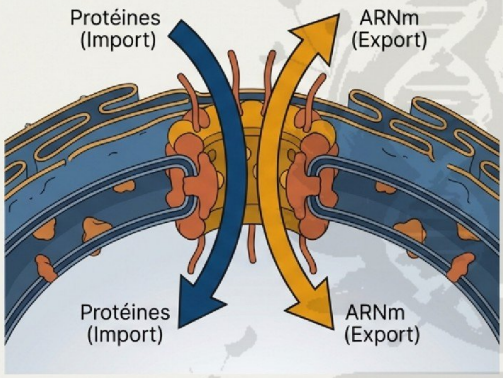


Noyau transplanté dicte la morphogenèse.

Conclusion : Le noyau synthétise une substance messagère (ARNm) qui dirige la synthèse protéique dans le cytoplasme.

L'Essentiel Le noyau est indispensable à la régénération et à la survie. Il porte l'information génétique spécifique et dirige la morphogenèse via des messagers chimiques (ARN).

L'Enveloppe et les Échanges



- **L'Enveloppe Nucléaire** : Double membrane séparant l'ADN du cytoplasme. Espace périnucléaire au centre.
- **Les Pores Nucléaires** : Complexes protéiques (nucléoporines) agissant comme des douanes sélectives.
- **Trafic Bidirectionnel** :
  - **Import** : Histones, ADN/ARN polymérases, facteurs de transcription.
  - **Export** : ARNm, ARNt, sous-unités ribosomales.
- **La Lamina** : Réseau protéique interne soutenant la structure (nucléosquelette).

BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel L'enveloppe nucléaire protège l'ADN. Les échanges avec le cytoplasme sont régulés par les pores nucléaires qui permettent l'importation des protéines nécessaires et l'exportation des ARN.

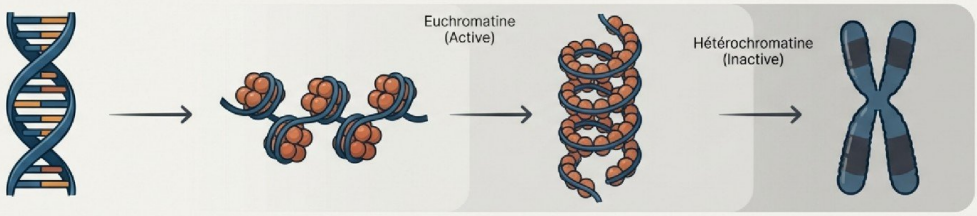
Le Nucléoplasme et la Chromatine

Le Défi : Compacter 2,5 m d'ADN dans un noyau micrométrique.

Le Nucléosome : Unité de base. L'ADN s'enroule autour d'un octamère d'histones (H2A, H2B, H3, H4).

États de la Chromatine :

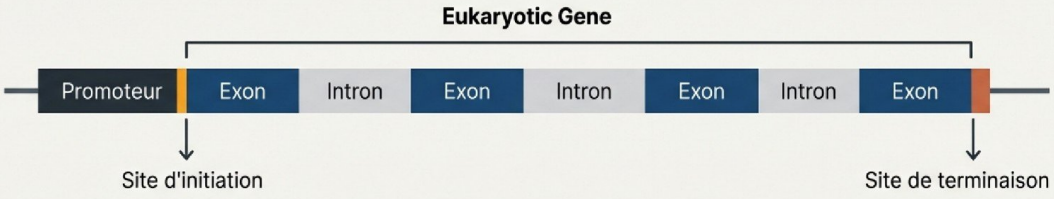
- **Euchromatine** : Décondensée, claire, active (transcription).
- **Hétérochromatine** : Condensée, sombre, inactive.



Double Hélice d'ADN 2 nm → **Collier de perles** 11 nm → **Fibre de Solénoïde** 30 nm → **Chromosome Métaphasique** 1400 nm

L'Essentiel L'ADN est compacté grâce aux protéines histones formant des nucléosomes. L'état de condensation (euchromatine vs hétérochromatine) détermine l'accessibilité des gènes pour leur expression.

L'ADN et les Gènes



Le Gène : Séquence d'ADN codante. (1,2% du génome code pour des protéines).

Structure en Mosaïque :

- **Exons** : Séquences conservées (codantes).
- **Introns** : Séquences éliminées (non-codantes).

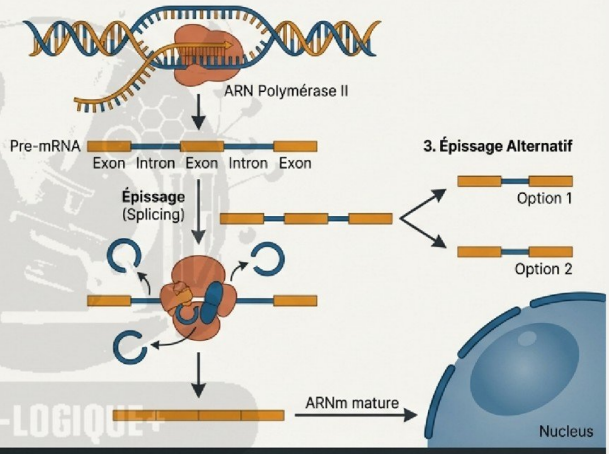
Catégories :

- Gènes de structure (codent pour les protéines).
- Gènes de régulation (contrôlent l'expression).
- Gènes Homéotiques (HOX) : Architectes du plan d'organisation embryonnaire.

L'Essentiel : Un gène est composé d'exons (codants) et d'introns (non-codants). Il existe des gènes de structure (fabrication) et des gènes de régulation (contrôle), dont les gènes homéotiques essentiels au développement.

De l'ADN à l'ARNm : Transcription et Maturation

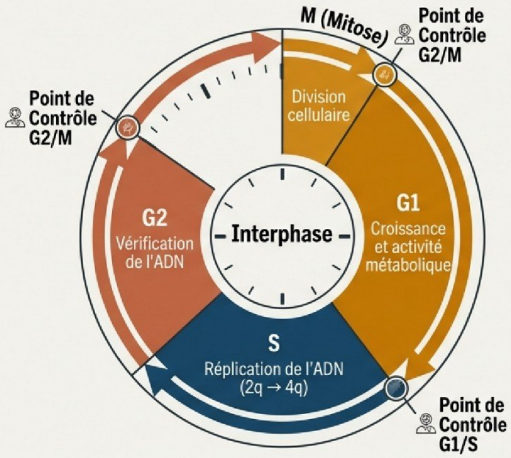
1. **Transcription** : Copie du brin 'sens' de l'ADN en ARN pré-messager par l'ARN Polymérase II (sens 5'→3').
2. **Maturation (Épissage)** : Le spliceosome excise les introns et raboute les exons.
3. **Épissage Alternatif** : Un mécanisme vital où un seul gène peut produire plusieurs protéines différentes en variant les exons conservés.

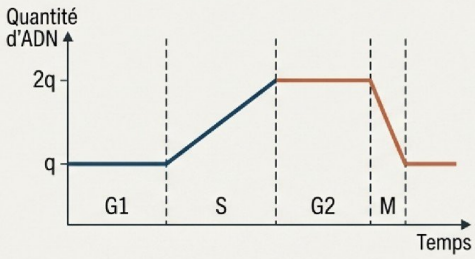


BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel : La transcription copie l'ADN en ARN pré-messager. La maturation élimine les introns. L'épissage alternatif permet à un seul gène de coder pour plusieurs protéines différentes.

Le Cycle Cellulaire





L'Interphase (La préparation) :

- **G1** : Croissance et activité métabolique.
- **S** : Réplication de l'ADN (2q → 4q).
- **G2** : Vérification de l'ADN.

La Mitose (M) : Division cellulaire.

Points de Contrôle : Vérifient l'intégrité de l'ADN (ex: complexe MPF en G2/M) pour éviter les erreurs.

L'Essentiel Le cycle alterne entre interphase (G1, S, G2) et mitose. Des points de contrôle vérifient l'intégrité de l'ADN et la taille cellulaire avant d'autoriser la division.

La Réplication de l'ADN (Phase S)

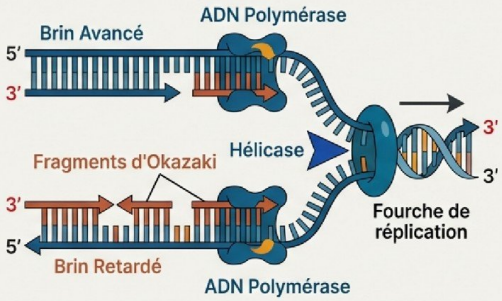
Semi-Conservative : Chaque nouvelle molécule conserve un brin mère et un brin néoformé.

La Machinerie :

- **Hélicase** : Ouvre la double hélice.
- **ADN Polymérase** : Synthétise le nouveau brin (sens 5'→3').

L'Asymétrie :

- **Brin Avancé** : Synthèse continue.
- **Brin Retardé** : Synthèse par fragments d'Okazaki.

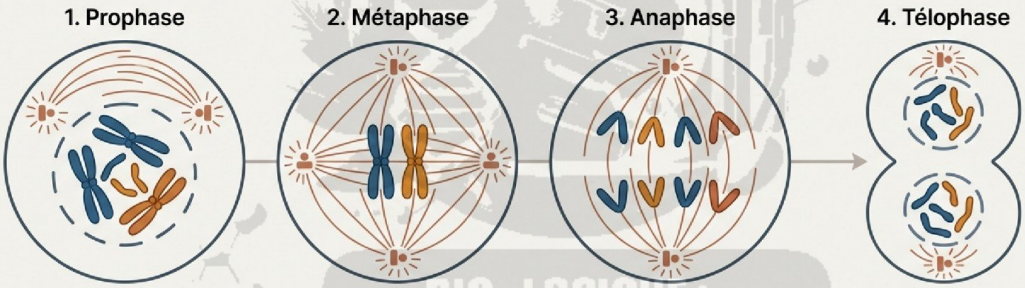


L'Essentiel La réplication double la quantité d'ADN. Elle est semi-conservative et bidirectionnelle. L'ADN polymérase synthétise un brin continu et un brin discontinu (fragments d'Okazaki).

La Mitose : La Division Équitable

Objectif : Une cellule mère (2n) → Deux cellules filles (2n) identiques.
Les Phases :

1. **Prophase** : Condensation des chromosomes, formation du fuseau.
2. **Métaphase** : Alignement sur la plaque équatoriale.
3. **Anaphase** : Séparation des chromatides sœurs.
4. **Télophase** : Reconstruction des noyaux et cytodiérèse.

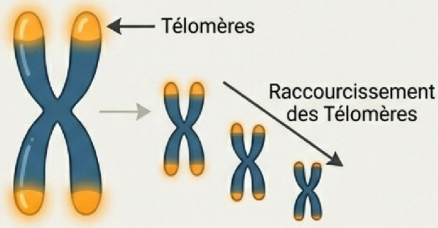


BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel La mitose assure la conservation exacte de l'information génétique. Elle répartit les chromatides sœurs équitablement entre deux cellules filles.

Pathologies et Régulation

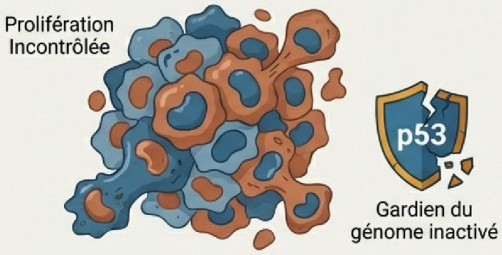
Le Vieillissement



Lié au raccourcissement des télomères à chaque division. La cellule finit par entrer en sénescence.

- **La Progeria** : Vieillissement accéléré dû à un défaut de l'enveloppe nucléaire (lamine).

Le Cancer



- **Oncogènes :** Accélérateurs de division bloqués en position 'marche'.
- **p53** : 'Gardien du génome' inactivé, empêchant la réparation ou le suicide de la cellule anormale.

L'Essentiel Le vieillissement est lié à l'usure des télomères. Le cancer résulte de mutations (oncogènes) et de la perte des freins du cycle cellulaire (p53).

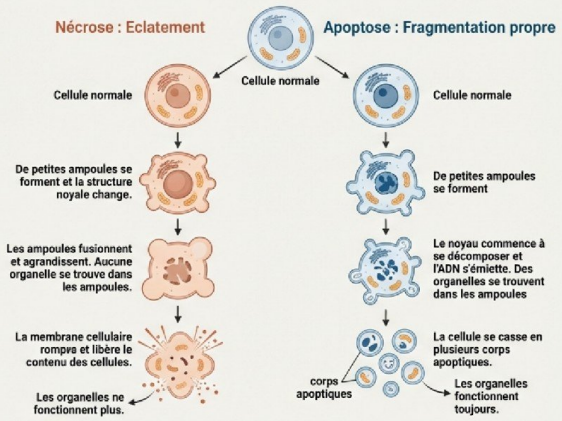
L'Apoptose : La Mort Programmée

Définition : Suicide cellulaire génétiquement programmé et propre.

Rôles Clés :

- Sculpture des organes (ex: formation des doigts).
- Élimination des cellules endommagées ou cancéreuses.

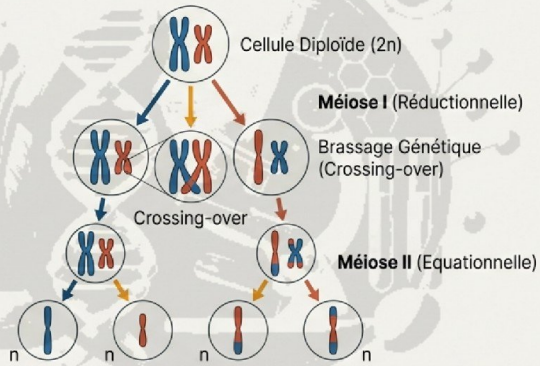
Mécanisme : Activation des **Caspases** (enzymes de démolition) et fragmentation de l'ADN. Pas d'inflammation.



L'Essentiel

L'apoptose est une mort cellulaire programmée, essentielle au développement et à la sécurité. Elle se fait proprement, contrairement à la nécrose inflammatoire.

La Méiose : La Reproduction Sexuée

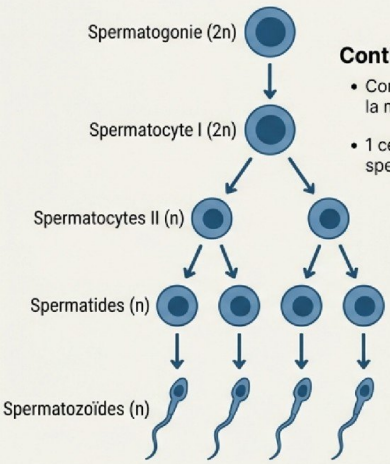


Objectif : Produire des gamètes haploïdes (n) à partir d'une cellule diploïde (2n).
Méiose I (Réductionnelle) : Séparation des chromosomes homologues. Lieu du **Brassage Génétique** (Crossing-over).
Méiose II (Equationnelle) : Séparation des chromatides.
Résultat : 4 cellules filles génétiquement uniques.

L'Essentiel La méiose réduit le nombre de chromosomes par deux (2n → n) et génère de la diversité génétique grâce aux brassages chromosomiques.

La Gamétogenèse : Homme vs Femme

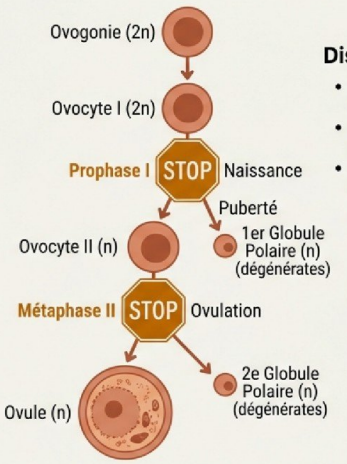
Spermatogenèse (Homme)



Continu & Quantitatif

- Continue de la puberté à la mort.
- 1 cellule → 4 spermatozoïdes mobiles.

Ovogenèse (Femme)



Discontinu & Qualitatif

- Discontinue (stock limité à la naissance).
- Bloquée en Prophase I puis Métaphase II.
- 1 cellule → 1 ovule riche en réserves (+ globules polaires).

L'Essentiel La spermatogenèse est continue et produit 4 gamètes. L'ovogenèse est cyclique, discontinue, et ne produit qu'un seul gamète.

La Fécondation : Le Retour à l'Unité

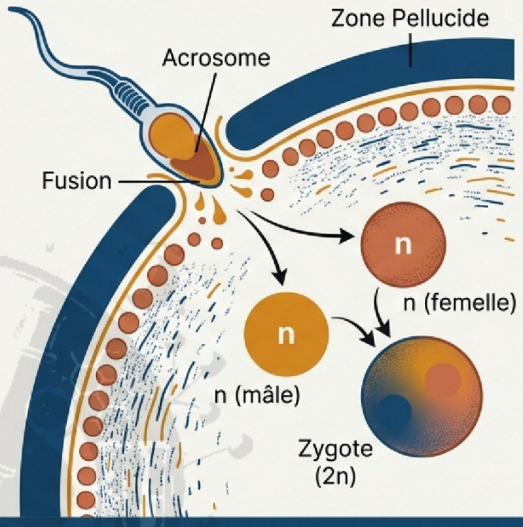
La Rencontre : Le spermatozoïde subit la capacitation pour devenir fécondant.

L'Effraction : Réaction acrosomiale pour traverser la zone pellucide.

La Fusion :

- Réaction corticale (blocage des autres spermatozoïdes).
- L'ovocyte termine sa méiose.

Caryogamie : Fusion des noyaux (n + n = 2n). Le zygote est formé.



L'Essentiel La fécondation est la fusion des gamètes qui rétablit la diploïdie. Elle active le développement d'un nouvel individu unique.

En Résumé : Le Chef d'Orchestre Cellulaire

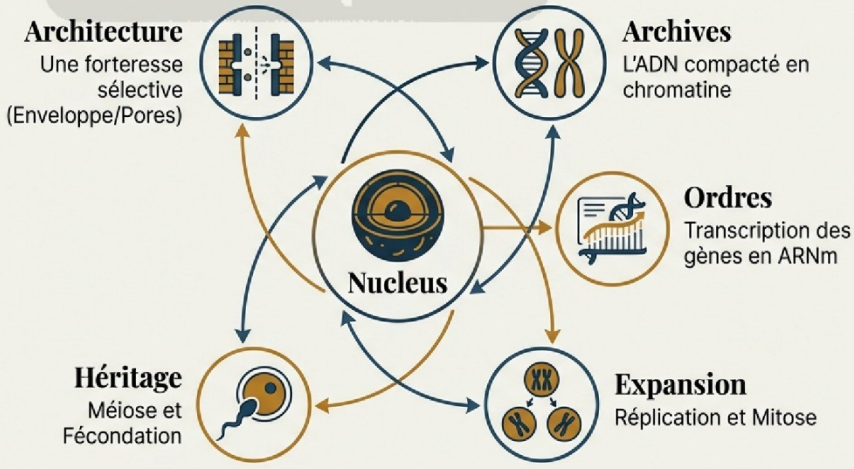
Architecture : Une forteresse sélective (Enveloppe/Pores).

Archives : L'ADN compacté en chromatine.

Ordres : Transcription des gènes en ARNm.

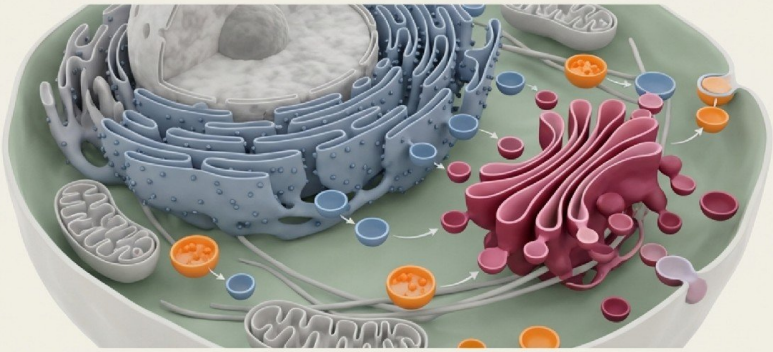
Expansion : Réplication et Mitose.

Héritage : Méiose et Fécondation.



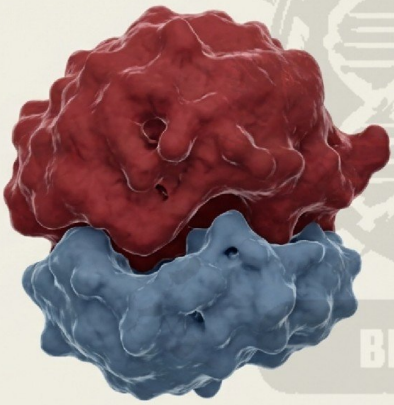
Le Système Endomembranaire : Synthèse, Transport et Recyclage

Résumé Essentiel du Chapitre 7 — La Chaîne Logistique Cellulaire



Une vue d'ensemble structurée sur la compartimentation et les flux membranaires.

Les Ribosomes : Usines d'Assemblage Protéique



	Eucaryotes (80S)	Procaryotes (70S)
Grande Sous-unité	60S (ARNr 28S, 5.8S, 5S)	50S (ARNr 23S, 5S)
Petite Sous-unité	40S (ARNr 18S)	30S (ARNr 16S)
Dissociation	0,2 mM Mg	0,2 mM Mg

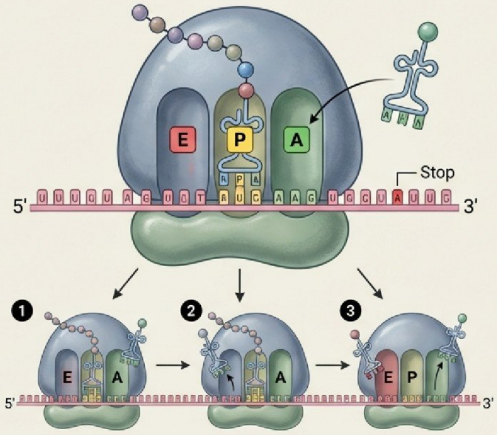
- **Définition** : Complexes ribonucléoprotéiques (ARNr + protéines) non membranaires.
- **Localisation** : Libres (polysomes), liés au RER, ou organites (mitochondries).

BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel : Le ribosome est le siège de la traduction. Retenir la différence de sédimentation : 80S (Eucaryote) vs 70S (Procaryote/Mitochondrie).

La Traduction : Mécanisme et Inhibition

1. **Initiation :** Fixation sur le codon départ AUG (Site P).
2. **Élongation** : Arrivée de l'ARNt (Site A) → Liaison peptidique → Liptidique → Translocation (5' → 3').
3. **Terminaison :** Codon Stop (UAG, UGA, UAA) → Dissociation.



Clinical Alert

Cible des Antibiotiques :

- **Puromycine** : Bloque le site A
- **Chloramphénicol** : Bloque la liaison peptidique
- **Streptomycine** : Induit des erreurs de lecture

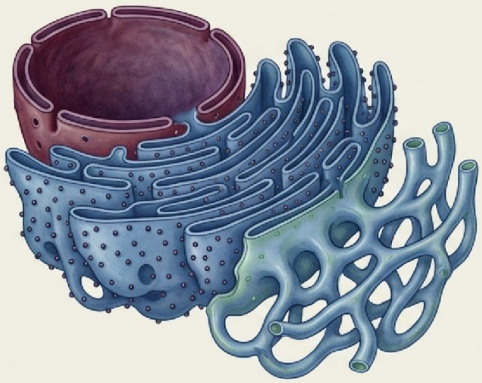
- **L'Essentiel :** Lecture 5' → 3'.
- **Sites fonctionnels : A** (Aminoacyl), **P** (Peptidyl), **E** (Exit).

Le code génétique est dégénéré (64 codons pour 20 acides aminés).

Le Réticulum Endoplasmique (RE) : Le Réseau de Production

RE Rugueux (RER)

- **Aspect :** Granuleux (ribosomes accolés).
- **Rôle :** Synthèse et maturation des protéines (exportation/membranaire).
- **Modifications :** Glycosylation (N-glycanes), repliement (chaperons).

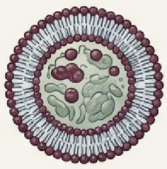


RE Lisse (REL)

- **Aspect :** Tubulaire, sans ribosomes.
- **Rôle :** Synthèse lipidique, stockage Ca2+, détoxification.

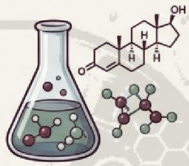
Membrane Blue
L'Essentiel : RER = Protéines (avec peptide signal). REL = Lipides + Calcium + Détox. Les protéines mal repliées sont renvoyées au cytosol (protéasome).

Fonctions Spécifiques du RE Lisse (REL)



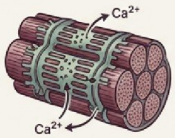
1. Synthèse Lipidique

- Phospholipides membranaires
- Triglycérides (foie/adipocytes)
- Cholestérol (transporté par LDL/HDL)



2. Synthèse Hormonale

- Stéroïdes (Testicules, Ovaires, Surrénales)



3. Réserve de Calcium

- Cellules musculaires : Libération Ca2+ → Contraction
- Recapture par Ca^{2+}-ATPases



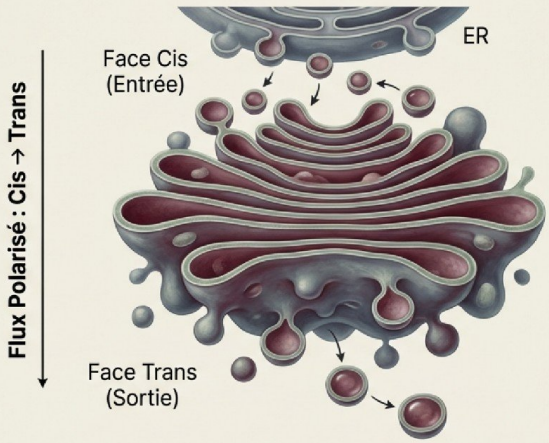
4. Détoxification

- Foie/Rein : Biotransformation de composés hydrophobes en hydrosolubles.

L'Essentiel : Le REL est vital pour la détoxification (foie), la contraction musculaire (stockage Ca^{2+}) et la synthèse des stéroïdes.

BIO-LOGIQUE+

L'Appareil de Golgi : Tri et Maturation

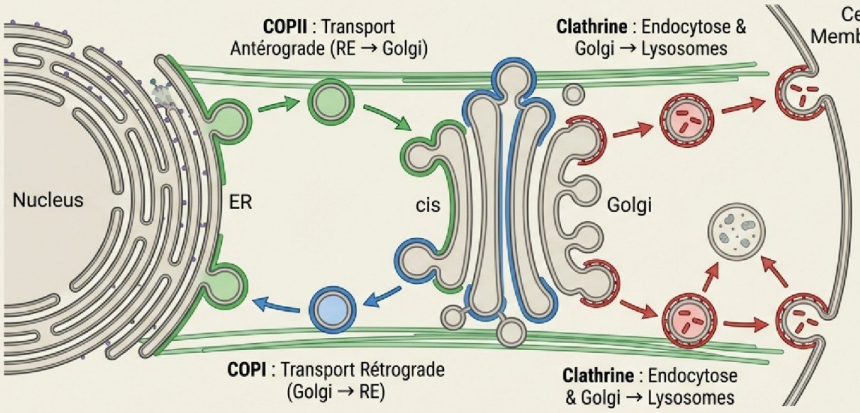


Fonctions Clés

- **Glycosylation Terminale :** Maturation des chaînes glucidiques.
- **Sulfation :** Ajout de sulfate.
- **Tri et Adressage :** Vers les lysosomes, la membrane ou la sécrétion.
- **Synthèse de Lipoprotéines :** Assemblage des chylomicrons/VLDL.

L'Essentiel : Flux vectoriel du Cis vers le Trans. Centre de glycosylation terminale et d'emballage des vésicules de sécrétion.

Le Transport Vésiculaire : Trafic Intracellulaire



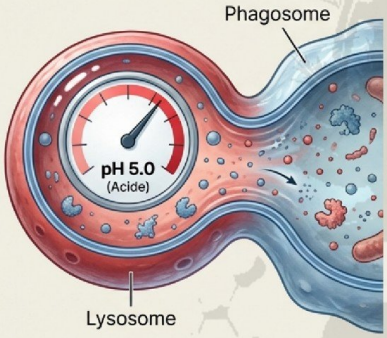
Note Clinique (Diabète)

L'hyperglycémie perturbe la glycosylation et les signaux d'endocytose.

L'Essentiel

Clathrine = Manteau d'endocytose et Golgi. **COP** = Navette RE-Golgi.
Le trafic est bidirectionnel et permanent grâce aux microtubules.

Les Lysosomes : Digestion Cellulaire



Caractéristiques :

- **pH Acide (4.5 - 5.5)** : Maintenu par des pompes à protons H+.
- **Contenu** : ~40 Hydrolases acides (protéases, nucléases, lipases).
- **Protection** : Membrane résistante à l'autodigestion.

Classification :

1. **Lysosomes Primaires** : Vésicules néoformées (Golgi), contiennent enzymes mais pas de substrat.
2. **Lysosomes Secondaires** : Lieu de digestion active (Fusion Lysosome I + Phagosome).

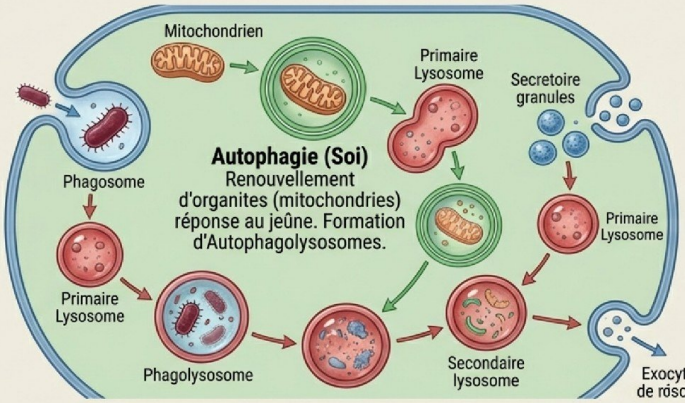
BIO-LOGIQUE+

L'Essentiel

L'Essentiel : Organites de digestion intracellulaire. Le pH acide est indispensable à l'activité des hydrolases (protection du cytosol).

Voies Lysosomiales : Autophagie et Hétérophagie

Hétérophagie (Non-soi)
Digestion de matériel extracellulaire (bactéries). Formation de Phagolysosomes.



Crinophagie
Destruction des grains de sécrétion en excès.

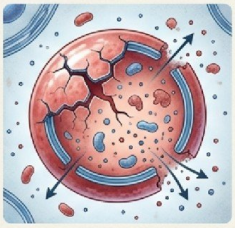
Rôle Spécial : L'acrosome du spermatozoïde est un lysosome géant spécialisé.

L'Essentiel

L'Essentiel : Autophagie = Recyclage interne. Hétérophagie = Défense/Nutrition. Crinophagie = Régulation de la sécrétion.

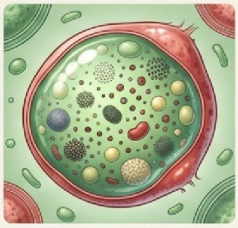
Pathologies Lysosomiales (Clinique)

Maladies de Rupture (Libération d'enzymes)



- **Goutte** : Cristaux d'urate déchirent le lysosome → Inflammation articulaire.
- **Silicose** : Poussières minérales détruisent les lysosomes des macrophages pulmonaires.

Maladies de Surcharge (Déficit enzymatique)

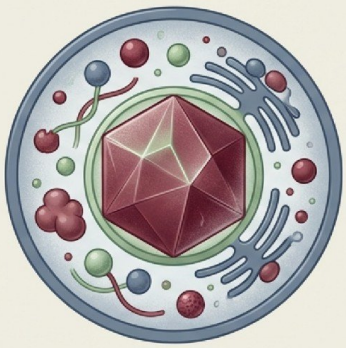


- **Maladie de Tay-Sachs** : Déficit en Hexosaminidase A → Accumulation de lipides dans le cerveau (Neurodégénératif).
- **Maladie de Pompe** : Accumulation de glycogène cardiaque/musculaire.

L'Essentiel

L'Essentiel : Les pathologies résultent soit d'une **rupture membranaire** (inflammation), soit d'un déficit enzymatique génétique (accumulation toxique).

Les Peroxysomes : Détoxification et Oxydation



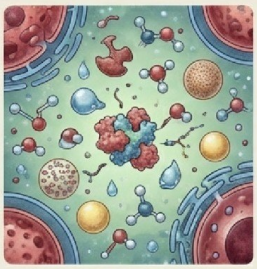
$$2\,H_2O_2 \xrightarrow{\text{Catalase}} 2\,H_2O + O_2$$

- **Détoxification** : Alcool, formaldéhyde (Foie/Rein).
- **β-oxydation** : Acides gras à longue chaîne.
- **Neutralisation** : Élimine les radicaux libres et l'eau oxygénée (H_2O_2) grâce à la Catalase.
- **Note Énergétique** : Pas de synthèse d'ATP (énergie dissipée en chaleur).

L'Essentiel : Siège des oxydases et de la catalase. Rôle vital dans la neutralisation des radicaux libres et des toxines.

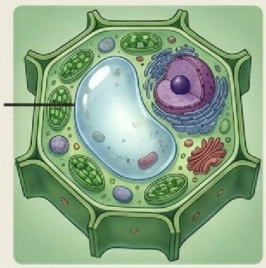
Cytosol et Vacuoles : Environnement et Stockage

Le Cytosol



- **Phase** liquide (85% eau), pH 7.0.
- Siège de la Glycolyse (Production d'énergie).
- **Réserve** de glycogène et triglycérides.

La Vacuole (Végétaux)



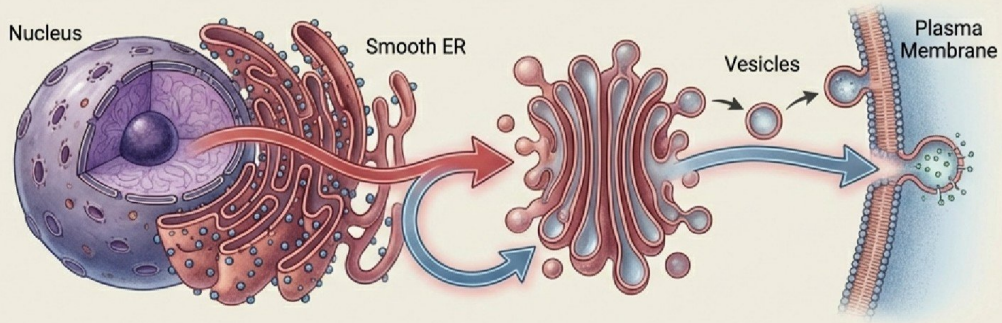
- **Délimitée** par le Tonoplaste.
- Maintien de la Turgescence (pression) et rigidité.
- **Stockage** : Eau, pigments, déchets, toxines.

L'Essentiel : Cytosol = Siège du métabolisme intermédiaire (glycolyse).
Vacuole = Gestion de l'eau et turgescence chez les végétaux.

Tableau Récapitulatif Global

Organite	Fonction Principale	Caractéristique Clé	Pathologie/Note
Ribosome (Cellular Red)	Synthèse protéique	Non-membranaire (80S/70S)	Cible antibiotiques (Cytosol Green #7A966C)
RER (Cellular Red)	Synthèse/Tri protéines	Ribosomes liés	Glycosylation initiale
REL (Cellular Red)	Synthèse lipides / Détox	Stockage Calcium	Hypertrophie (toxines)
Golgi (Cellular Red)	Maturation / Emballage	Dictyosomes (Cis/Trans)	Diabète (Glycosylation)
Lysosome (Cellular Red)	Digestion intracellulaire	pH acide (5.0)	Tay-Sachs, Goutte
Peroxysome (Cellular Red)	Oxydation / Détox	Catalase (H_2O_2)	Syndrome Zellweger

Conclusion : L'Intégration du Système



Compartimentation :
Permet à des réactions incompatibles (synthèse vs donthèse vs dégradation) de se produire simultanément.

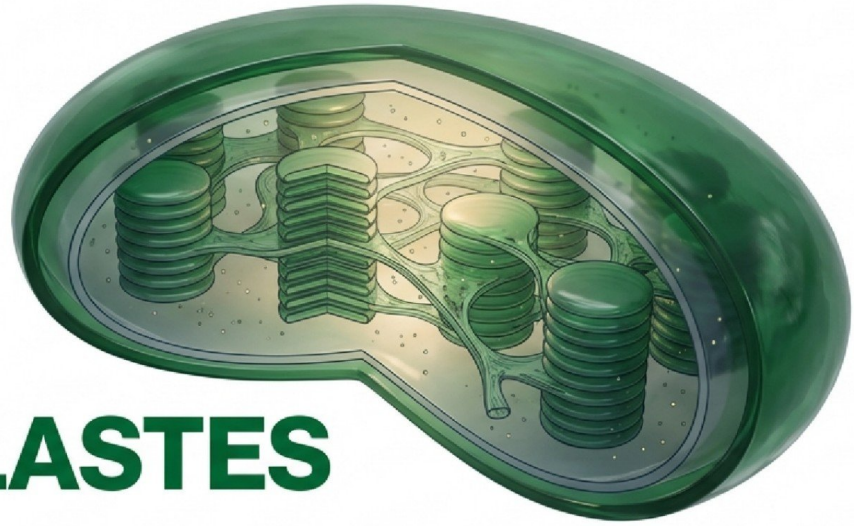
Flux Continu :
Le trafic vésiculaire garantit la communication entre compartiments sans mélange chaotique.

Adaptabilité :
La cellule ajuste ses organites selon les besoins (ex: REL et détoxification).

La cellule n'est pas une somme d'organites, mais un réseau dynamique interconnecté.

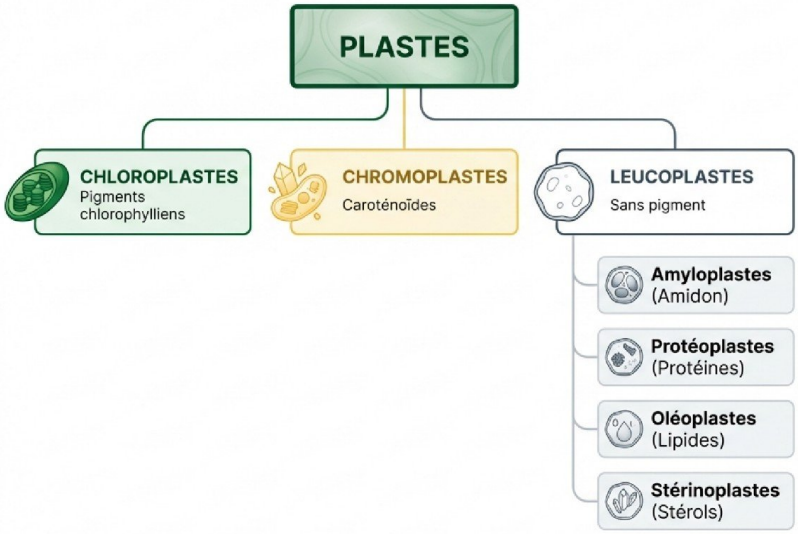
CHAPITRE 9

LES CHLOROPLASTES



Structure, Ultrastructure et Fonction

L'usine énergétique de la cellule végétale.

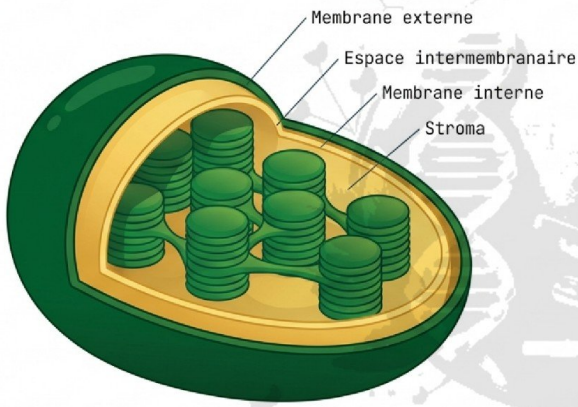


La grande famille des Plastes

Classification par pigments : Les plastes sont définis par la nature de leurs pigments dominants ou leur absence totale de couleur.

Les Leucoplastes (Stockage) : Ces plastes incolores sont spécialisés dans la réserve.

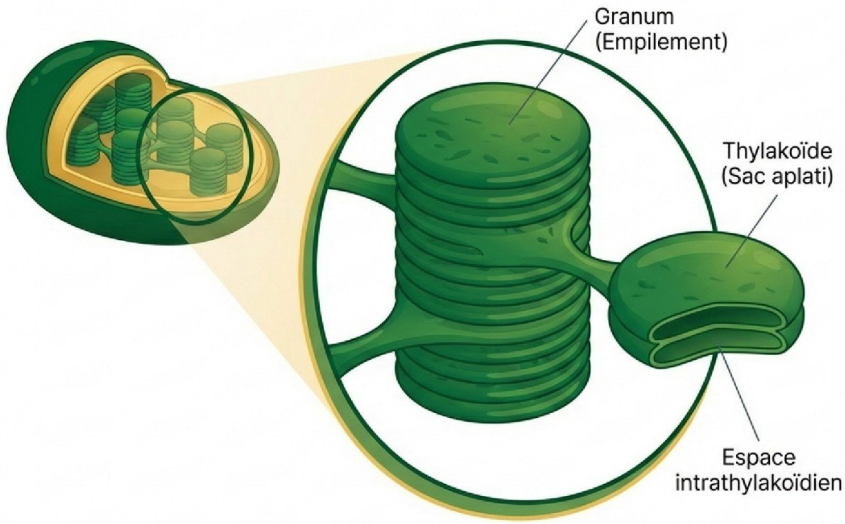
Note importante : Tous les plastes qui accumulent de l'amidon prennent le nom générique de "plastes amylifères".



Structure Générale et Enveloppe

- **Localisation** : Présents dans les cellules chlorophylliennes des plantes vertes.
- **Morphologie** : Organites ovoïdes de 1 à 4 µm de longueur.
- **Enveloppe** : Une double barrière constituée d'une membrane interne et d'une membrane externe.
- **Le Stroma** : Substance homogène remplissant l'intérieur. Il peut renfermer des grains d'amidon.

BIO-LOGIQUE+

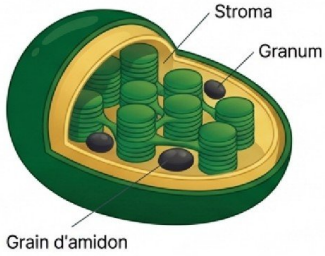
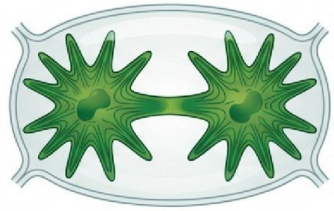
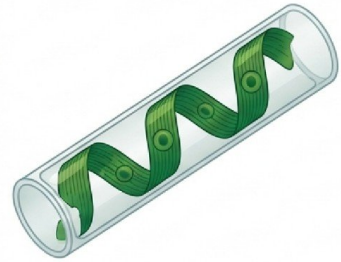


Ultrastructure : La Machinerie

Thylakoïde : Sac aplati délimité par une membrane. C'est dans l'épaisseur de cette membrane que sont enchâssées les molécules de chlorophylle.

Granum : Structure formée par l'empilement vertical de plusieurs thylakoïdes (aspect de pile de pièces).

Diversité Morphologique

Végétaux Supérieurs	Algue Zygnéma	Algue Spirogyre
		

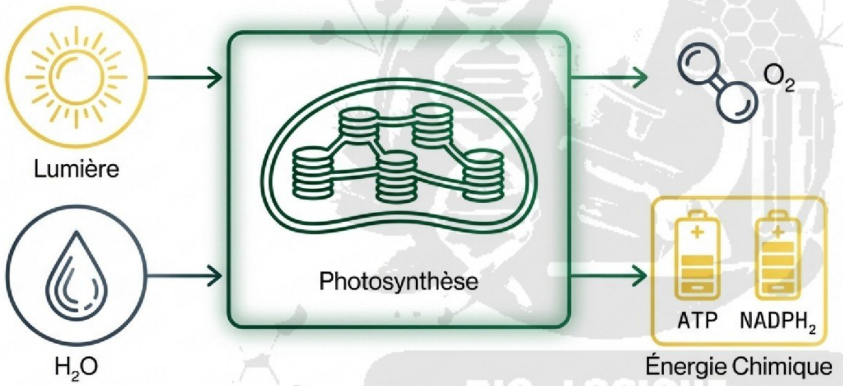
Forme Étoilée

Ruban Spiralé

Comparaison : Alors que les végétaux supérieurs présentent une forme ovoïde standard avec des granums bien définis, les algues (Chlorophycées) exhibent des formes géométriques variées (étoiles, rubans).

Note : Chez les algues brunes, les thylakoïdes sont souvent groupés par 3; chez les rouges, ils sont séparés.

Fonction : La Centrale Énergétique



Concept Clé : Le chloroplaste transforme l'énergie lumineuse en énergie chimique stockable.

Les Réactifs : Lumière + Eau + ADP + NADP.

Condition : La production d'ATP et de $NADPH_2$ est un prérequis indispensable aux réactions d'assimilation du CO_2 (réactions sombres).

Mécanisme 1 : Photophosphorylation Non Cyclique

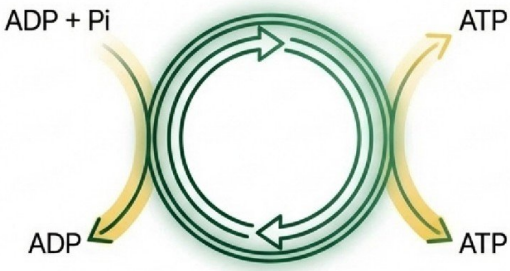
$$2ADP + 2Pi + 2NADP + 2H_2O \rightarrow 2NADPH_2 + O_2 + 2ATP$$

Donneur d'électrons — Accepteur d'électrons — Donneur d'électrons — Produits énergétiques

Explication du processus :
L'eau est scindée pour fournir des électrons. Ce transfert d'électrons est couplé à la production d'énergie (ATP) et d'un pouvoir réducteur ($NADPH_2$).

Synonyme :
Photoréduction phosphorylante.

Mécanisme 2 : Photophosphorylation Cyclique

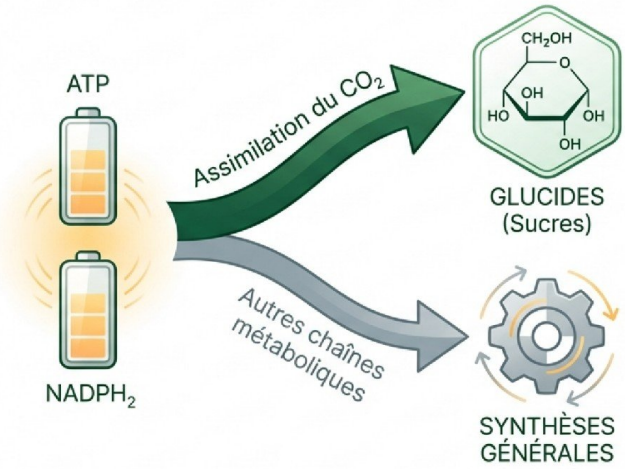


$$nADP + nPi \rightarrow nATP$$

Différences Clés :
1. Pas de formation de réducteur ($NADPH_2$).
2. Pas de libération d'oxygène.
3. L'ATP est le **seul produit** de cette réaction.

C'est un processus alternatif qui permet de générer de l'énergie supplémentaire sans consommer d'eau.

Utilisation de l'Énergie Produite



Rôle Principal : L'énergie chimique produite sert majoritairement à transformer le CO_2 en glucides.

Perspective Élargie : La photosynthèse ne sert pas uniquement à faire du sucre. Elle doit être vue comme une **source générale d'ATP et de $NADPH_2$** pour la cellule, disponible pour diverses constructions moléculaires.

L'essentiel à retenir



STRUCTURE

Organite à double membrane. Contient un stroma et des thylakoïdes (siège de la chlorophylle) empilés en granums.



DIVERSITÉ

Forme ovoïde chez les plantes supérieures. Formes étoilées ou spiralées chez les algues. Distinction entre chloroplastes, chromoplastes et leucoplastes.



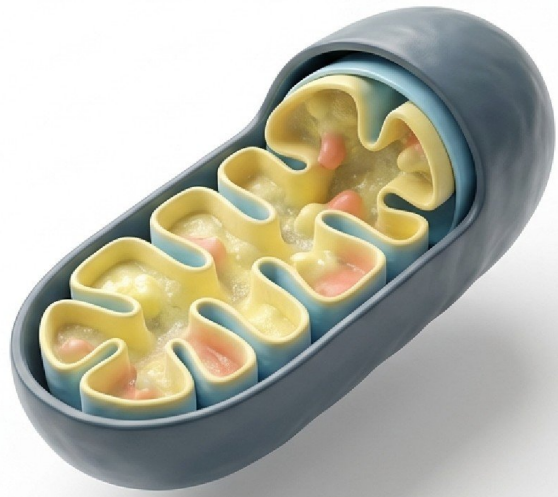
FONCTION

Conversion d'énergie lumineuse en énergie chimique.

- Voie Non Cyclique : ATP + $NADPH_2$ + O_2.
- Voie Cyclique : ATP uniquement.

Chapitre 8 : Mitochondrie et Production d'Énergie

Structure, Fonctionnement, Vieillissement et Pathologies



L'ESSENTIEL À RETENIR

- Les mitochondries sont les centrales énergétiques de la cellule.
- Elles convertissent l'énergie chimique des nutriments en ATP.

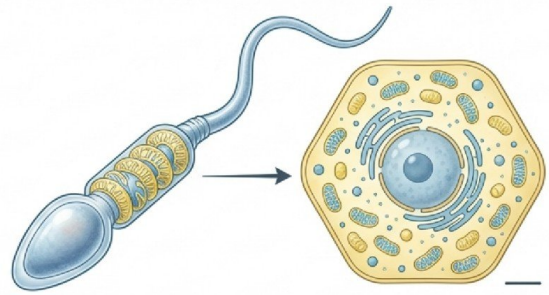
Le Chondriome : Un Système Dynamique

Définition : L'ensemble des mitochondries d'une cellule (le chondriome) représente 15 à 20% du volume cellulaire.

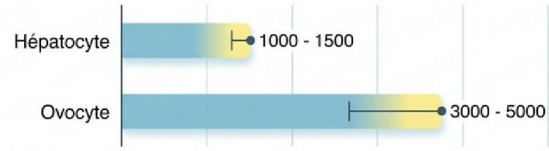
Adaptabilité : C'est un ensemble dynamique capable de se déformer, se déplacer, fusionner et se diviser (fission binaire).

Distribution Stratégique : Elles se localisent près des zones de forte consommation d'ATP (ex :flagelles des spermatozoïdes, myofilaments musculaires).

Renouvellement : Demi-vie de 6 à 10 jours. Détruites par autophagie.



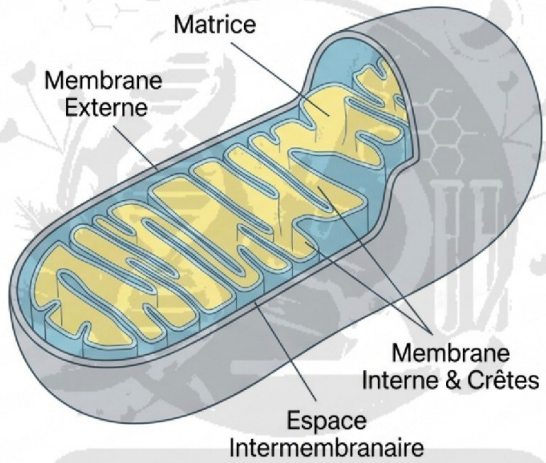
Nombre de Mitochondries par Cellule



L'ESSENTIEL À RETENIR Le nombre de mitochondries s'adapte aux besoins énergétiques de la cellule. Elles se déplacent via le cytosquelette (microtubules).

Architecture Générale et Compartimentation

- **Morphologie :** Cylindre rigide et allongé (0,5 à 1 µm de diamètre).
- **La Double Membrane :** Deux membranes délimitent deux compartiments distincts, chacun ayant un rôle biochimique unique.



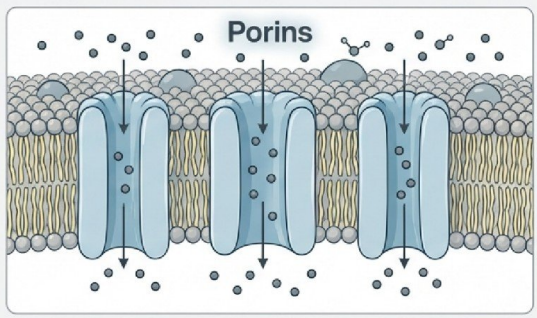
L'ESSENTIEL À RETENIR

- La mitochondrie possède deux membranes hautement spécialisées.
- La compartimentation est stricte : chaque zone contient des protéines spécifiques.

BIO-LOGIQUE+

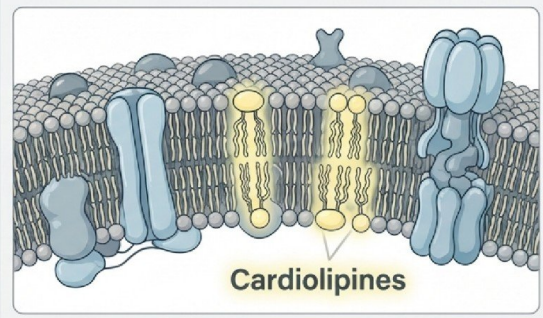
Focus sur les Membranes Mitochondriales

Membrane Externe



- Composition voisine de la membrane plasmique.
- **Très perméable** aux ions et petites molécules grâce aux **porines**.

Membrane Interne



- **Imperméable** (notamment aux protons H+).
- Riche en **Cardiolipines** (20%) pour l'étanchéité.
- Repliée **en Crêtes** pour augmenter la surface.
- Contient les transporteurs d'électrons et l'ATP synthase.

L'ESSENTIEL À RETENIR
La membrane externe est un filtre grossier (porines), tandis que la membrane interne est une barrière étanche essentielle au gradient électrochimique.

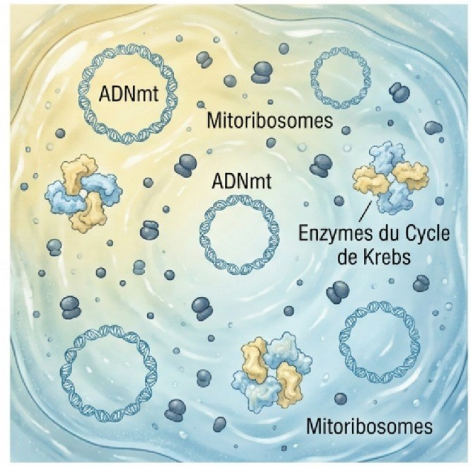
La Matrice : Le Cœur Biochimique

Nature : Gel dense avec une composition chimique très sélective.

Contenu Enzymatique : Siège de la β-oxydation des acides gras et du Cycle de Krebs.

Matériel Génétique : Contient l'ADN mitochondrial (circulaire, sans histones, 5-10 copies) et les mitoribosomes.

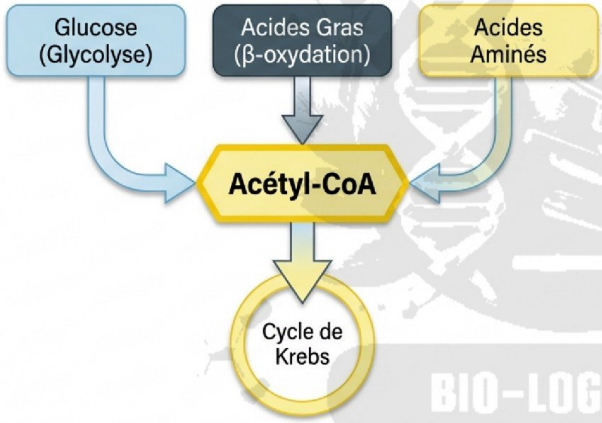
Ions : Stockage de Calcium et Magnésium.



L'ESSENTIEL À RETENIR

- La matrice est le lieu de l'oxydation des métabolites.
- La mitochondrie possède son propre appareil génétique (semi-autonomie).

La Respiration Cellulaire (Vue d'Ensemble)



Objectif : Oxydation totale des composés organiques pour récupérer l'énergie de liaison.

Le Rôle de l'Oxygène : L'O2 inspiré sert uniquement à accepter les électrons en fin de chaîne.

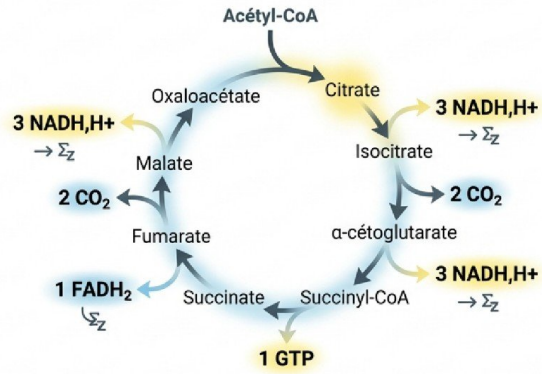
Point de Convergence : Tous les substrats (Pyruvate, Acides Gras) sont transformés en **Acétyl-CoA** dans la matrice.

BIO-LOGIQUE+

L'ESSENTIEL À RETENIR

Objectif : Récupérer l'énergie potentielle.
L'Acétyl-CoA est le carrefour central de tous les métabolismes énergétiques.

Le Cycle de Krebs (Matrice)



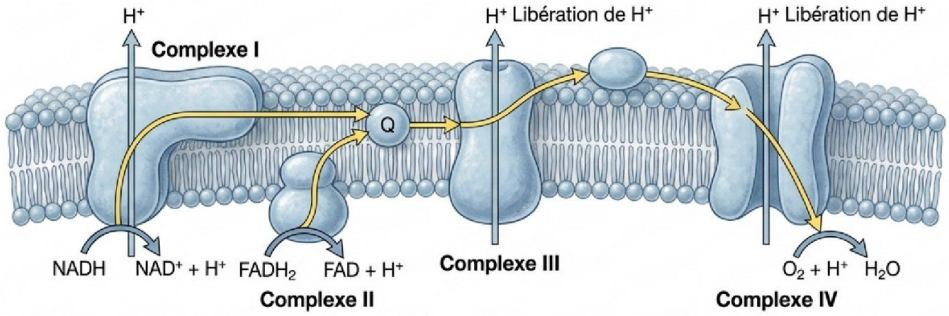
Fonction : Succession de 8 réactions aérobies (oxydation de l'Acétyl-CoA).
Nature Amphibolique :
- *Catabolisme* : Dégradation énergétique.
- *Anabolisme* : Fournit des précurseurs (ex: biosynthèses).

Le Bilan (par tour) : Extraction d'électrons vers les coenzymes.

L'ESSENTIEL À RETENIR

- Le cycle 'arrache' des électrons aux substrats pour charger les coenzymes (NADH, FADH2).
- Ces transporteurs alimenteront la chaîne respiratoire.

La Chaîne Respiratatoire (Membrane Interne)



Le Principe : Transfert d'électrons de transporteur en transporteur jusqu'au dioxygène (O2).
Les Acteurs :

- *Complexe I :* Oxyde le NADH.
- *Complexe II :* Oxyde le FADH2.
- *Complexes III & IV :* Relais final.

Accepteur Final : L'Oxygène (O2) est réduit en Eau (H2O).

L'ESSENTIEL À RETENIR
La chaîne régénère les coenzymes (NAD+, FAD). Le flux d'électrons libère de l'énergie pour pomper des protons.

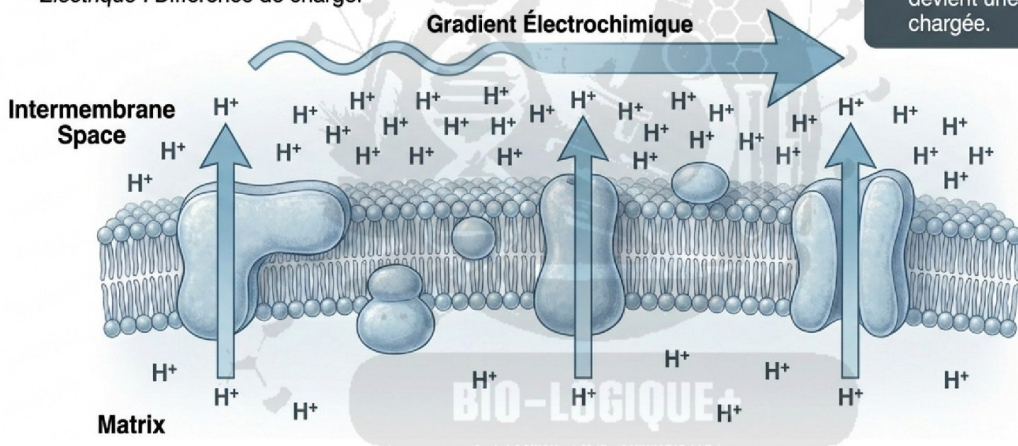
La Force Protomotrice (Le Gradient)

La Pompe à Protons : L'énergie des électrons est utilisée pour expulser des protons (H+) vers l'espace intermembranaire.
Le Résultat : Création d'une différence de potentiel (Force proton-motrice).

- *Chimique :* Différence de pH.
- *Électrique :* Différence de charge.

L'ESSENTIEL À RETENIR

- L'énergie chimique est convertie en énergie potentielle (gradient de protons).
- La membrane interne devient une "batterie" chargée.



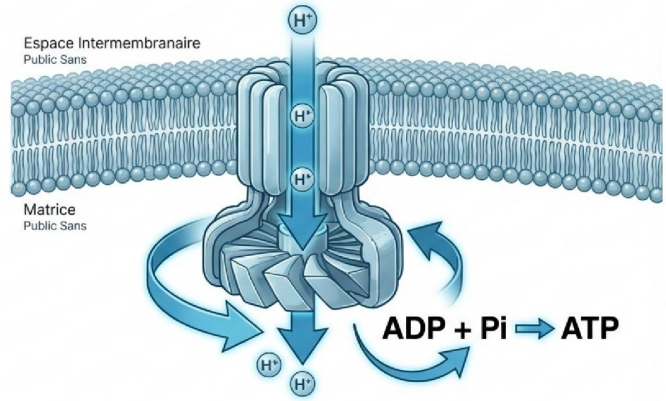
Phosphorylation Oxydative : Synthèse d'ATP

L'Outil : ATP Synthase (Complexe V).
Une turbine moléculaire.

Le Mécanisme :

1. Les protons H+ reviennent passivement dans la matrice.
2. Ce flux provoque une **rotation mécanique** du complexe.
3. L'énergie mécanique force la synthèse d'ATP.

Transformation : Électrochimique ⟶ Mécanique ⟶ Chimique.



L'ESSENTIEL À RETENIR
Les protons retournent à la matrice en faisant tourner l'ATP Synthase.
C'est la production majeure d'énergie de la cellule.

Bilan Énergétique Global

RENDEMENTS DE LA PHOSPHORYLATION OXYDATIVE

1 NADH,H+ oxydé	**2,5 ATP**
1 FADH2 oxydé	**1,5 ATP**

TOTAL POUR 1 MOLÉCULE DE GLUCOSE (OXYDATION COMPLÈTE)

Glycolyse :	**2 ATP**
Cycle de Krebs :	**2 ATP**
Phosphorylation Oxydative :	**~32-34 ATP**

TOTAL GÉNÉRAL : 36 à 38 ATP

L'ESSENTIEL À RETENIR

- Sans mitochondrie (anaérobie) : 2 ATP.
- Avec mitochondrie (aérobie) : ~36 ATP.
- Le rendement est maximisé grâce à l'oxygène.

Au-delà de l'ATP : Génome et Synthèse

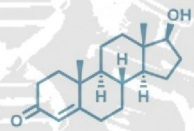
Génome Mitochondrial



1% de l'ADN cellulaire. Code 13 protéines.

Vulnérabilité : Pas d'histones, pas de réparation = Taux de mutation élevé.

Synthèse Stéroïdienne



Conversion du cholestérol en prégnénolone.

Étape clé pour la synthèse des hormones sexuelles.

Thermogenèse



Découplage de la chaîne respiratoire.

Production de chaleur au lieu d'ATP pour maintenir la température corporelle (37°C).

BIO-LOGIQUE+

L'ESSENTIEL À RETENIR

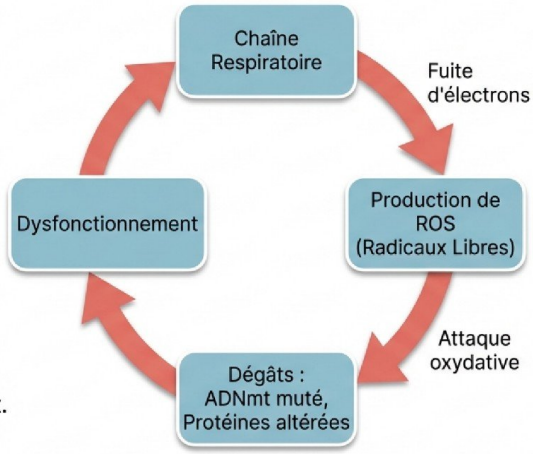
La mitochondrie possède une autonomie génétique partielle et joue un rôle clé dans la thermorégulation et les hormones.

Mitochondries et Vieillissement Cellulaire

Le Paradoxe de l'Oxygène :
2 à 4% de l'O2 est mal réduit, créant des **ROS** (déchets toxiques).

Les Dégâts (Stress Oxydatif) :
- Peroxydation des lipides (rigidification).
- Mutation de l'ADNmt (très sensible).

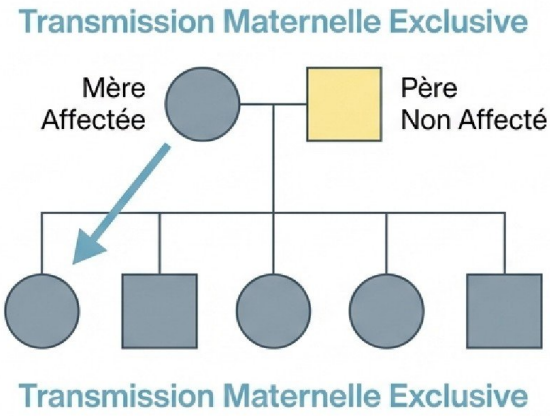
Le Cercle Vicieux :
Moins d'énergie + Plus de ROS = Accélération du vieillissement.



L'ESSENTIEL À RETENIR

- La respiration produit des déchets toxiques (ROS).
- L'accumulation de dégâts mitochondriaux est une cause majeure du vieillissement.

Pathologies Mitochondriales



Caractéristiques : Maladies évolutives liées à l'accumulation de mutations.

Cibles Principales : Tissus à forte demande énergétique (Cerveau, Cœur, Muscles).

Exemples Cliniques :

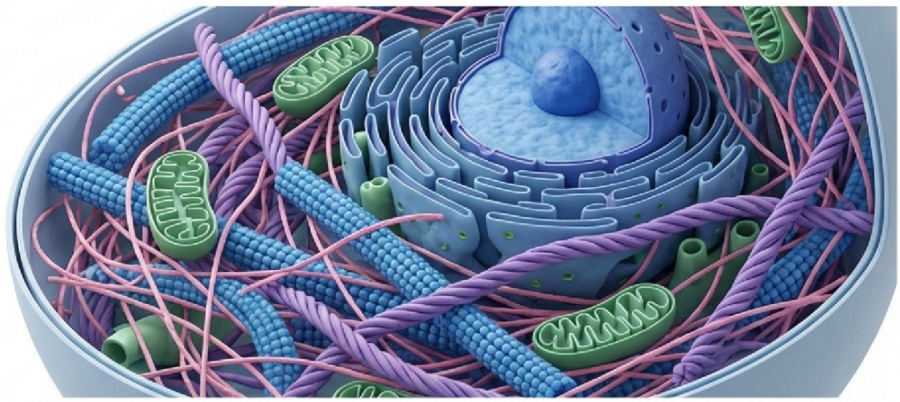
- **Maladie de Leber :** Cécité (nerf optique).
- **Parkinson :** Dégénérescence neuronale.
- **Alzheimer :** Déficits cognitifs et métaboliques.

L'ESSENTIEL À RETENIR

Les pathologies mitochondriales sont transmises par la mère et affectent principalement le système nerveux et musculaire.

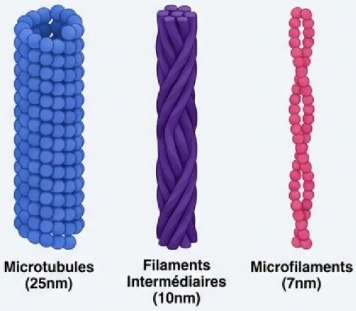
Le Cytosquelette

L’architecture dynamique et le moteur de la cellule (Chapitre 10)



L’essentiel à retenir
Le cytosquelette est un réseau tridimensionnel complexe et plastique, essentiel à la vie cellulaire, assurant à la fois la structure et la motilité.

Introduction : Un réseau dynamique et complexe



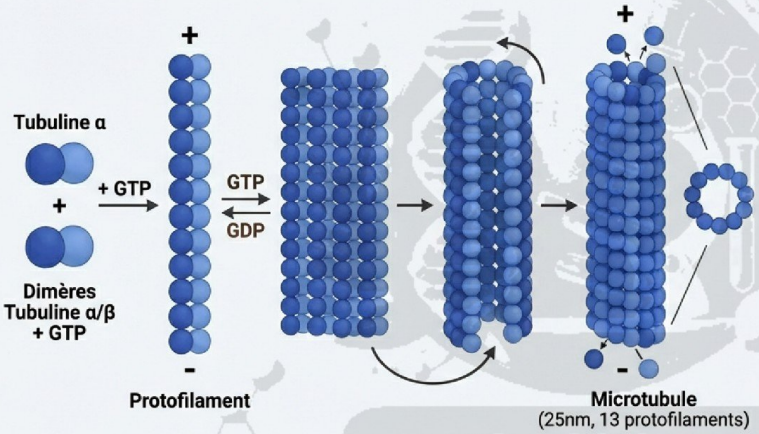
Définition : Réseau de fibres intracellulaires existant sous forme monomérique (soluble) ou polymérique (insoluble).

3 Rôles Majeurs : Maintien de la forme, Mouvements, Défense mécanique.

Plasticité : Adaptation permanente à l'environnement.

L'essentiel à retenir
Le cytosquelette existe sous forme monomérique (soluble) ou polymérique (insoluble). Il consomme de l'énergie pour le mouvement.

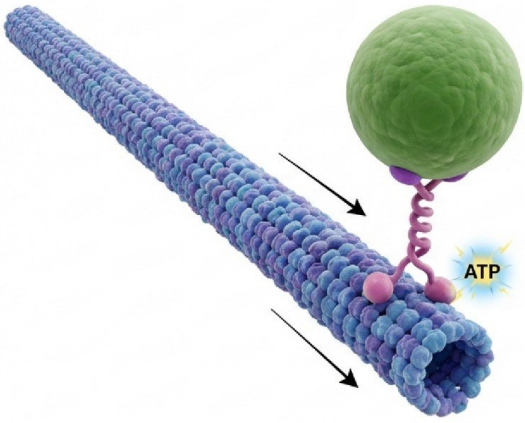
1. Les Microtubules : Les 'poutres' et 'rails' de la cellule



- **Composition** : Tubuline α et β (hétérodimères).
- **Structure** : Tube creux, polarisé (+ et -).
- **Dynamique** : Instables, polymérisation GTP-dépendante. Stabilisés par les MAPs (Microtubule Associated Proteins).

L'essentiel à retenir
Tubes creux polaires et instables. L'assemblage dépend de l'hydrolyse du GTP.

Le Transport Intracellulaire : Le trafic des organites



Protéines motrices : Kinésine (vers +) et Dynéine (vers -).

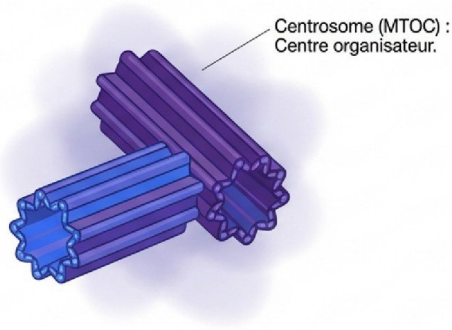
Mécanisme : Marche par changement de conformation cyclique via hydrolyse d'ATP.

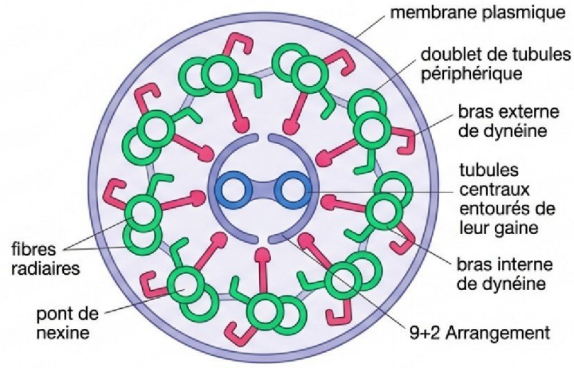
Fonction : Déplacement des vésicules, organites et chromosomes sur les 'rails'.

L'essentiel à retenir

Kinésine & Dynéine sont les moteurs qui tractent les organites sur les rails de microtubules (ATP requis).

Structures Stables : Centrosomes, Cils et Flagelles





Centrosome : Nucléation et ancrage des microtubules.

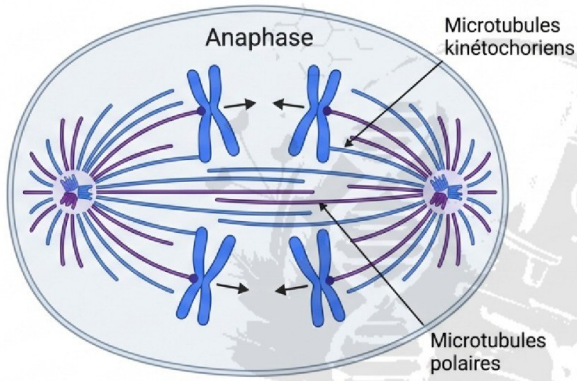
Cils & Flagelles (Axonème) : Structure 9+2. Mouvement par glissement des doublets (action de la Dynéine).

L'essentiel à retenir

Le centrosome organise la division.
L'axonème (9+2) permet le mouvement des cils et flagelles.

Scientific Editorial

Les Microtubules : Le fuseau mitotique



- Formation du fuseau : Bipolaire et symétrique.
- Capture : Via les kinétochores sur les chromosomes.
- Mouvement : Ascension polaire des chromatides par dépolymérisation.

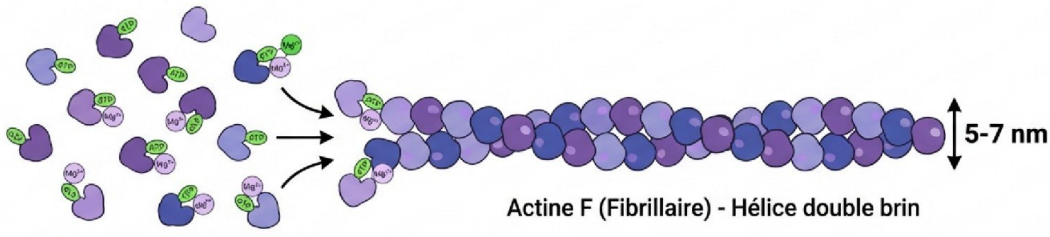
L'essentiel à retenir

Les microtubules forment le fuseau de division indispensable à la ségrégation des chromosomes.

Scientific Editorial

BIO-LOGIQUE+

2. Les Microfilaments : L'architecture fine



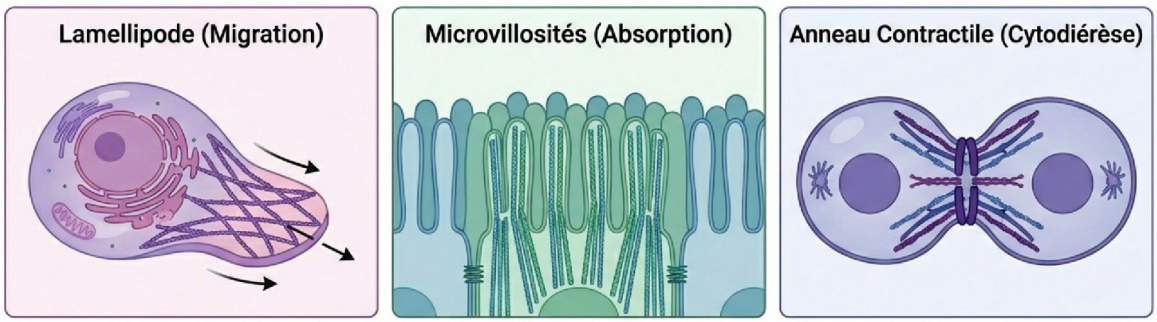
Composition : Actine G polymérisée en Actine F.
Énergie : Nécessite ATP et Mg2+.
Organisation : En faisceaux ou réseaux (cortex cellulaire) sous la membrane.

L'essentiel à retenir

Filaments fins d'actine, instables, polaires, liés à l'ATP. Situés souvent sous la membrane (cortex).

Scientific Editorial

Fonctions de l'Actine : Mouvement et déformation



Migration : Poussée membranaire par polymérisation d'actine.

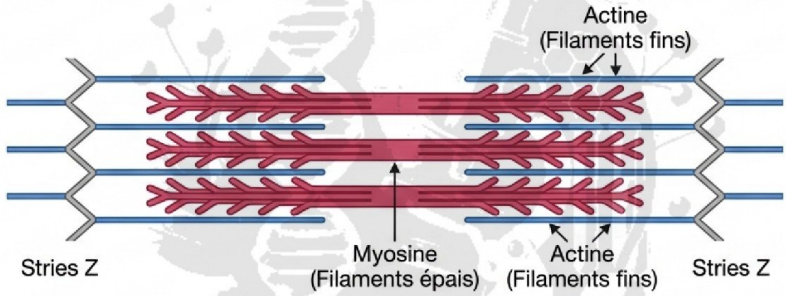
Absorption : Armature stable des microvillosités.

Division : Étranglement final pour séparer les cellules filles.

L'essentiel à retenir
Responsables des changements de forme de la cellule (pseudopodes, division, microvillosités).

Scientific Editorial

Focus : L'unité contractile (Les Sarcomère)



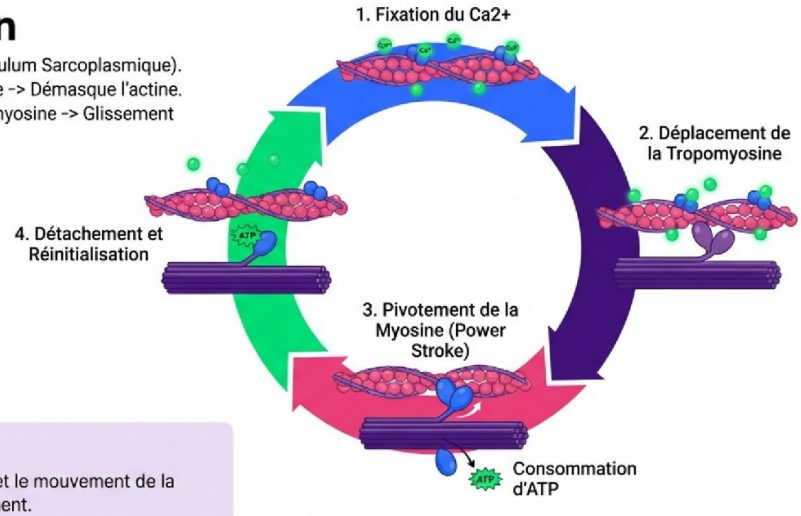
Organisation : Sarcomères délimités par les stries Z.
Acteurs : Actine (fine) + Tropomyosine/Troponine vs Myosine (épaisse).
Myosine : Moteur moléculaire en forme de 'canne de hockey' (ATPase).

BIO-LOGIQUE+

L'essentiel à retenir
Le muscle strié est organisé en sarcomères, unités répétitives d'actine et de myosine.

Mécanisme Moléculaire de la Contraction

Déclencheur : Libération de Ca2+ (Réticulum Sarcoplasmique).
Action du Ca2+ : Se fixe sur la Troponine -> Démasque l'actine.
Contraction : Pivotement des têtes de myosine -> Glissement des filaments.

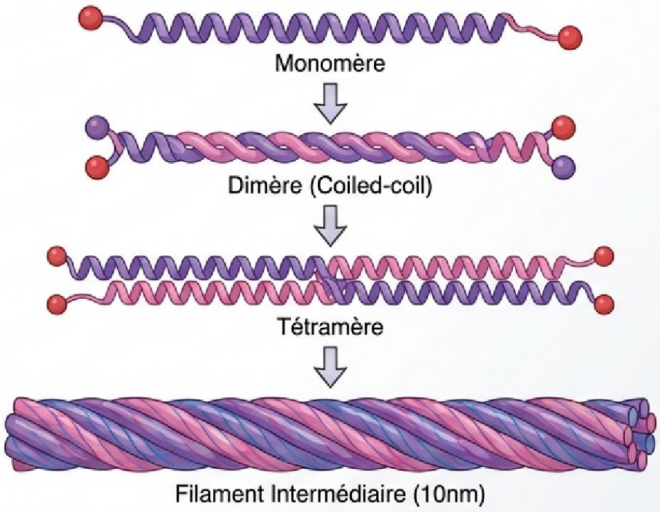


L'essentiel à retenir
Ca2+ déverrouille l'actine. L'ATP permet le mouvement de la myosine. Glissement = Raccourcissement.

Scientific Editorial

3. Les Filaments Intermédiaires : La charpente de résistance

3. Les Filaments Intermédiaires : La charpente de résistance



Structure : Fibreuse, très stable, non-polaire.

Rôle : Résistance mécanique, cohésion tissulaire (Desmosomes).

Particularité : Pas de moteurs moléculaires associés.

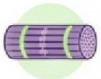
L'essentiel à retenir
Les plus stables et solides. Assurent la résistance mécanique aux forces d'étirement.

Scientific Editorial

Diversité des Filaments Intermédiaires : Une spécificité tissulaire


Épithéliums -> **Kératine** (Ongles, cheveux, peau).


Tissu Conjonctif -> **Vimentine**.


Muscles -> **Desmine** (Stries Z).

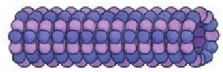

Neurones -> **Neurofilaments**.


Noyau -> **Lamine** (Nucléosquelette).

L'essentiel à retenir
La nature de la protéine change selon le tissu (ex: Kératine pour la peau, Neurofilaments pour les neurones).

Scientific Editorial

Résumé Comparatif

	Microtubules	Microfilaments	Filaments Intermédiaires
Diamètre/ Structure	25nm - Tube creux 	7nm - Hélice double 	10nm – Câble fibreux 
Protéine	Tubuline (**GTP**)	Actine (**ATP**)	Diverses (**Kératine**, etc.)
Fonction Principale	**Transport** (rails), **Division**	**Contraction, Forme**	**Résistance mécanique**
Moteurs	**Kinésine, Dynéine**	**Myosine**	**Aucun**

L'essentiel à retenir

Trois réseaux interconnectés aux propriétés complémentaires : Transport (MT), Mouvement (MF), Résistance (IF).