COURS DE
BIOLOGIE

CONFORME
AU PROGRAMME
NATIONAL

1ère Année

EDITION 2025

Option humanités
SCIENTIFIQUES

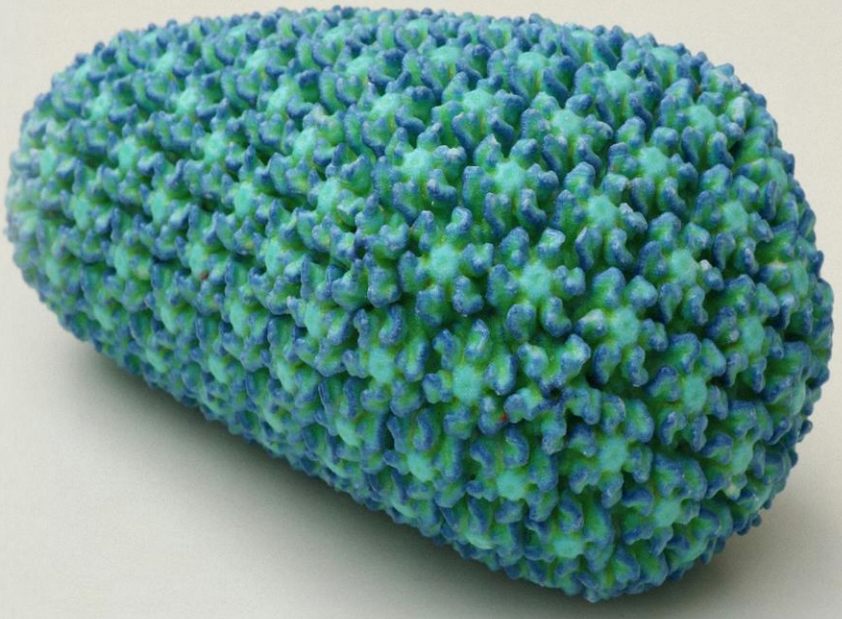




TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Préface et Note aux Enseignants 1

- 0.1.1. Postulat Pédagogique et Rigueur Scientifique 1
- 0.1.2. Fonction des Mises en Situation et Évaluation 1

0.2. Objectifs Généraux du Cours 1

- 0.2.1. Maîtrise du socle conceptuel 1
- 0.2.2. Développement du raisonnement scientifique 2
- 0.2.3. Capacité d'intégration et d'application 2

0.3. Profil de Sortie de l'Élève 2

- 0.3.1. Maîtrise des Fondamentaux Conceptuels 2
- 0.3.2. Développement du Raisonnement Scientifique 2
- 0.3.3. Acquisition de Compétences Pratiques et Méthodologiques 3

0.4. Méthodologie et Évaluation 3

- 0.4.1. Approche Pédagogique Fondamentale 3
- 0.4.2. Modalités d'Évaluation 3

PARTIE 1. ORGANISATION CELLULAIRE ET UNITÉ DU VIVANT **4**

a. De l'échelle visible à l'unité fondamentale 4

b. La théorie cellulaire : un principe universel 4

c. La dualité du monde cellulaire : Procaryotes et Eucaryotes 4

d. La logique fonctionnelle : la cellule, une usine vivante 4

CHAPITRE 1. LA CELLULE, UNITÉ FONDAMENTALE DE LA VIE **5**

1.1. Historique, Théorie Cellulaire et Techniques d'Étude 5

- a. Les origines de l'infiniment petit 5
- A. La Naissance d'une Théorie 5
- B. Les Trois Piliers de la Théorie Cellulaire 5
- C. Voir l'Invisible : Le Microscope 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (6938-0926-6144) **8**

Comparaison schématique des microscopes optique et électronique pour l'étude 8

- Une question de taille à Matadi 8

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1.2. Organisation Générale des Cellules Procaryotes et Eucaryotes.....10
- a. Le paradoxe de l'ancêtre.....10
- A. Les Procaryotes : La simplicité efficace.....10

FIGURE 2 : RÉF. IMG (5399-5257-3076).....13

Schéma simplifié d'une cellule procaryote type, une bactérie.....13
- B. Les Eucaryotes : La complexité compartimentée.....13

FIGURE 3 : RÉF. IMG (4984-8160-9572).....15

Schéma d'une cellule eucaryote animale avec ses principaux organites.....15
- C. Tableau comparatif synthétique.....15
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....15

1.3. Comparaison Structurale des Cellules Animale et Végétale.....17
- a. Une observation historique.....17
- b. Deux modes de vie, deux architectures.....17
- A. Le Socle Commun Eucaryote.....17
- B. Les Bastions de la Cellule Végétale.....17

FIGURE 4 : RÉF. IMG (1435-7605-3422).....20

Schéma détaillé d'une cellule végétale eucaryote et de ses organites distinct.....20
- C. Les Atouts de la Cellule Animale.....20

FIGURE 5 : RÉF. IMG (7384-3765-4981).....22

Schéma détaillé d'une cellule animale eucaryote et de ses organites typiques.....22
- Scénarios et Exercices.....22
- L'intuition du cultivateur de Kikwit.....22

CHAPITRE 2. ULTRASTRUCTURE ET PHYSIOLOGIE CELLULAIRE.....25

2.1. Membrane Plasmique, Système Membranaire et Échanges.....25
- a. La frontière sélective.....25
- A. La Mosaïque Fluide : Une Frontière Vivante.....25

FIGURE 6 : RÉF. IMG (3099-8929-1016).....27

Schéma détaillé de la membrane plasmique modèle mosaïque fluide.....27
- B. Les Échanges Transmembranaires : Le Grand Péage Cellulaire.....27

FIGURE 7 : RÉF. IMG (7440-7338-5437).....30

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Comparaison des mécanismes de transport passif et de transport actif.....30
- Scénarios et Exercices.....30

2.2. Le Cytoplasme : Organites du Métabolisme et de la Synthèse.....32
- a. L'usine cellulaire : un chaos organisé.....32
- A. Les centrales énergétiques : les mitochondries.....32
- B. Les chaînes de montage : ribosomes et réticulum endoplasmique.....33
- C. Le centre de tri et d'expédition : l'appareil de Golgi.....33

2.3. Le Noyau et l'Information Génétique.....35
- a. Le coffre-fort de la vie.....35
- A. Structure et composants du noyau.....35

FIGURE 8 : RÉF. IMG (5486-5947-9603).....38

Schéma détaillé de l'ultrastructure du noyau cellulaire et ses composants.....38
- B. L'Information Génétique : ADN et Chromatine.....38

FIGURE 9 : RÉF. IMG (2617-3189-1514).....41

Les différents niveaux de condensation de l'ADN en chromosome mitotique.....41
- Scénarios et Exercices.....41
- Une leçon de manioc dans le Bandundu.....41

CHAPITRE 3. LA DIVISION CELLULAIRE ET LA CONTINUITÉ DE LA VIE.....44

3.1. Le Cycle Cellulaire.....44
- a. Le paradoxe de la croissance.....44
- A. L'Interphase : La Phase de Préparation.....44

FIGURE 10 : RÉF. IMG (4818-3509-5490).....46

Schéma simplifié du cycle cellulaire et de ses quatre phases.....46
- B. La Phase M : La Division Visible.....46

FIGURE 11 : RÉF. IMG (7973-5655-2370).....49

Les deux cellules-filles génétiquement identiques après la division cellulaire.....49
- L'anecdote de la bouture de manioc.....49

3.2. La Mitose et l'Amitose : Divisions Somatiques.....51
- a. Le paradoxe de la continuité.....51
- A. La Mitose : La copie conforme.....51

FIGURE 12 : RÉF. IMG (2247-9858-2539).....54

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma simplifié des quatre phases principales de la mitose....54
- B. L'Amitose : La division directe....54

3.3. Introduction à la Méiose et à la Gamétogenèse....57
- a. L'énigme de la ressemblance....57
- A. La Méiose, une division "réductionnelle"....57
- B. La Gamétogenèse, la fabrication des gamètes....58

CHAPITRE 4. DIVERSITÉ ET CLASSIFICATION DU VIVANT....62

4.1. Principes de la Taxonomie et Nomenclature Binominale....62
- a. Le besoin universel de nommer....62
- A. La Taxonomie : L'art de ranger le vivant....62
- B. La Nomenclature Binominale : Un nom et un prénom pour chaque espèce....63
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....63

4.2. Le Monde des Micro-organismes : Procaryotes, Protistes et Fungi....65
- a. Le monde invisible révélé....65
- A. Les Procaryotes : Les Architectes Invisibles....65

FIGURE 13 : RÉF. IMG (2414-9789-3417)....67

Comparaison schématique de cellules procaryote, protiste et champignon unicel....67
- B. Les Protistes : Le Tiroir Hétéroclite du Vivant....67
- C. Les Fungi (Champignons) : Plus qu'un Parasol dans la Forêt....68

FIGURE 14 : RÉF. IMG (6448-0732-0324)....70

Le cycle de vie du Plasmodium, un protiste parasite du sang....70
- b. Scénarios et Exercices....70

4.3. Vue d'Ensemble des Règnes Végétal et Animal....72
- a. Les frontières du visible et de l'invisible....72
- A. Le Règne Végétal (Plantae) : Les producteurs autotrophes....72

FIGURE 15 : RÉF. IMG (7461-6355-1261)....75

Diagramme simplifié de l'évolution et de la diversité du règne végétal....75
- B. Le Règne Animal (Animalia) : Les consommateurs hétérotrophes....75

FIGURE 16 : RÉF. IMG (1312-1821-7859)....77

Illustration de la diversité des plans d'organisation du règne animal....77
- C. Tableau Synthétique des Différences....77

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PARTIE 2. PERPÉTUATION DE LA VIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE.....80

a. Le cycle immuable de la vie.....80

b. Deux stratégies pour une même mission.....80

c. Une machine biologique à l'œuvre.....80

d. L'art de l'équilibre interne.....80

CHAPITRE 5. ANATOMIE DE LA REPRODUCTION HUMAINE.....81

5.1. Anatomie Comparée des Appareils Génitaux Masculin et Féminin.....81

- a. L'observation de l'éleveur.....81
- A. Une origine embryonnaire commune : les structures homologues.....81

FIGURE 17 : RÉF. IMG (0732-8603-3391).....83

Schéma simplifié de l'appareil reproducteur masculin en coupe sagittale.....83

- B. Spécialisation et fonctions distinctes.....83

FIGURE 18 : RÉF. IMG (4411-4997-7710).....86

Anatomie de l'appareil reproducteur féminin en coupe frontale et sagittale.....86

- Scénarios et Exercices.....86
- Une histoire de voitures à Lubumbashi.....86

5.2. Hygiène des Organes Reproducteurs.....88

- a. Le respect du corps comme premier savoir.....88
- A. Principes de l'hygiène masculine.....88

FIGURE 19 : RÉF. IMG (5593-2246-5429).....91

Agents pathogènes menaçant l'hygiène intime : bactéries et champignons micros.....91

- B. Principes de l'hygiène féminine.....91

FIGURE 20 : RÉF. IMG (3168-9601-8034).....94

Comparaison schématique des gestes d'hygiène intime corrects et incorrects.....94

- Scénarios et Exercices.....94
- a. L'anecdote de Maman Hélène à Bandundu.....94

CHAPITRE 6. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION.....97

6.1. La Puberté et les Caractères Sexuels Secondaires.....97

- a. Un siècle de science hormonale.....97
- A. Le Signal de Départ : l'Axe Hypothalamo-Hypophysaire.....97

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Les Bâtisseurs : Hormones Sexuelles et Gonades.....97

FIGURE 21 : RÉF. IMG (9495-7427-7597).....100

Évolution des caractères sexuels secondaires masculins durant la puberté.....100

- C. Les Signes Extérieurs : Caractères Sexuels Secondaires.....100

FIGURE 22 : RÉF. IMG (0362-0355-5096).....102

Développement des caractères sexuels secondaires féminins et cycle ovarien.....102

- Scénarios et Exercices.....102

6.2. Régulation Hormonale des Fonctions Reproductrices.....104

- a. De l'observation ancienne à la science moderne.....104
- A. L'axe Hypothalamo-Hypophysaire : Le Centre de Commande.....104

FIGURE 23 : RÉF. IMG (1124-9672-7239).....106

Schéma simplifié de l'axe hypothalamo-hypophysaire régulant les fonctions rep.....106

- B. La Régulation chez l'Homme : Une Production Continue.....106
- C. La Régulation chez la Femme : Un Système Cyclique.....107

FIGURE 24 : RÉF. IMG (1621-3300-5297).....109

Vue schématique des fluctuations hormonales durant le cycle menstruel féminin.....109

- Scénarios et Exercices.....109
- Une histoire de bouc à Lisala.....109

6.3. Fécondation, Grossesse et Maîtrise de la Fertilité.....111

- a. Le mystère de la germination.....111
- A. La Fécondation : Fusion Cellulaire.....111

FIGURE 25 : RÉF. IMG (6706-8871-7087).....114

Schéma du processus de fécondation depuis l'ovulation jusqu'au zygote.....114

- B. La Nidation et le Début de la Grossesse.....114

FIGURE 26 : RÉF. IMG (6986-7448-3670).....117

Schéma de l'implantation du blastocyste dans la paroi utérine (endomètre).....117

- C. Principes de la Maîtrise de la Fertilité.....117
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....118

CHAPITRE 7. GAMÉTOGENÈSE ET HÉRÉDITÉ ÉLÉMENTAIRE.....120

7.1. La Gamétogenèse : Spermatogenèse et Ovogenèse.....120

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Introduction : la lignée immortelle....120
- A. La spermatogenèse : une production massive et continue....120
- B. L'ovogenèse : un cycle long et discontinu....121

7.2. Déterminisme Chromosomique du Sexe....123
- a. L'énigme de la descendance....123
- A. Les Chromosomes Humains : Autosomes et Gonosomes....123
- B. Le Mécanisme de Détermination (Système XY)....124

FIGURE 27 : RÉF. IMG (7095-2371-2778)....126

Caryotype humain et échiquier de Punnett pour la détermination du sexe....126
- Scénarios et Exercices....126
- Une question de science, pas de volonté....126

7.3. Notions Fondamentales de l'Hérédité....128
- a. Le paradoxe de la ressemblance....128
- A. Vocabulaire de base : Gène, Allèle et Locus....128
- B. Génotype et Phénotype : L'écrit et le visible....129
- C. Homozygote, Hétérozygote et la loi de la dominance....129

FIGURE 28 : RÉF. IMG (8330-6834-4561)....131

Interaction des allèles pour un caractère monogénique....131
- Anecdote : Le génie patient du jardin....131

CHAPITRE 8. SANTÉ SEXUELLE ET REPRODUCTIVE....133

8.1. Les Risques Infectieux : IST et VIH/SIDA....133
- a. Une réalité biologique incontournable....133
- A. Définition et Classification des IST....133

FIGURE 29 : RÉF. IMG (9432-8834-8594)....135

Comparaison structurelle d'un virus (VIH) et d'une bactérie (gonocoque)....135
- B. Le Virus de l'Immunodéficience Humaine (VIH) et le SIDA....135

8.2. Enjeux Sanitaires et Sociaux : Grossesses Précoces et Violences Basées s....138
- a. Le paradoxe de la maturité....138
- A. La Grossesse Précoce : Un Risque Biologique et Social....138
- B. Les Violences Basées sur le Genre (VBG) : Une Question de Santé Publique....139
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....140

PARTIE 3. ÉCOLOGIE FONDAMENTALE ET MICROBIOLOGIE....143

a. L'écologie, science des interactions.....143
b. Des populations aux écosystèmes.....143
c. La microbiologie, l'étude de l'infiniment petit.....143
d. Des microbes au cœur des cycles écologiques.....143

CHAPITRE 9. BASES DE L'ÉCOLOGIE.....144

9.1. Concepts Clés et Notion d'Écosystème.....144
- a. Une science des relations.....144
- A. Les deux composantes fondamentales : Biotope et Biocénose.....144
- B. L'Écosystème : La fusion du vivant et du non-vivant.....144

FIGURE 30 : RÉF. IMG (0731-6464-2433).....147

Schéma de l'organisation d'un écosystème avec ses composantes fondamentales.....147
- Anecdote : La sagesse du vieux pêcheur de Boyoma.....147

9.2. Les Facteurs du Milieu : Facteurs Abiotiques et Biotiques.....149
- a. Introduction.....149
- A. Les Facteurs Abiotiques : Le Cadre Non-Vivant.....149

FIGURE 31 : RÉF. IMG (5428-6791-9566).....152

Influence de la lumière sur la répartition des algues en milieu aquatique.....152
- B. Les Facteurs Biotiques : Les Interactions du Vivant.....152

9.3. Les Interactions entre Êtres Vivants.....154
- a. Le vivant, un réseau complexe.....154
- A. Les Interactions Négatives : Compétition et Prédation.....155
- B. Les Interactions Positives ou Neutres.....155

FIGURE 32 : RÉF. IMG (4648-8795-6951).....157

Schéma des principales interactions biologiques entre deux espèces.....157
- C. Le Parasitisme : Une Vie aux Dépens de l'Autre.....157

CHAPITRE 10. FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES.....160

10.1. Flux de Matière et d'Énergie : Chaînes et Réseaux Trophiques.....160
- a. Le paradoxe du lion.....160
- A. La chaîne trophique : une route à sens unique.....160

FIGURE 33 : RÉF. IMG (4073-6267-3301).....162

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma simplifié d'une chaîne trophique terrestre dans la savane congolaise.....162
- B. Le réseau trophique : la complexité du réel.....162

FIGURE 34 : RÉF. IMG (5872-8084-7111).....164

Représentation d'un réseau trophique aquatique du fleuve Congo.....164
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....164

10.2. Les Grands Écosystèmes de la RDC et leurs Spécificités.....166
- a. Une mosaïque de vie.....166
- A. La Forêt Dense Humide du Bassin du Congo.....166

FIGURE 35 : RÉF. IMG (4846-6504-8558).....169

Stratification verticale et compétition pour la lumière dans la forêt équator.....169
- B. Les Savanes Périphériques.....169

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3295-5375-8936).....172

Savane arborée du Kwango et son adaptation à la saison sèche.....172
- C. Les Écosystèmes Spécifiques.....172

10.3. Équilibre Écologique et Perturbations.....175
- a. L'équilibre, un idéal fragile.....175
- A. La notion d'homéostasie écologique.....175

FIGURE 37 : RÉF. IMG (8751-1722-5088).....177

Pyramide alimentaire équilibrée dans le parc national de la Garamba.....177
- B. Les perturbations : moteurs de changement.....177

FIGURE 38 : RÉF. IMG (7833-9284-1725).....180

Conséquences d'une coupe à blanc de forêt près de Kisangani.....180
- C. Résilience et point de rupture.....180
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....181

CHAPITRE 11. LE MONDE MICROBIEN.....183

11.1. Diversité, Classification et Physiologie des Micro-organismes.....183
- a. Un univers dans une goutte d'eau.....183
- A. Les Grandes Lignées du Monde Microbien.....183
- B. La Machinerie Métabolique.....184
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....184

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

11.2. Rôles des Microbes : Agents Écologiques et Pathogènes.....186
- a. Introduction à la dualité microbienne.....186
- A. Les Microbes, Architectes du Vivant (Rôles Écologiques).....186
- B. Les Microbes, Agents Pathogènes.....187

FIGURE 39 : RÉF. IMG (7023-4200-7216).....189

Cycle de vie du Plasmodium, l'agent du paludisme dans le corps.....189
- Scénarios et Exercices.....189
- L'eau de la rivière Lulua et le microscope du dispensaire.....189

CHAPITRE 12. MICROBIOLOGIE APPLIQUÉE ET HYGIÈNE.....192

12.1. Applications des Microbes : Agroalimentaire et Biotechnologies.....192
- a. Une alliance invisible.....192
- A. Fermentation : Le Moteur Bio-alimentaire.....192

FIGURE 40 : RÉF. IMG (7842-4186-3252).....194

Schéma simplifié du processus de fermentation anaérobie par des micro-organismes.....194
- B. Biotechnologies : L'Usine Microscopique.....194

FIGURE 41 : RÉF. IMG (8215-9877-1071).....197

Structure d'un bioréacteur industriel pour la culture de micro-organismes utiles.....197
- b. Scénarios et Exercices.....197

12.2. Principes d'Hygiène, d'Asepsie et de Conservation.....199
- a. La naissance d'une idée simple.....199
- A. Hygiène, Asepsie, Antisepsie : Trois concepts, une seule guerre.....199

FIGURE 42 : RÉF. IMG (4292-4934-4402).....202

Schéma comparatif de l'hygiène, l'asepsie et l'antisepsie.....202
- B. Conservation et Stérilisation : Maîtriser le temps et la vie.....202

12.3. Bases de l'Immunité et Principes de la Vaccination.....205
- a. L'héritage de Jules Bordet.....205
- A. L'Immunité : Notre Armée Intérieure.....205
- B. Les Deux Lignes de Défense.....205
- C. Le Principe de la Vaccination.....206

ANNEXES.....209

A.1. Protocoles de Sécurité au Laboratoire.....209

- A. Règles Générales de Conduite et Équipements de Protection Individuelle (EPI).....209
- B. Manipulation des Produits Chimiques.....210
- C. Gestion du Matériel Biologique et Biosécurité.....211
- D. Procédures d'Urgence.....212

A.2. Lexique Biologique.....212

- A. Cytologie et Biologie Moléculaire.....212
- B. Génétique et Hérédité.....214
- C. Métabolisme et Bioénergétique.....214
- D. Physiologie et Organisation.....215

A.3. Bibliographie et Ressources.....215

- A. Ouvrages Fondamentaux de Référence.....215
- B. Monographies et Traités Spécifiques par Domaine.....216
- C. Ressources Contextualisées à l'Écosystème Congolais et Africain.....217
- D. Ressources Numériques et Bases de Données.....218

PRÉLIMINAIRES

0.1. Préface et Note aux Enseignants

0.1.1. Postulat Pédagogique et Rigueur Scientifique

Cet ouvrage a été conçu pour opérer une transition didactique : du savoir mémorisé au savoir mobilisé. La rigueur terminologique et conceptuelle constitue le socle de chaque leçon. L'ambition est de doter l'élève d'un appareil cognitif capable d'analyser un phénomène biologique, de formuler une hypothèse et d'interpréter un résultat expérimental. La progression des chapitres suit une logique ascendante, où chaque nouvelle connaissance s'ancre sur la précédente, solidifiant ainsi la structure du raisonnement scientifique de l'apprenant.

0.1.2. Fonction des Mises en Situation et Évaluation

Les exercices et scénarios dépassent la simple vérification des connaissances. Ils sont des simulations cognitives préparant aux épreuves complexes de type Examen d'État. Les contextes, volontairement ancrés dans des réalités observables du Kwilu à la Province Orientale, permettent de connecter l'abstraction biologique à l'environnement de l'élève. L'enseignant trouvera dans ces applications un outil pour évaluer non seulement l'acquisition d'un fait, mais surtout la capacité à structurer une réponse argumentée face à un problème concret.

0.2. Objectifs Généraux du Cours

Ce cours de Biologie Générale est structuré pour dépasser la simple transmission de connaissances factuelles. Son architecture pédagogique vise à équiper l'enseignant des outils nécessaires pour former des esprits scientifiques capables d'analyser le vivant de manière rigoureuse et intégrée.

0.2.1. Maîtrise du socle conceptuel

L'objectif premier est de s'assurer que l'apprenant maîtrise les concepts fondamentaux et unificateurs de la biologie. Ceci inclut la théorie cellulaire, les principes de la génétique mendélienne et moléculaire, les grands mécanismes de l'évolution et les lois régissant les flux de matière et d'énergie au sein des

écosystèmes. La connaissance doit être structurée, des niveaux d'organisation moléculaires jusqu'à la biosphère.

0.2.2. Développement du raisonnement scientifique

Au-delà de la mémorisation, le cours doit cultiver la démarche hypothético-déductive. L'apprenant sera systématiquement conduit à formuler des hypothèses, à concevoir des protocoles expérimentaux simples pour les tester, à interpréter des résultats (graphiques, tableaux) et à tirer des conclusions argumentées. La finalité est de construire une autonomie intellectuelle face à une problématique biologique.

0.2.3. Capacité d'intégration et d'application

Finalement, les savoirs et savoir-faire acquis doivent être rendus opérationnels. L'apprenant doit pouvoir mobiliser ses connaissances pour analyser des situations concrètes et complexes, particulièrement celles pertinentes pour le contexte national. Il s'agit de lier la biologie fondamentale aux enjeux de santé publique, aux défis agronomiques ou aux problématiques de conservation de la biodiversité, du Mayombe à la Garamba.

0.3. Profil de Sortie de l'Élève

0.3.1. Maîtrise des Fondamentaux Conceptuels

La validation de cette année d'étude atteste de l'assimilation par l'élève des concepts essentiels et des grands principes qui structurent la biologie moderne. Sa connaissance couvre les niveaux d'organisation du vivant, de la molécule à l'organisme. Il maîtrise le vocabulaire technique lié à la biologie cellulaire, la biochimie structurale, la génétique mendélienne et la physiologie générale (animale et végétale). Cette base conceptuelle solide lui permet de comprendre et de contextualiser tout phénomène biologique nouveau.

0.3.2. Développement du Raisonnement Scientifique

Le développement du raisonnement scientifique est un objectif central. L'élève apprend à formuler une hypothèse, à concevoir une démarche logique pour la vérifier et à interpréter des résultats de manière critique. Il distingue une corrélation d'une causalité. Sa capacité d'analyse lui permet d'extraire l'information pertinente d'un document scientifique (texte, graphique, schéma) et de la synthétiser de manière organisée. Cette compétence prépare à l'autonomie intellectuelle et à la rigueur d'analyse.

0.3.3. Acquisition de Compétences Pratiques et Méthodologiques

L'initiation aux techniques de laboratoire forme une composante essentielle du profil. L'élève démontre une capacité à manipuler avec méthode le matériel de base, notamment le microscope optique et la verrerie de laboratoire. Il est apte à suivre un protocole expérimental simple, à réaliser des observations précises et à les consigner rigoureusement sous forme de dessins ou de comptes rendus structurés. Cette aptitude garantit le lien indispensable entre la théorie et la pratique expérimentale.

0.4. Méthodologie et Évaluation

0.4.1. Approche Pédagogique Fondamentale

Une démarche pédagogique active est privilégiée. Elle articule l'acquisition des savoirs conceptuels avec le développement de compétences procédurales. L'objectif est la maîtrise du raisonnement scientifique, dépassant la simple mémorisation. L'enseignement s'organise autour du modèle hypothético-déductif. L'élève apprend à observer un phénomène, à formuler une hypothèse, à concevoir un protocole expérimental et à interpréter des résultats. Cette méthode structure l'esprit et prépare à une autonomie intellectuelle indispensable aux études supérieures scientifiques. La résolution de problèmes concrets ancre la théorie dans une réalité tangible et mesurable.

0.4.2. Modalités d'Évaluation

L'évaluation se décline en deux volets complémentaires. Premièrement, l'évaluation formative continue mesure la progression de l'élève. Elle inclut des interrogations ciblées, des comptes rendus de travaux pratiques et des exercices de restitution des connaissances. Son but est de diagnostiquer les difficultés et de réguler les apprentissages en temps réel. Deuxièmement, l'évaluation sommative certifie l'acquisition des compétences au terme d'un chapitre ou de l'année. Elle prend la forme d'épreuves écrites structurées sur le modèle des examens d'État (EXETAT), testant la capacité d'analyse, de synthèse et de restitution organisée des savoirs.

Partie 1. Organisation Cellulaire et Unité du Vivant

a. De l'échelle visible à l'unité fondamentale

Un grand manguier à Mbandaka et un élève à Goma partagent un point commun invisible. Leur existence entière dépend d'une structure microscopique fondamentale : la cellule. Observer le vivant, c'est d'abord comprendre cette brique élémentaire. Sa découverte a révolutionné la biologie, révélant une organisation cachée sous l'apparente simplicité des formes de vie. C'est le passage de l'échelle visible à l'échelle cellulaire.

b. La théorie cellulaire : un principe universel

La théorie cellulaire énonce un principe puissant. Tout organisme vivant est composé d'une ou plusieurs cellules. Cette règle s'applique uniformément, du champignon poussant dans le sol humide du Kasaï au poisson pêché dans le fleuve Congo. La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle du vivant. La vie, sous toutes ses formes, se perpétue toujours à partir d'une cellule préexistante, assurant la continuité du vivant.

c. La dualité du monde cellulaire : Procaryotes et Eucaryotes

Derrière cette unité de principe se cache une dualité fondamentale dans l'organisation. La biologie distingue deux grands plans d'architecture cellulaire. Les cellules procaryotes, comme les bactéries, présentent une structure simple, sans noyau délimité. Inversement, les cellules eucaryotes, qui composent les plantes, les animaux et les champignons, possèdent un noyau bien défini et de multiples compartiments internes appelés organites.

d. La logique fonctionnelle : la cellule, une usine vivante

Une cellule est bien plus qu'une simple enveloppe. C'est un système dynamique et hautement organisé, une véritable usine métabolique. Chaque composant, de la membrane plasmique qui contrôle les échanges jusqu'au noyau qui stocke l'information génétique, assure une fonction précise. Comprendre l'organisation cellulaire revient à déchiffrer la logique d'une machine vivante assurant sa propre maintenance, sa production d'énergie et sa reproduction.

Chapitre 1. La Cellule, Unité Fondamentale de la Vie

1.1. Historique, Théorie Cellulaire et Techniques d'Étude

a. Les origines de l'infiniment petit

Pendant que les grands royaumes du Kongo ou du Kasaï prospéraient, loin en Europe, des hommes curieux polissaient des morceaux de verre. Leur but était simple : voir de plus près. Ces lentilles, ancêtres du microscope, allaient ouvrir une porte sur un monde invisible et bouleverser notre compréhension du vivant.

Initialement, cette quête n'avait pas d'objectif biologique précis. C'était la curiosité pure qui guidait ces pionniers. Ils ne se doutaient pas que leurs instruments révéleraient la brique élémentaire de chaque plante, de chaque animal et de chaque être humain.

A. La Naissance d'une Théorie

L'observation précède toujours la théorie. Vers 1665, le savant anglais Robert Hooke examine une fine tranche de liège. Il y voit une multitude de petites chambres, qu'il nomme *cellulae* ("petites chambres" en latin). Il observe en réalité des parois de cellules végétales mortes.

Peu après, le Hollandais Antonie van Leeuwenhoek, un drapier de Delft, perfectionne ses propres microscopes. Il est le premier à décrire des organismes vivants unicellulaires, ses fameux "animalcules", grouillant dans une goutte d'eau. Il venait de découvrir les protozoaires et les bactéries. Ce n'est qu'au 19ème siècle que les botanistes et zoologistes allemands Schleiden et Schwann formulent l'idée centrale : tous les êtres vivants sont faits de cellules. Le médecin Rudolf Virchow complète le tableau avec son axiome : *omnis cellula e cellula* (toute cellule provient d'une cellule).

B. Les Trois Piliers de la Théorie Cellulaire

Aujourd'hui, la théorie cellulaire se résume en trois affirmations fondamentales, véritables piliers de la biologie moderne.

- Tout être vivant est composé d'une ou plusieurs cellules.
- La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle de la vie.
- Toute cellule provient d'une autre cellule par division.

C. Voir l'Invisible : Le Microscope

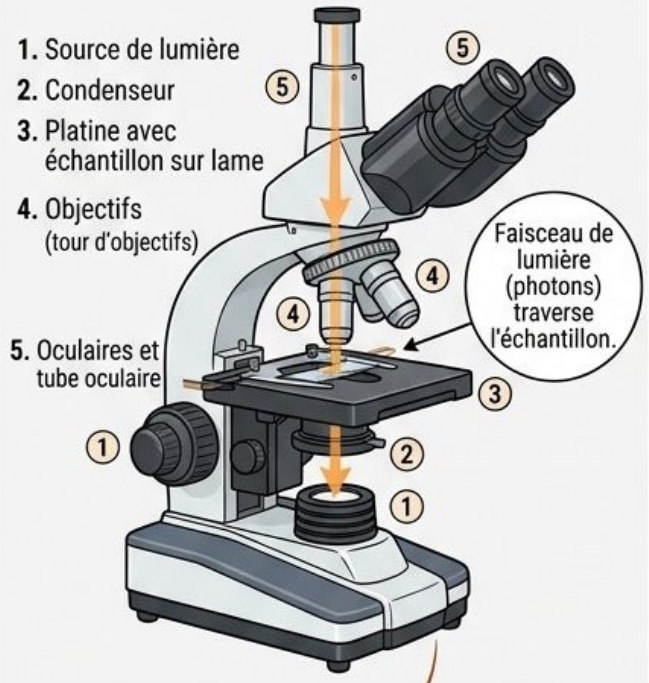
La connaissance de la cellule est indissociable de l'instrument qui permet de l'étudier : le microscope. Deux grandes familles d'instruments coexistent.

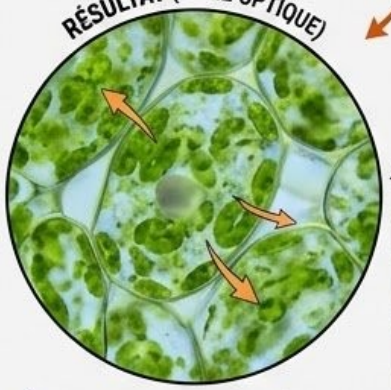
MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 1 : Réf. IMG (6938-0926-6144)

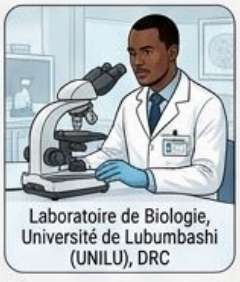
Comparaison schématique des microscopes optique et électronique pour l'étude cellulaire.

a. Le microscope optique (ou photonique)





Observation de cellules vivantes en mouvement.



Laboratoire de Biologie, Université de Lubumbashi (UNILU), DRC

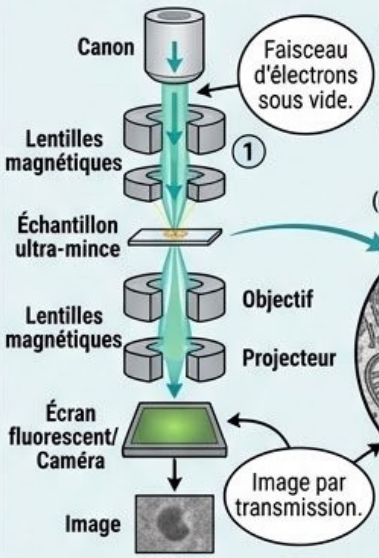
- Grossissement limité (jusqu'à ~1500x)
- Outil de base en laboratoire

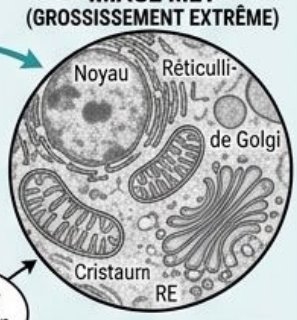
b. Le microscope électronique

Transmission (MET)

Grossissement extrême (jusqu'à >10,000,000x)

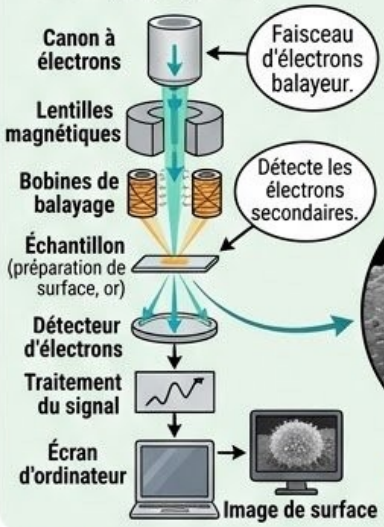
- Haute résolution
- Observation sous vide
- Observation sous vide
- Échantillon non vivant





Révèle l'ultrastructure interne (organites).

b. Balayage (MEB)





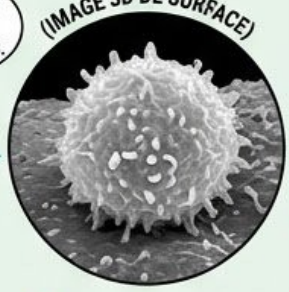
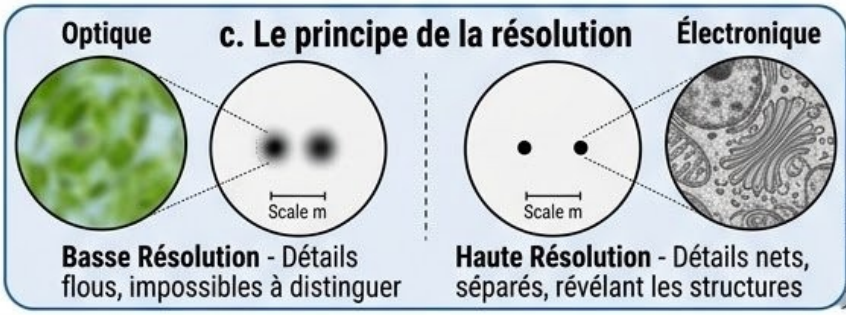


Image 3D de la surface cellulaire.

c. Le principe de la résolution



Basse Résolution - Détails flous, impossibles à distinguer

Haute Résolution - Détails nets, séparés, révélant les structures



Figure 1 : Réf. IMG (6938-0926-6144)

Comparaison schématique des microscopes optique et électronique pour l'étude cellulaire.

a. Le microscope optique (ou photonique)

Cet instrument utilise un faisceau de lumière (photons) qui traverse l'échantillon pour former une image agrandie. Il permet d'observer des cellules entières, et surtout, des cellules vivantes en mouvement. Son grossissement est limité, mais il reste l'outil de base de tout laboratoire de biologie, que ce soit à l'Université de Lubumbashi ou dans un centre de santé à Bukavu.

b. Le microscope électronique

Ici, un faisceau d'électrons remplace la lumière. Le grossissement et la résolution (la netteté de l'image) sont des centaines de fois supérieurs à ceux d'un microscope optique. Il révèle l'ultrastructure de la cellule, c'est-à-dire ses organites internes. L'observation se fait sous vide et l'échantillon n'est plus vivant. Il existe en version à transmission (MET) et à balayage (MEB).

c. Le principe de la résolution

La résolution est la capacité à distinguer deux points très proches comme étant séparés. Une haute résolution donne une image nette et détaillée. Un faible pouvoir de résolution produit une image floue où les détails fusionnent. Le microscope électronique possède une résolution bien plus élevée que le microscope optique, expliquant sa capacité à révéler les plus fines structures cellulaires.

Une question de taille à Matadi

Fiston, en terminale scientifique, observe le port de Matadi. Un navire gigantesque, long de plusieurs centaines de mètres, est à quai. Sur le sol du quai, une petite fourmi se déplace péniblement. Une question le taraude : les cellules d'un animal immense comme une baleine bleue sont-elles plus grosses que celles de cette minuscule fourmi ? Son professeur de biologie lui avait déjà donné la réponse, cachée dans une simple logique.

La taille d'un organisme pluricellulaire ne dépend pas de la taille de ses cellules, mais de leur **nombre**. Une cellule de baleine et une cellule de fourmi ont des tailles globalement comparables, de l'ordre de quelques dizaines de micromètres. La différence monumentale de masse entre les deux animaux s'explique par le fait que la baleine est constituée de milliards de milliards de cellules, tandis que la fourmi en possède "seulement" quelques centaines de milliers.

Exercice 1 : La découverte dans l'étang de Bumba

Énoncé : Mamie Tshala, future biologiste originaire de Bumba dans la province de l'Équateur, prélève une goutte d'eau stagnante d'un étang proche du fleuve. En l'observant avec le microscope de son école, elle est fascinée par de minuscules "créatures" qui nagent et s'agitent. La découverte de Mamie Tshala fait écho à celle de quel personnage historique ? Quel type de microscope utilise-t-elle très probablement ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification de la découverte** Les "créatures" vivantes et mobiles observées dans une goutte d'eau sont ce que les premiers observateurs appelaient des "animalcules". Il s'agit de micro-organismes comme les protozoaires.
2. **Étape 2 : Association historique** Cette observation est directement comparable à celle d'Antonie van Leeuwenhoek au 17ème siècle, qui fut le premier à décrire ces formes de vie microscopiques.
3. **Étape 3 : Identification du matériel** L'observation d'organismes vivants et en mouvement est la caractéristique principale de la microscopie optique (photonique). Un microscope électronique nécessite une préparation qui tue l'échantillon. Mamie Tshala utilise donc un microscope optique.

Exercice 2 : Le diagnostic du Dr. Mbayo à Mbuji-Mayi

Énoncé : Le Docteur Mbayo, qui exerce à Mbuji-Mayi au Kasaï-Oriental, doit confirmer une infection virale chez un patient. Pour visualiser directement les particules virales en train d'infecter une cellule humaine, quel type de microscope est indispensable ? Justifiez en reliant ce choix à un principe de la théorie cellulaire.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse du besoin de grossissement** Les virus sont des agents infectieux extrêmement petits, bien plus petits qu'une bactérie. Ils mesurent quelques dizaines de nanomètres. Visualiser un objet de cette taille est impossible avec un microscope optique, dont la résolution est insuffisante.
2. **Étape 2 : Choix de l'instrument** Seul un microscope électronique (en transmission, MET, pour voir à l'intérieur de la cellule) possède le pouvoir de grossissement et de résolution nécessaire pour observer des particules virales.
3. **Étape 3 : Justification théorique** Les virus sont acellulaires. Ils ne respectent pas le troisième pilier de la théorie cellulaire ("toute cellule provient d'une cellule"), car ils ne peuvent se reproduire seuls. Ils doivent pirater la machinerie d'une cellule hôte. Le microscope électronique est le seul outil permettant de visualiser cette interaction parasite à l'échelle ultrastructurale, confirmant ainsi le mécanisme d'infection.

1.2. Organisation Générale des Cellules Procaryotes et Eucaryotes

a. Le paradoxe de l'ancêtre

Même si le lion du parc de la Garamba ou le majestueux okapi semblent être le sommet de la complexité vivante, leur existence dépend d'êtres infiniment plus simples et plus anciens. Des organismes unicellulaires invisibles à l'œil nu règnent en maîtres sur la biosphère depuis des milliards d'années, colonisant les sources chaudes comme les profondeurs des sols.

Cette distinction fondamentale entre deux grands "empires" du vivant repose sur une architecture interne. Le plan de base de la cellule définit deux stratégies évolutives majeures, deux modèles d'organisation qui séparent tout ce qui vit : le modèle procaryote et le modèle eucaryote.

A. Les Procaryotes : La simplicité efficace

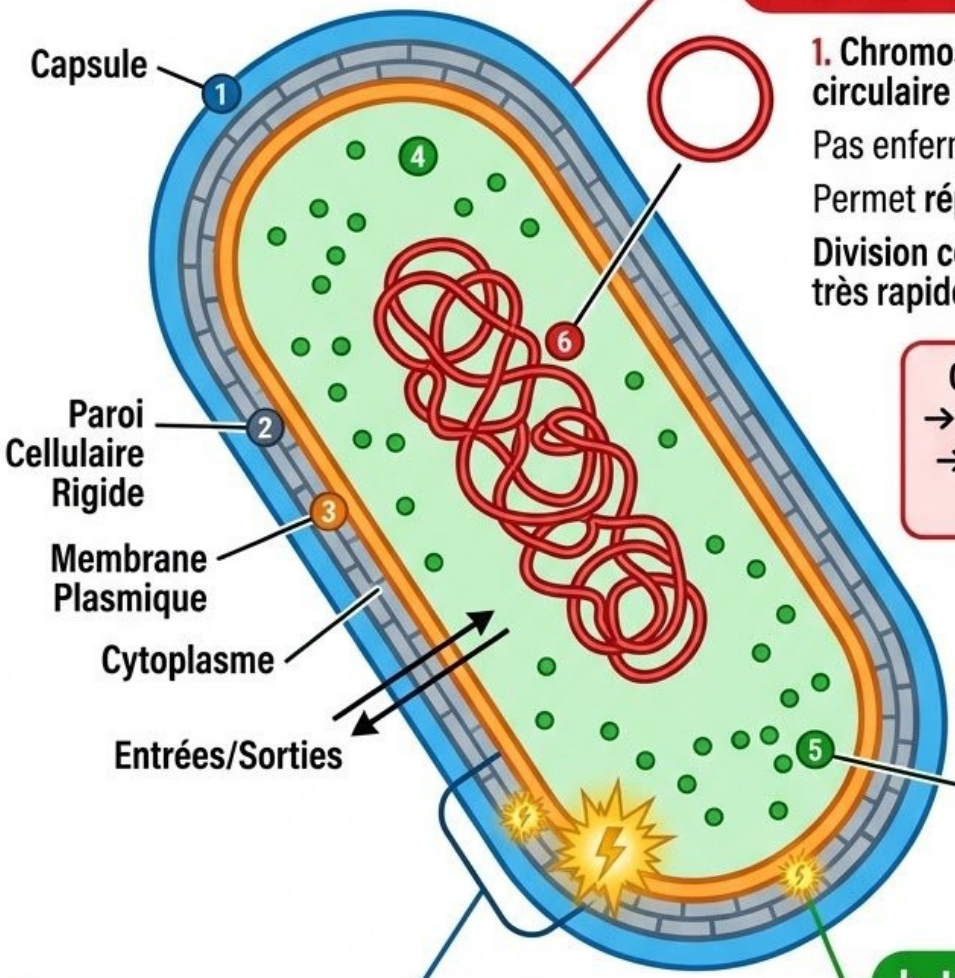
Les procaryotes sont des organismes dont la structure cellulaire est simple. Le mot signifie "avant le noyau". Cette catégorie inclut les bactéries et les archées. Les bactéries qui assurent la fermentation du *fufu* à Mbandaka sont un exemple quotidien de procaryotes. Leur matériel génétique, l'ADN, baigne directement dans le cytoplasme au sein d'une région appelée le nucléoïde. Ils

ne possèdent pas d'organites complexes délimités par une membrane interne. Toute leur machinerie est concentrée dans un espace unique.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 2 : Réf. IMG (5399-5257-3076)

Schéma simplifié d'une cellule procaryote type, une bactérie.



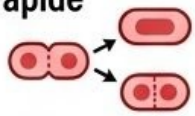
a. L'ADN SANS FRONTIÈRES

1. **Chromosome unique, circulaire (ADN) (6)**

Pas enfermé → **Flotte librement**

Permet **réplication rapide**

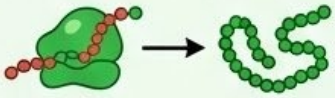
Division cellulaire très rapide



Organisation simple
→ Multiplication rapide
→ Colonisation éclair d'un milieu

b. L'USINE MINIMALE

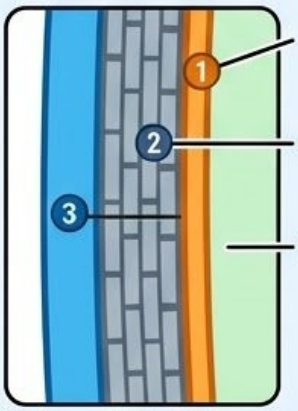
1. **Ribosomes (5) :**
Production de protéines



2. **Membrane Plasmique (3) :**
Site de production d'énergie

Ni mitochondries, ni réticulum endoplasmique

c. LA DOUBLE PROTECTION



1. **Membrane Plasmique (3) :**
Contrôle entrées/sorties

2. **Paroi Cellulaire Rigide (2) :**
Protection mécanique

3. **Capsule externe supplémentaire (1)**
(Double muraille) : défense renforcée chez certaines certaines pathogènes

Trois couches protectrices

Figure 2 : Réf. IMG (5399-5257-3076)

Schéma simplifié d'une cellule procaryote type, une bactérie.

a. L'ADN sans frontières

Le chromosome unique, souvent circulaire, flotte librement dans le nucléoïde. Il n'est pas enfermé. Cette organisation permet une réplication et une division très rapides, expliquant leur capacité à coloniser un milieu en un temps record. Leur simplicité est une force pour la multiplication.

b. L'usine minimale

Le cytoplasme contient des ribosomes, de petites structures produisant les protéines. Toute l'énergie est produite au niveau de la membrane plasmique. Il n'y a ni mitochondries, ni réticulum endoplasmique.

c. La double protection

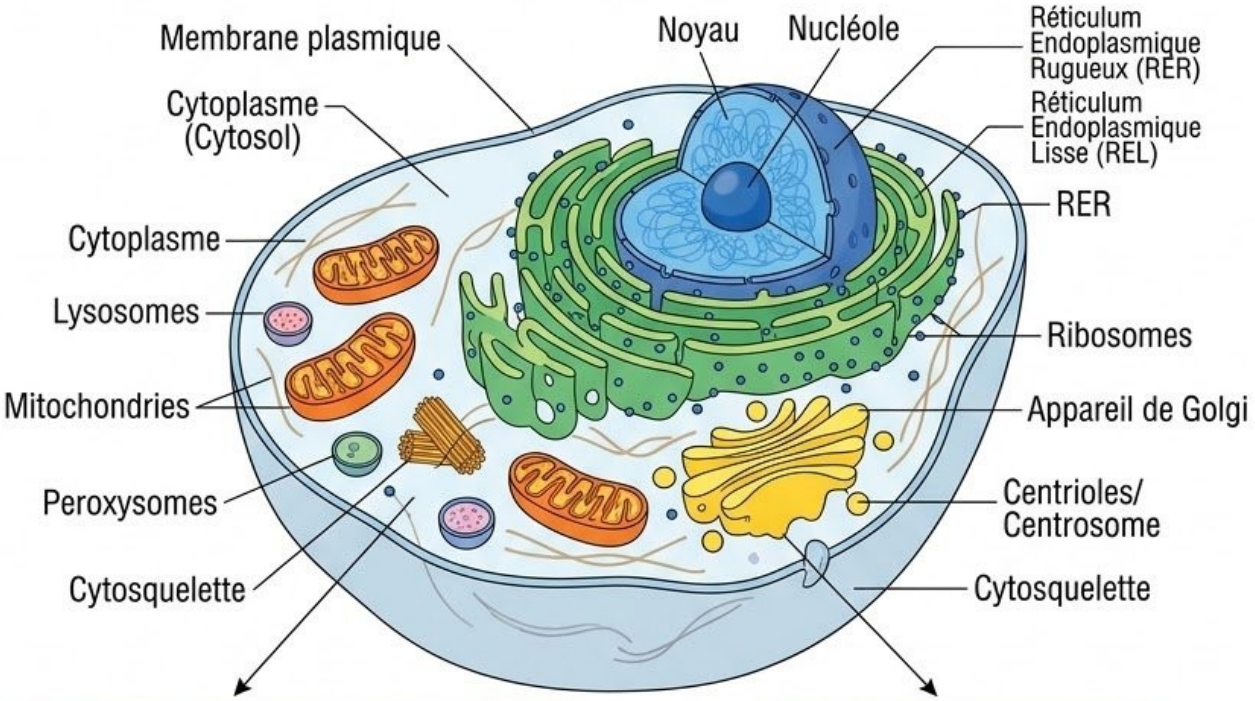
Une membrane plasmique contrôle les entrées et sorties. Souvent, une paroi cellulaire rigide la double, offrant une protection mécanique. Chez certaines bactéries pathogènes, une capsule externe supplémentaire renforce cette défense, comme une double muraille.

B. Les Eucaryotes : La complexité compartimentée

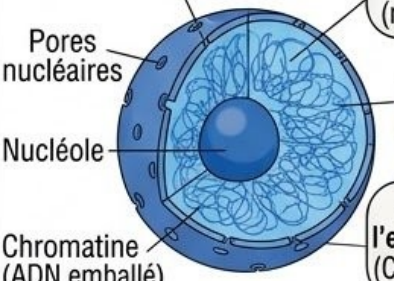
Les eucaryotes sont des organismes dont les cellules possèdent un vrai noyau. La cellule d'un palmier à huile du Kwilu est eucaryote, tout comme celle d'un chercheur de l'UNIKIN. Ce groupe rassemble les animaux, les végétaux, les champignons et les protistes. L'innovation majeure est la compartimentation. Le cytoplasme est divisé en plusieurs compartiments fonctionnels, les organites. Chaque organite est un atelier spécialisé, augmentant l'efficacité globale de la cellule.

Figure 3 : Réf. IMG (4984-8160-9572)

Schéma d'une cellule eucaryote animale avec ses principaux organites.



a. Le noyau, centre de commandement

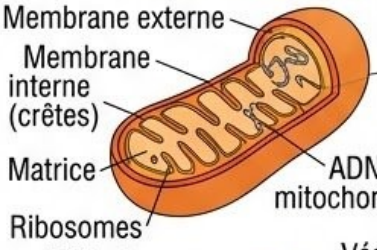


Synthèsis :
1. Stockage ADN (matériel génétique)

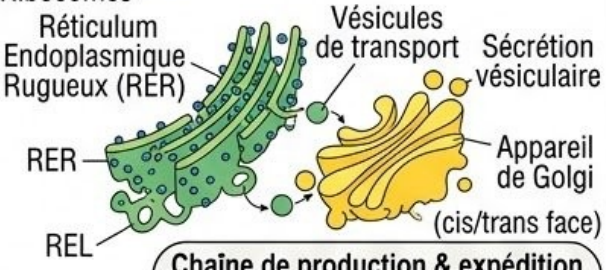
2. Protection fine de l'information

3. Régulation de l'expression génique (Cerveau de la cellule)

b. Les ateliers spécialisés

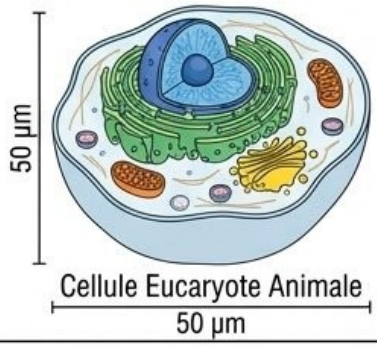


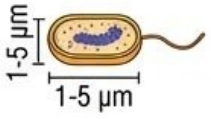
Centrale énergétique (production ATP via respiration cellulaire)



Chaîne de production & expédition
(Synthèse protéines/lipides, modification, tri, emballage)

c. Une taille supérieure





Synthèsis :
Taille : 10 à 100 fois plus grande.
Solution : La compartimentation (organites) gère la diffusion et la concentration des réactifs sur de plus grandes distances.

Figure 3 : Réf. IMG (4984-8160-9572)

Schéma d'une cellule eucaryote animale avec ses principaux organites.

a. Le noyau, centre de commandement

Le matériel génétique (ADN) est soigneusement emballé dans le noyau, protégé par une double membrane, l'enveloppe nucléaire. Cette séparation protège l'information génétique et permet une régulation fine de son expression. Le noyau est le cerveau et le coffre-fort de la cellule.

b. Les ateliers spécialisés

Le cytoplasme est rempli d'organites. Les mitochondries sont les centrales énergétiques. Le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi forment une chaîne de production et d'expédition des protéines et lipides.

c. Une taille supérieure

Généralement, les cellules eucaryotes sont 10 à 100 fois plus grandes que les procaryotes. Cette taille est rendue possible par la compartimentation, qui résout les problèmes de diffusion et de concentration des réactifs chimiques sur de plus grandes distances.

■ ■ ■

C. Tableau comparatif synthétique

Caractéristique | Cellule Procaryote | Cellule Eucaryote |
:*** | :*** | :*** |
Noyau | Absent (nucléoïde) | Présent, délimité par une enveloppe |
ADN | Unique, circulaire, cytoplasmique | Multiple, linéaire, dans le noyau |
Organites | Absents (sauf ribosomes) | Présents (mitochondries, etc.) |
Taille | Petite (1-10 µm) | Grande (10-100 µm) |
Exemples | Bactéries, Archées | Animaux, Végétaux, Champignons |

SCÉNARIOS ET EXERCICES

a. L'invisible qui fait tout

Le docteur Alima, en poste dans un centre de santé isolé près d'Isiro, en Province Orientale, est une experte de l'infiniment petit. Chaque jour, elle fait

face à des maladies causées par des cellules aux organisations très différentes. Un patient atteint de choléra souffre d'une infection par *Vibrio cholerae*, une bactérie procaryote. Son traitement, un antibiotique, cible des structures propres aux bactéries, comme leur paroi ou leurs ribosomes spécifiques. Quelques heures plus tard, elle diagnostique un accès de paludisme chez un enfant. Le coupable est *Plasmodium falciparum*, un protiste eucaryote. L'antibiotique serait inutile. Le traitement antipaludique doit viser des cibles propres à cette cellule eucaryote complexe. Pour le Dr Alima, connaître la différence entre procaryote et eucaryote n'est pas de la théorie. C'est un guide pour sauver des vies.

Exercice 1 : Le yaourt de Mama Nzolani

Énoncé : Mama Nzolani fabrique du yaourt artisanal à Matadi, au Kongo Central. Elle utilise des ferments lactiques pour faire cailler le lait. Un microscope de laboratoire révèle que ces ferments sont des organismes unicellulaires dépourvus de noyau visible. Quel type de cellule observe-t-on ? Justifiez en citant deux caractéristiques observables ou déduites.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification du type cellulaire** L'absence de noyau visible est le critère décisif pour distinguer les deux grands types cellulaires. Il s'agit donc de cellules procaryotes.
2. **Étape 2 : Justification par les caractéristiques** La première caractéristique est l'absence de noyau. L'ADN est donc localisé dans un nucléoïde. La seconde est l'absence d'organites complexes comme les mitochondries, ce qui est une propriété fondamentale des procaryotes. Les ferments lactiques sont des bactéries.

Exercice 2 : L'amibe du Kasaï

Énoncé : Un technicien de laboratoire à Kananga analyse un échantillon d'eau stagnante prélevé près de la rivière Lulua. Il observe au microscope une grande cellule mobile qui possède un noyau bien défini et des vacuoles pulsatiles. Est-ce un procaryote ou un eucaryote ? Pourquoi ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identification du type cellulaire** La présence d'un noyau bien défini est la preuve irréfutable. L'organisme observé est une cellule eucaryote.

2. **Étape 2 : Justification par la compartimentation** Le noyau isole le matériel génétique. De plus, la présence de vacuoles (des organites spécialisés dans la gestion de l'eau) confirme la structure interne compartimentée, typique des eucaryotes. L'organisme observé est un protiste, comme une amibe.

1.3. Comparaison Structurale des Cellules Animale et Végétale

a. Une observation historique

Lorsque Robert Hooke observa pour la première fois du liège au microscope, il y vit des "cellules" vides, vestiges d'une architecture vivante. Il ne savait pas encore que cette structure rigide était fondamentalement différente de celle des cellules composant son propre corps. Cette distinction est une clé de voûte de la biologie moderne.

b. Deux modes de vie, deux architectures

Cette observation a posé les bases d'une question centrale. Quelles différences structurelles justifient la divergence entre le règne végétal et le règne animal ? La réponse se trouve dans des organites spécifiques, adaptés à des modes de vie opposés. L'un est fixé et autotrophe. L'autre est mobile et hétérotrophe.

A. Le Socle Commun Eucaryote

Une organisation fondamentale unit les cellules animale et végétale. Toutes deux sont des cellules eucaryotes. Elles possèdent un noyau délimité par une enveloppe nucléaire, protégeant l'information génétique. Leur cytoplasme contient des organites essentiels communs. La membrane plasmique contrôle les échanges. Les mitochondries assurent la respiration cellulaire. Les ribosomes synthétisent les protéines. Ce plan partagé confirme une origine évolutive commune.

B. Les Bastions de la Cellule Végétale

Trois structures majeures distinguent la cellule végétale.

- **La paroi pectocellulosique.** C'est une armature rigide et externe à la membrane plasmique. Composée principalement de cellulose, elle confère sa forme géométrique à la cellule et protège la plante des stress mécaniques et osmotiques.