BIO LOGIE



CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

3è Année

EDITION 2025

Options humanités

SCIENTIFIQUES



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Profil d'Entrée et Prérequis 1
- 0.1.1. Maîtrise des Compétences Cognitives 1
- 0.1.2. Acquis Disciplinaires Fondamentaux 1
- 0.1.3. Compétences Techniques et Méthodologiques 1

0.2. Compétences Visées (Profil de Sortie) 1
- 0.2.1. Maîtrise des Fondamentaux Conceptuels 1
- 0.2.2. Application de la Démarche Scientifique 2
- 0.2.3. Capacité de Synthèse et de Communication Rigoureuse 2

0.3. Méthodologie et Organisation du Travail 2
- 0.3.1. Approche Pédagogique 2
- 0.3.2. Articulation Théorie-Pratique 2
- 0.3.3. Préparation aux Évaluations Certificatives 3

0.4. Matériel Didactique Requis 3
- 0.4.1. Fondamentaux Pédagogiques 3
- 0.4.2. Supports Visuels et Schématiques 3
- 0.4.3. Instrumentation pour l'Observation et l'Expérimentation 3
- 0.4.4. Ressources Numériques et Multimédias 4

PARTIE 1 : ORGANISATION, COMPOSITION ET FONCTIONNEMENT CELLULAIRE **5**

De la brique à l'édifice vivant 5

Unité et diversité du monde cellulaire 5

La chimie du vivant : les molécules de la vie 5

La cellule au travail : métabolisme et énergie 5

CHAPITRE 1 : TECHNIQUES D'ÉTUDE ET COMPOSITION CHIMIQUE DU VIVANT **6**

1.1. Méthodes d'Observation et d'Analyse Cellulaire 6
- a. Une fenêtre sur l'invisible 6
- A. La Microscopie Optique (ou Photonique) 6
- B. La Microscopie Électronique 6

FIGURE 1 : RÉF. IMG (7055-1145-0067) **9**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Comparaison schématique du microscope optique et du microscope électronique.....9
- Scénarios et Exercices.....9
- Une urgence au dispensaire de Gemena.....9

1.2. Les Bioéléments et l'Eau.....11
- Une question de composition.....11
- A. Classification des bioéléments.....11
- B. L'eau, solvant universel de la vie.....12

FIGURE 2 : RÉF. IMG (7168-3792-5228).....14

Structure polaire de la molécule d'eau et ses liaisons hydrogène.....14
- C. Scénarios et Exercices.....14

1.3. Les Sels Minéraux et leur Importance Physiologique.....16
- a. Accroche minérale.....16
- A. Définition et classification.....16
- B. Rôles physiologiques majeurs.....17

FIGURE 3 : RÉF. IMG (4348-6779-2213).....19

Les ions sodium et potassium dans la transmission de l'influx nerveux.....19

FIGURE 4 : RÉF. IMG (0704-4400-3225).....21

Fixation de l'oxygène par l'hème du globule rouge.....21
- b. Le secret du sel de Mbandaka.....21

1.4. Les Biomolécules Organiques : Structure et Fonction.....23
- Une affaire de briques et de ciment.....23
- A. Les Glucides : L'énergie rapide et la structure.....24
- B. Les Lipides : La réserve concentrée et l'isolation.....24
- C. Les Protéines : Les ouvrières polyvalentes.....24

FIGURE 5 : RÉF. IMG (8611-0591-9809).....26

Structure des protéines de la primaire à la quaternaire.....26
- D. Les Acides Nucléiques : Le code de la vie.....26

CHAPITRE 2 : ULTRASTRUCTURE ET DIVERSITÉ CELLULAIRE.....29

2.1. La Membrane Cellulaire et les Échanges.....29
- a. Le douanier de la cellule.....29
- A. Le Modèle de la Mosaïque Fluide : Une Frontière Vivante.....29

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 6 : RÉF. IMG (6419-9785-1256) **31**

Structure de la membrane plasmique selon le modèle de la mosaïque fluide 31

- B. Le Transport Passif : Suivre le Courant 31
- C. Le Transport Actif : Remonter le Courant 32

2.2. Le Cytoplasme et les Organites Membranaires 34

- a. Une métropole cellulaire 34
- A. Le Cytosol : La Matrice Vivante 34
- B. Les Organites : Les Usines Spécialisées 34

FIGURE 7 : RÉF. IMG (6221-5127-1472) **36**

Coupe schématique d'une cellule animale montrant ses principaux organites mem 36

FIGURE 8 : RÉF. IMG (6178-7011-0626) **38**

Flux de production protéique du Réticulum Endoplasmique à l'Appareil de Golgi 38

- Scénario Congolais et Exercices d'Application 38

2.3. Le Noyau et l'Information Génétique 40

- a. Une bibliothèque pas comme les autres 40
- A. Anatomie d'un centre de pouvoir 40
- B. L'ADN, la molécule du vivant 40

FIGURE 9 : RÉF. IMG (6337-7350-4128) **43**

Coupe schématique du noyau cellulaire et de ses composants essentiels 43

- C. Du gène à la protéine : le dogme simplifié 43

2.4. Diversité Cellulaire : Procaryotes, Eucaryotes et Virus 46

- a. Le monde invisible des architectes du vivant 46
- A. Les Cellules Procaryotes : La Simplicité Efficace 46

FIGURE 10 : RÉF. IMG (3729-2200-2225) **48**

Schéma simplifié d'une cellule procaryote type bactérie avec ses composants e 48

- B. Les Cellules Eucaryotes : La Complexité Compartimentée 48

FIGURE 11 : RÉF. IMG (3332-5389-6044) **51**

Coupe transversale d'une cellule eucaryote animale montrant le noyau et organ 51

- C. Les Virus : Les Parasites Absolus 51

CHAPITRE 3 : MÉTABOLISME ÉNERGÉTIQUE ET SYNTHÈSE PROTÉIQUE **54**

3.1. Les Enzymes et la Bioénergétique.....54
- a. Le secret de la fermentation.....54
- A. La Spécificité Enzymatique : Une Clé pour une Serrure.....54

FIGURE 12 : RÉF. IMG (9136-6982-6307).....56

Modèle de l'interaction entre une enzyme et son substrat.....56
- B. L'Énergie d'Activation et les Facteurs d'Influence.....56

FIGURE 13 : RÉF. IMG (1409-2633-3664).....59

Courbe d'énergie d'une réaction avec et sans enzyme.....59
- Une histoire de digestion à Kinshasa.....59

3.2. La Photosynthèse : Capture de l'Énergie Lumineuse.....61
- a. Le moteur vert du monde.....61
- A. Les Acteurs et le Théâtre de la Photosynthèse.....61

FIGURE 14 : RÉF. IMG (3950-6462-0889).....64

Schéma simplifié des deux phases de la photosynthèse dans un chloroplaste.....64
- B. L'Équation Bilan de la Photosynthèse.....64

3.3. La Respiration Cellulaire et les Fermentations.....66
- a. Le paradoxe de l'effort.....66
- A. La Respiration Cellulaire : La voie aérobie à haut rendement.....67

FIGURE 15 : RÉF. IMG (8409-4727-7558).....69

Schéma de la mitochondrion, siège de la respiration cellulaire.....69
- B. Les Fermentations : L'alternative anaérobie.....69

FIGURE 16 : RÉF. IMG (8766-2616-3830).....72

Comparaison des voies de fermentation lactique et alcoolique.....72
- Anecdote : La douleur du champion.....72

3.4. Le Dogme Central : De l'ADN aux Protéines.....74
- a. Le plan directeur et son messager.....74
- A. La Transcription : La Copie de l'Instruction.....75

FIGURE 17 : RÉF. IMG (0442-4816-8436).....77

Schéma simplifié du processus de transcription dans le noyau cellulaire.....77
- B. La Traduction : L'Exécution de l'Ordre.....77

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 18 : RÉF. IMG (4499-8671-7199) **79**

Le ribosome assemblant une chaîne protéique à partir de l'ARNm 79

- C. Résumé du Dogme : Un Flux d'Information Unidirectionnel 79

PARTIE 2 : PHYSIOLOGIE, DIVERSITÉ DU VIVANT ET BIOTECHNOLOGIES **82**

Le moteur interne du vivant 82

Une bibliothèque infinie d'espèces 82

La biologie au service de l'Homme 82

De la connaissance à l'application 82

CHAPITRE 4 : ALIMENTATION ET NUTRITION HUMAINE **83**

4.1. Besoins Nutritionnels et Groupes d'Aliments 83

- a. L'énergie au quotidien 83
- A. Les Macronutriments : Les Bâtisseurs et les Énergétiques 83

FIGURE 19 : RÉF. IMG (6677-7341-8797) **85**

Schéma simplifié des trois familles de macronutriments et leurs sources 85

- B. Les Micronutriments : Les Régulateurs 85

FIGURE 20 : RÉF. IMG (2512-7468-8038) **88**

Pyramide alimentaire illustrant la proportion des groupes d'aliments 88

- Anecdote pour réfléchir 88

4.2. Digestion et Absorption des Nutriments 90

- a. Le voyage intérieur des aliments 90
- A. La digestion : une déconstruction mécanique et chimique 90

FIGURE 21 : RÉF. IMG (6232-3439-9471) **93**

Schéma simplifié de l'appareil digestif humain et ses principaux organes 93

- B. L'absorption : le passage des nutriments dans le sang 93

FIGURE 22 : RÉF. IMG (7780-1405-4538) **96**

Vue microscopique des villosités et microvillosités de la paroi intestinale 96

- Anecdote : Le fufu de midi et l'énergie du soir 96

4.3. Troubles Nutritionnels et Régulation de la Glycémie 98

- a. L'énigme du sucre dans le sang 98
- A. Glycémie et Homéostasie Glucidique 98

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Le Duo Hormonal : Insuline et Glucagon.....98

FIGURE 23 : RÉF. IMG (9601-3685-6217).....101

Schéma simplifié de la régulation de la glycémie par le pancréas.....101

- C. Dysfonctionnements : Diabètes et Hypoglycémie.....101

CHAPITRE 5 : SURVEILLANCE DES PARAMÈTRES VITAUX.....104

5.1. La Température Corporelle et la Thermorégulation.....104

- a. Une constante vitale.....104
- A. Homéothermie : L'art de la stabilité thermique.....104

FIGURE 24 : RÉF. IMG (5356-5782-6671).....106

Mécanismes de la thermorégulation humaine face au froid et au chaud.....106

- B. Thermogenèse et Thermolyse : Produire et Perdre la Chaleur.....106

FIGURE 25 : RÉF. IMG (4930-1821-1561).....109

Les quatre voies de la thermolyse ou perte de chaleur corporelle.....109

- La fièvre n'est pas une maladie.....109

5.2. La Pression Artérielle et le Pouls.....111

- a. Une pulsation millénaire.....111
- A. La Pression Artérielle : Force et Résistance.....111
- B. Le Pouls : L'Écho du Cœur.....112

FIGURE 26 : RÉF. IMG (4646-6784-2047).....114

Schéma du tensiomètre à bras et interprétation des mesures systolique et dias.....114

- C. La Mesure en Pratique.....114

5.3. La Fréquence Respiratoire et les Échanges Gazeux.....116

- a. Un automatisme sous surveillance.....116
- A. La Fréquence Respiratoire : Le Rythme de la Vie.....116

FIGURE 27 : RÉF. IMG (1122-9160-6045).....119

Schéma du mécanisme de l'inspiration et de l'expiration pulmonaire.....119

- B. L'Hématose : La Chimie des Échanges Gazeux.....119

FIGURE 28 : RÉF. IMG (1685-9384-5570).....122

Représentation schématique des échanges gazeux au niveau d'une alvéole pulmon.....122

- b. Scénarios et Exercices.....122

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

5.4. L'Indice de Masse Corporelle (IMC) et la Croissance....124
- a. Un outil de mesure universel....124
- A. Définition et Calcul de l'IMC....124

FIGURE 29 : RÉF. IMG (1421-0614-6792)....127

Interprétation des catégories de l'Indice de Masse Corporelle (IMC)....127
- B. Interprétation de l'IMC et Limites....127

FIGURE 30 : RÉF. IMG (7075-8245-1654)....130

Limites de l'IMC : comparaison de deux morphologies de même poids....130
- b. Scénarios et Exercices....130

CHAPITRE 6 : SYSTÉMATIQUE ET INGÉNIERIE DU VIVANT....133

6.1. Principes de Classification et les Cinq Règnes....133
- a. Mettre de l'ordre dans le chaos du vivant....133
- A. La Systématique : La science du rangement....133

FIGURE 31 : RÉF. IMG (3641-3617-9178)....135

Les niveaux hiérarchiques de la classification biologique moderne....135
- B. Le Modèle des Cinq Règnes....135

FIGURE 32 : RÉF. IMG (3500-2147-7193)....138

Schéma simplifié des relations entre les cinq règnes du vivant....138
- b. Scénarios et Exercices....139

6.2. Diversité des Végétaux et des Animaux....140
- a. L'ordre apparent du chaos vivant....140
- A. Les grands embranchements du règne végétal....140

FIGURE 33 : RÉF. IMG (5574-0539-9577)....143

Arbre phylogénétique simplifié des grands groupes de végétaux terrestres....143
- B. La classification simplifiée du règne animal....143

6.3. Biotechnologies Modernes et Génie Génétique....146
- a. Introduction : Du champ de manioc au laboratoire....146
- A. Le Génie Génétique : Le principe de la transgenèse....146

FIGURE 34 : RÉF. IMG (8477-9367-6051)....148

Schéma simplifié de la transgenèse bactérienne pour produire de l'insuline....148

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Applications des Biotechnologies Modernes.....148

PARTIE 3 : GÉODYNAMIQUE, RESSOURCES ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT.....151

Une planète vivante.....151

Un trésor sous nos pieds.....151

La facture écologique.....151

L'intelligence et la responsabilité.....151

CHAPITRE 7 : DYNAMIQUE INTERNE DU GLOBE ET RESSOURCES MINÉRALES.....152

7.1. Structure Interne de la Terre et Tectonique.....152

- a. Une planète vivante sous nos pieds.....152
- A. Les couches de la Terre : Un oignon géologique.....152

FIGURE 35 : RÉF. IMG (7971-3197-3264).....154

Schéma simplifié des couches internes de la planète Terre.....154

- B. La Tectonique des Plaques : Le grand puzzle mobile.....154

FIGURE 36 : RÉF. IMG (8969-0213-5780).....156

Les trois types de frontières de plaques tectoniques.....156

- Une anecdote pour la route : Le trésor du Kivu.....156

7.2. Sismologie et Volcanisme.....158

- a. L'écorce terrestre : un sol faussement tranquille.....158
- A. Les séismes : rupture et propagation des ondes.....158
- B. Le volcanisme : la remontée du magma.....159

FIGURE 37 : RÉF. IMG (2553-8379-4355).....161

Coupe schématique d'un stratovolcan et localisation des chambres magmatiques.....161

- Une nuit agitée à Goma.....161

7.3. Ressources Géologiques de la RDC : Eau, Minerais et Énergie.....163

- a. Un trésor sous nos pieds.....163
- A. Les Ressources en Eau (Hydrogéologie).....164

FIGURE 38 : RÉF. IMG (7519-7803-8689).....166

Schéma simplifié d'une nappe phréatique et d'un aquifère captif.....166

- B. Les Ressources Minières et Énergétiques.....166

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

CHAPITRE 8 : DÉGRADATION ET RESTAURATION DES ÉCOSYSTÈMES.....170

8.1. Facteurs de Dégradation des Espaces.....170

- a. L'équilibre fragile.....170
- A. Les Facteurs Naturels de Dégradation.....170
- B. Les Facteurs Anthropiques (liés à l'homme).....171

8.2. Stratégies de Lutte : Reboisement et Agroforesterie.....172

- a. Une question de survie.....172
- A. Le Reboisement : Une réponse directe à la déforestation.....173
- B. L'Agroforesterie : L'alliance de l'arbre et de la culture.....174

FIGURE 39 : RÉF. IMG (9777-1824-7953).....176

Parcelle d'agroforesterie associant maïs, manioc et jeunes arbres fruitiers.....176

- Anecdote : Le pari des femmes de l'île de Mbie.....176

8.3. Aménagement Urbain, Assainissement et Jardins Scolaires.....178

- a. L'ordre et le désordre urbain.....178
- A. L'aménagement urbain et l'impact écologique.....178

FIGURE 40 : RÉF. IMG (4284-5331-6849).....181

Vue aérienne comparant un quartier planifié et un quartier anarchique.....181

- B. L'assainissement : une question de santé publique.....181
- C. Le jardin scolaire : un micro-écosystème pédagogique.....182

FIGURE 41 : RÉF. IMG (7169-9307-3354).....184

Élèves travaillant dans un jardin potager au sein d'une école.....184

- Scénarios et Exercices.....184

CHAPITRE 9 : BIODIVERSITÉ, TOURISME ET ENJEUX SOCIÉTAUX.....187

9.1. Aires Protégées et Biodiversité Endémique.....187

- a. Le paradoxe de la "terre vide".....187
- A. Aires Protégées : Définition et gestion.....187

FIGURE 42 : RÉF. IMG (3136-4566-2022).....189

Carte des principaux parcs nationaux et réserves de la RDC.....189

- B. L'Endémisme : La signature biologique congolaise.....189

FIGURE 43 : RÉF. IMG (5957-4304-0926).....192

L'Okapi se nourrissant dans la forêt dense de l'Ituri.....192
- Scénarios et Exercices.....192
- Une anecdote du terrain : Le botaniste de l'Upemba.....192

9.2. L'Écotourisme comme Levier de Développement.....194
- a. Une richesse qui se regarde, et qui rapporte.....194
- A. Définition et Principes Fondamentaux de l'Écotourisme.....195

FIGURE 44 : RÉF. IMG (6826-0281-1463).....197

Parc national des Virunga : gorilles de montagne et touristes.....197
- B. Les Atouts et Défis de l'Écotourisme en RDC.....197

FIGURE 45 : RÉF. IMG (4864-7400-2553).....200

Pirogue naviguant sur une rivière du parc national de la Salonga.....200
- b. L'anecdote du miel de Garamba.....200

9.3. Ressources Naturelles et Tensions Sociales.....202
- a. Le paradoxe de l'abondance.....202
- A. Le Principe de la "Tragédie des Communs".....203

FIGURE 46 : RÉF. IMG (3217-0874-6326).....205

Schéma d'une zone d'exploitation minière artisanale et ses impacts sociaux.....205
- B. Compétition pour le Contrôle Foncier.....205

9.4. Changement Climatique et Résilience.....208
- a. Les murmures de la Terre.....208
- A. Moteurs et Impacts du Changement Climatique.....208

FIGURE 47 : RÉF. IMG (2987-8233-0346).....210

Mécanisme simplifié de l'effet de serre accentué par les activités humaines.....210
- B. La Résilience Écologique et Communautaire.....210

FIGURE 48 : RÉF. IMG (8726-9257-2872).....213

Comparaison entre un système agricole fragile et un système agroforestier rés.....213
- Anecdotes et Application Pratique.....213

ANNEXES.....216

A.1. Protocoles de Sécurité au Laboratoire.....216
- A. Principes Fondamentaux de Conduite.....216

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. Équipement de Protection Individuelle (EPI)....216
- C. Gestion des Risques Chimiques....217
- D. Gestion des Risques Biologiques....218
- E. Gestion des Déchets de Laboratoire....218

A.2. Lexique Scientifique....219
- A. Biologie Moléculaire et Génétique....219
- B. Biochimie et Métabolisme....220
- C. Biologie Cellulaire....220
- D. Physiologie et Régulation....221

A.3. Tableau Périodique des Éléments (Biologiques)....222
- A. Classification des Bioéléments par Abondance....222
- B. Classification Fonctionnelle des Bioéléments....224

A.4. Guide des Principales Essences Forestières et Faune Protégée de la RDC....224
- A. Essences Forestières d'Intérêt Économique et Écologique....224
- B. Espèces de Faune Emblématiques et Protégées....226

A.5. Bibliographie et Webographie....228
- A. Principes de sélection des sources scientifiques....228
- B. Bibliographie fondamentale et complémentaire....229
- C. Webographie et ressources numériques....230

PRÉLIMINAIRES

0.1. Profil d'Entrée et Prérequis

0.1.1. Maîtrise des Compétences Cognitives

L'élève arrivant en troisième année scientifique démontre une capacité avérée au raisonnement hypothético-déductif. Sa démarche intellectuelle lui permet d'analyser une problématique biologique, de formuler une hypothèse pertinente et d'envisager un protocole expérimental pour la vérifier. La compétence de synthèse est également requise, autorisant la mise en relation de concepts issus de différents chapitres. Une aptitude à l'abstraction est nécessaire pour modéliser des phénomènes non directement observables.

0.1.2. Acquis Disciplinaires Fondamentaux

Un socle de savoirs validés issus des années antérieures est indispensable. Ce corpus inclut une connaissance structurée de la biologie cellulaire (cellules procaryotes et eucaryotes, organites et leurs fonctions), des bases de la génétique (lois de Mendel, structure de l'ADN, mitose, méiose) et des grands principes de la physiologie animale et végétale (nutrition, respiration, photosynthèse). Les notions fondamentales d'écologie, notamment les niveaux trophiques et les cycles biogéochimiques, sont considérées comme acquises.

0.1.3. Compétences Techniques et Méthodologiques

Sur le plan méthodologique, l'élève maîtrise les compétences procédurales de base. Ceci comprend l'utilisation fonctionnelle du microscope optique, la réalisation de préparations microscopiques simples et l'exécution de dessins d'observation scientifiques respectant les conventions. Il sait également lire, interpréter et construire des graphiques et des tableaux de données biologiques. Le suivi rigoureux d'un protocole expérimental écrit est une compétence non négociable.

0.2. Compétences Visées (Profil de Sortie)

0.2.1. Maîtrise des Fondamentaux Conceptuels

L'apprenant, au terme de ce programme, mobilise un socle de connaissances approfondies. Ce savoir couvre la biologie cellulaire, la biochimie structurale, la

génétique moléculaire, la physiologie animale et végétale ainsi que les principes de l'écologie des populations. Il articule ces notions avec précision pour décrire et expliquer les mécanismes du vivant à différentes échelles, du moléculaire à l'écosystémique. La maîtrise de ce corpus théorique est un prérequis non négociable pour l'enseignement supérieur.

0.2.2. Application de la Démarche Scientifique

Au-delà de la restitution des savoirs, le profil de sortie intègre la capacité à appliquer un raisonnement hypothético-déductif. L'élève formule une hypothèse vérifiable, interprète des résultats expérimentaux bruts (graphiques, tableaux, schémas) et en tire des conclusions logiques. Cette compétence lui permet d'analyser une situation biologique nouvelle de manière structurée et critique, en distinguant clairement les faits observés des inférences qu'il peut en déduire.

0.2.3. Capacité de Synthèse et de Communication Rigoureuse

Le finaliste est apte à synthétiser des informations provenant de divers champs de la biologie pour résoudre un problème complexe. Il construit une argumentation scientifique cohérente, étayée par des exemples précis et des schémas fonctionnels. Sa communication, orale ou écrite, emploie un vocabulaire technique adéquat et respecte les conventions de la discipline, le préparant ainsi aux exigences de la rédaction scientifique universitaire.

0.3. Méthodologie et Organisation du Travail

0.3.1. Approche Pédagogique

L'enseignement de la biologie dans ce volume adopte une démarche spiralaire. Chaque concept fondamental est d'abord introduit, puis revisité en profondeur dans des contextes variés et à des niveaux de complexité croissants. Cette méthode progressive favorise une consolidation durable des savoirs. L'objectif est le passage d'une mémorisation factuelle à une réelle compréhension des mécanismes biologiques. La structure du cours vise à développer l'autonomie intellectuelle de l'élève, le préparant à mobiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes inédits.

0.3.2. Articulation Théorie-Pratique

Fondamentalement expérimentale, la biologie exige une articulation solide entre le savoir et le savoir-faire. Chaque section théorique est

systématiquement suivie d'applications directes. Ces dernières prennent la forme de schémas à interpréter, d'exercices de raisonnement hypothético-déductif et de scénarios inspirés de problématiques concrètes. Cette dualité permanente assure la transition du savoir théorique (connaissances déclaratives) vers les compétences pratiques (connaissances procédurales), essentielles à la démarche scientifique.

0.3.3. Préparation aux Évaluations Certificatives

La finalité du cycle terminal est la réussite à l'Examen d'État. Les exercices, problèmes et études de cas sont calibrés sur le format et le niveau d'exigence de cette épreuve. Une attention particulière est portée au développement des compétences transversales évaluées : l'analyse rigoureuse de documents scientifiques, la capacité de synthèse d'informations et la communication claire par le schéma. L'enseignant dispose ainsi d'un outil pédagogique directement aligné avec les objectifs de la certification nationale.

0.4. Matériel Didactique Requis

0.4.1. Fondamentaux Pédagogiques

Le présent manuel forme le socle de la progression pédagogique. Son usage systématique est recommandé pour structurer chaque leçon. Un cahier de format A4 dédié exclusivement à la biologie est requis pour chaque élève, destiné à la prise de notes, à la reproduction de schémas complexes et à la résolution des exercices.

0.4.2. Supports Visuels et Schématiques

Une collection de planches murales est indispensable. Celles-ci doivent illustrer les cycles cellulaires (mitose, méiose), la structure de l'ADN et la synthèse protéique. Des modèles anatomiques tridimensionnels du corps humain (squelette, écorché musculaire, système nerveux) facilitent grandement la visualisation spatiale des structures.

0.4.3. Instrumentation pour l'Observation et l'Expérimentation

La pratique de l'observation microscopique requiert des microscopes optiques fonctionnels. Un lot de lames préparées (coupes histologiques végétales et animales) et de lames vierges avec lamelles est nécessaire. L'acquisition de colorants de base (bleu de méthylène, lugol) permet des préparations

extemporanées, par exemple à partir d'épiderme d'oignon ou de cellules buccales. Un kit de dissection de base est également préconisé.

0.4.4. Ressources Numériques et Multimédias

L'utilisation d'un ordinateur couplé à un vidéoprojecteur enrichit l'expérience didactique. Cet équipement permet la projection de schémas, d'animations vidéo (ex: réplication de l'ADN) et de photographies issues de la microscopie électronique, complétant ainsi les supports traditionnels.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Partie 1 : ORGANISATION, COMPOSITION ET FONCTIONNEMENT CELLULAIRE

De la brique à l'édifice vivant

Tout organisme vivant, du plus simple microbe dans le sol du Kasaï au majestueux okapi de l'Ituri, est un assemblage de cellules. La cellule est l'unité fondamentale, structurelle et fonctionnelle de la vie. Isolé, un organisme peut être une cellule unique. Intégrée, une cellule participe à un tissu, puis à un organe, formant ainsi la complexité d'un être multicellulaire.

Unité et diversité du monde cellulaire

Cette unité de base présente deux grands modèles d'organisation. Le modèle procaryote, simple et sans noyau délimité, caractérise les bactéries. Le modèle eucaryote, plus complexe et doté d'un noyau véritable, se retrouve chez les animaux, les plantes comme le palmier à huile du Kwilu, et les champignons. Cette distinction structurelle gouverne des modes de vie radicalement différents.

La chimie du vivant : les molécules de la vie

À l'intérieur de chaque cellule, une intense activité chimique se déroule. Elle est orchestrée par quatre grandes familles de molécules organiques : les glucides, sources d'énergie ; les lipides, composants des membranes ; les protéines, véritables ouvrières cellulaires ; et les acides nucléiques (ADN, ARN), gardiens de l'information génétique. Leur agencement précis détermine la structure et la fonction cellulaires.

La cellule au travail : métabolisme et énergie

Une cellule vivante est une usine microscopique en perpétuelle activité. L'ensemble de ses réactions chimiques forme le métabolisme. Ce dernier assure la transformation de la matière et de l'énergie puisées dans l'environnement. La cellule produit ainsi tout ce qui est nécessaire à sa maintenance, sa croissance et sa reproduction, garantissant la pérennité de l'organisme.

Chapitre 1 : Techniques d'Étude et Composition Chimique du Vivant

1.1. Méthodes d'Observation et d'Analyse Cellulaire

a. Une fenêtre sur l'invisible

Pendant des siècles, le monde vivant accessible à l'homme se limitait à ce que l'œil nu pouvait percevoir. La découverte de l'infiniment petit a exigé une révolution technologique. Un simple marchand de draps hollandais, Antonie van Leeuwenhoek, fut l'un des premiers à observer des "animalcules" grouillant dans une goutte d'eau grâce à des lentilles qu'il polissait lui-même.

Cette curiosité fondamentale est à l'origine de toute la biologie cellulaire moderne. Les instruments actuels, infiniment plus puissants, prolongent ce geste initial : rendre visible ce qui est, par nature, invisible. Comprendre leur fonctionnement est la première étape pour explorer la cellule.

A. La Microscopie Optique (ou Photonique)

La microscopie optique utilise un faisceau de lumière (des photons) qui traverse l'échantillon. Des lentilles en verre, comme des loupes très puissantes, agrandissent l'image obtenue. C'est la technique la plus fondamentale et la plus accessible, présente dans les laboratoires de Mbandaka comme dans les grands instituts de recherche.

Son principal avantage est la possibilité d'observer des cellules vivantes et leurs mouvements. Son pouvoir de résolution, c'est-à-dire sa capacité à distinguer deux points très proches, est cependant limité par la nature de la lumière. Il atteint au maximum 0,2 micromètre (µm). On peut ainsi observer des bactéries ou des levures, mais pas les détails de leurs structures internes.

B. La Microscopie Électronique

Pour voir au-delà de la limite de la lumière, la microscopie électronique emploie un faisceau d'électrons à la place des photons. Les électrons ayant une longueur d'onde beaucoup plus courte, le pouvoir de résolution est bien meilleur, pouvant atteindre 0,1 nanomètre (nm). Cela permet de visualiser les organites cellulaires, les virus et même de grosses molécules.

Cette puissance a une contrepartie. Les électrons sont déviés par l'air, donc l'observation se fait sous vide. L'échantillon doit être déshydraté, fixé et coupé en tranches ultrafines. Il est donc obligatoirement mort. Il existe deux

types principaux : la microscopie électronique à transmission (MET) pour voir à l'intérieur, et à balayage (MEB) pour observer la surface en 3D.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Figure 1 : Réf. IMG (7055-1145-0067)

Comparaison schématique du microscope optique et du microscope électronique

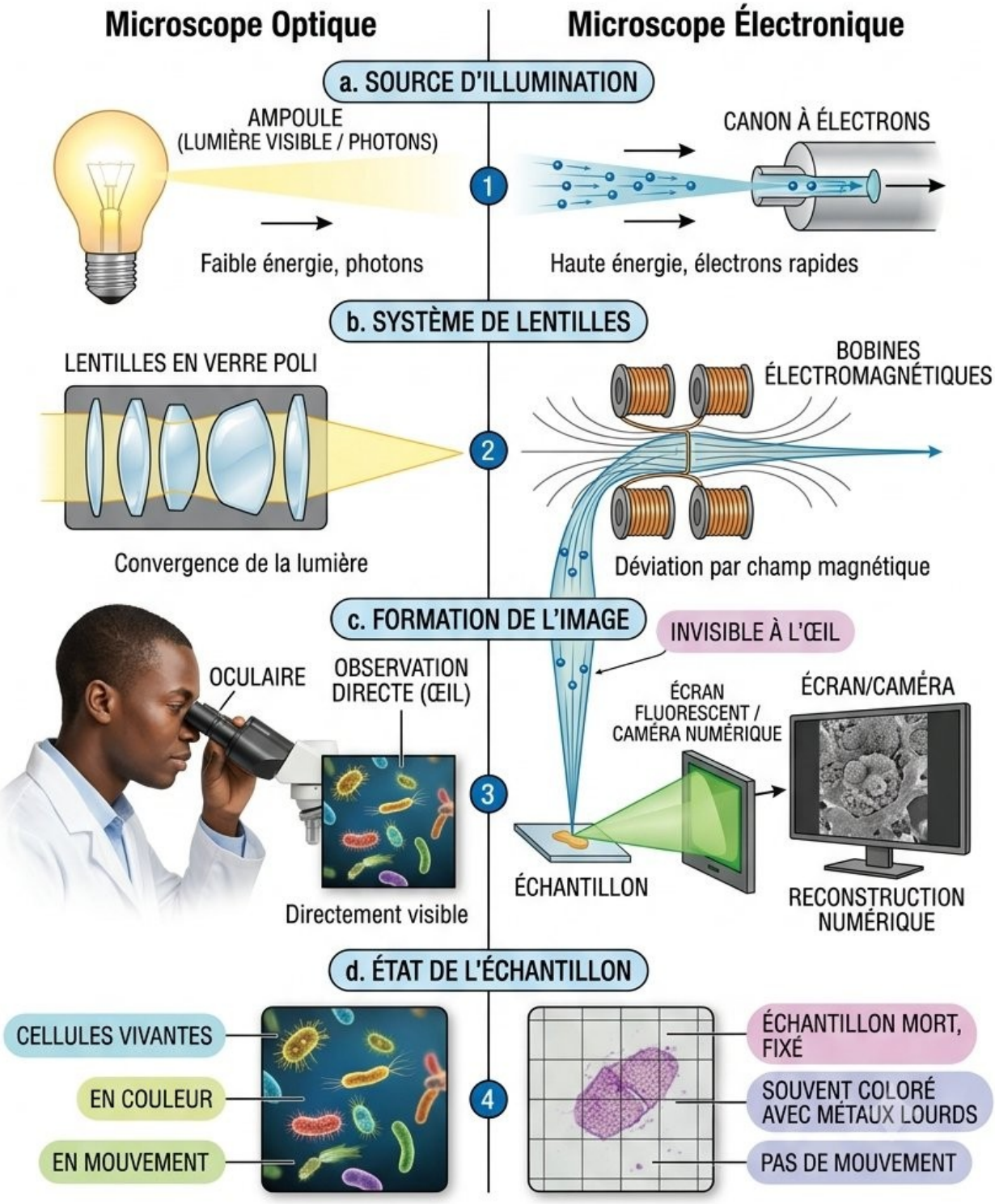


Figure 1 : Réf. IMG (7055-1145-0067)

Comparaison schématique du microscope optique et du microscope électronique

a. La source d'illumination

Le microscope optique utilise une ampoule produisant de la lumière visible (photons). Le microscope électronique emploie un canon qui émet un faisceau d'électrons à haute vitesse. Cette différence de "projectile" est la clé de leur performance respective.

b. Le système de lentilles

Dans un microscope optique, les lentilles sont en verre poli pour faire converger la lumière. Dans un microscope électronique, des bobines électromagnétiques jouent le rôle de lentilles en déviant le trajet des électrons grâce à un champ magnétique.

c. La formation de l'image

L'image du microscope optique peut être vue directement à travers l'oculaire. Celle du microscope électronique, invisible à l'œil nu, se forme sur un écran fluorescent ou est captée par une caméra numérique. L'image est une reconstruction.

d. L'état de l'échantillon

La contrainte majeure différencie les deux techniques. La microscopie optique autorise l'observation de cellules vivantes, en couleur et en mouvement. La microscopie électronique impose un échantillon mort, fixé et souvent coloré avec des métaux lourds.

Scénarios et Exercices

Une urgence au dispensaire de Gemena

Maman Alphonsine, infirmière titulaire au dispensaire de Gemena dans la province du Sud-Ubangi, reçoit un enfant avec une forte fièvre et une anémie sévère. Elle suspecte une crise de paludisme, mais les symptômes pourraient aussi correspondre à autre chose. Le médecin est en déplacement et les tests rapides sont en rupture de stock. Son seul outil de diagnostic immédiat est un vieux microscope optique offert par une ONG.

Elle prépare rapidement une goutte épaisse sur une lame de verre, la colore avec du Giemsa, et plonge son regard dans l'oculaire. Après quelques minutes de recherche patiente, elle les trouve : des parasites *Plasmodium* nichés à l'intérieur des globules rouges. L'observation directe a confirmé son diagnostic. Elle peut commencer le traitement sans attendre. Cet outil, bien que simple, vient de sauver une vie.

Exercice 1 : Le Choix du Bon Microscope à l'Hôpital de Panzi

Énoncé : Un biologiste du laboratoire de l'hôpital de Panzi, au Sud-Kivu, doit réaliser deux observations distinctes. D'abord, identifier la motilité de parasites vivants de type *Trypanosoma* dans un échantillon de sang frais. Ensuite, étudier en détail la structure de la capside d'un virus inconnu isolé chez un patient. Il a accès à un microscope optique et à un microscope électronique à transmission (MET). Quel instrument doit-il utiliser pour chaque tâche ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse de la première tâche (parasites vivants)** Le critère décisif est l'observation d'organismes **vivants** et **mobiles** (*motilité*). La microscopie électronique nécessite un échantillon mort et fixé. Seule la microscopie optique permet d'observer des cellules en vie.
2. **Étape 2 : Analyse de la seconde tâche (structure du virus)** Un virus est une structure extrêmement petite, bien en dessous du pouvoir de résolution du microscope optique. Pour voir les détails de sa capside (son enveloppe protéique), une très haute résolution est indispensable. C'est le rôle du microscope électronique à transmission.
3. **Étape 3 : Conclusion**
   - Pour observer les *Trypanosoma* vivants : il utilisera le **microscope optique**.
   - Pour étudier la structure du virus : il utilisera le **microscope électronique à transmission (MET)**.

Exercice 2 : Calcul de Grandissement à l'Université de Lubumbashi

Énoncé : Banza, un étudiant en 3ème année de biologie à l'UNILU, observe des cellules d'oignon. L'oculaire du microscope a un grandissement de 15x. Il utilise un objectif marqué 40x. Quel est le grandissement total de l'image qu'il observe ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Rappel de la formule** Le grandissement total (G_{total}) d'un microscope optique est le produit du grandissement de l'oculaire ($G_{oculaire}$) par celui de l'objectif ($G_{objectif}$).

$$G_{total} = G_{oculaire} \times G_{objectif}$$

2. **Étape 2 : Identification des données** D'après l'énoncé, nous avons :

   - $G_{oculaire} = 15\,x$
   - $G_{objectif} = 40\,x$

3. **Étape 3 : Application numérique** On applique la formule avec les valeurs données.

$$G_{total} = 15 \times 40 = 600$$

Le grandissement total de l'image observée par Banza est de 600x.

1.2. Les Bioéléments et l'Eau

Une question de composition

Même si l'on parle souvent des protéines, des glucides ou des lipides, la vie est avant tout une affaire de chimie élémentaire. La complexité du vivant émerge d'une combinaison extraordinairement précise d'un nombre très restreint d'éléments chimiques disponibles dans l'univers.

Un être humain, un manguier de Kisangani ou un poisson du fleuve Congo partagent fondamentalement la même poignée d'atomes. La différence réside dans leur agencement et leurs proportions. La biologie commence ici, au niveau atomique.

A. Classification des bioéléments

Les bioéléments sont les éléments chimiques qui constituent la matière vivante. On les classe selon leur abondance dans les organismes.

a. Les bioéléments primaires (majeurs)

Ces quatre éléments représentent plus de 96% de la masse de la plupart des cellules. Ils forment le squelette de toutes les molécules organiques.

- **Carbone (C)** : La base de la chimie organique.
- **Hydrogène (H)** : Présent dans l'eau et presque toutes les molécules organiques.
- **Oxygène (O)** : Essentiel à la respiration cellulaire et composant de l'eau.
- **Azote (N)** : Un constituant clé des protéines et des acides nucléiques (ADN, ARN).

b. Les bioéléments secondaires

Ils représentent environ 3 à 4% de la masse corporelle. Leur rôle est structural et fonctionnel. Cette catégorie inclut le Calcium (Ca), le Phosphore (P), le Potassium (K), le Soufre (S), le Sodium (Na), le Chlore (Cl) et le Magnésium (Mg). Le calcium, par exemple, solidifie les os, tandis que le sodium et le potassium sont vitaux pour l'influx nerveux.

c. Les oligoéléments (ou éléments-traces)

Présents en quantités infimes, ils sont pourtant indispensables au fonctionnement des enzymes et des hormones. Une carence peut provoquer des maladies graves. Le Fer (Fe) est nécessaire à l'hémoglobine du sang, et l'Iode (I) au fonctionnement de la glande thyroïde.

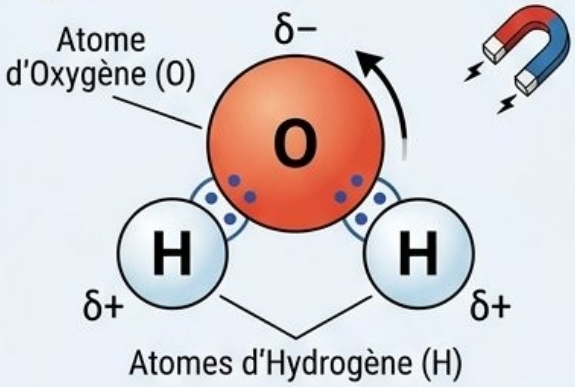
B. L'eau, solvant universel de la vie

L'eau représente 60 à 95% de la masse d'un organisme. Aucune autre substance n'est aussi abondante et aussi cruciale. Ses propriétés uniques découlent de la structure de sa molécule, H_2O.

Figure 2 : **Réf. IMG** (7168-3792-5228)

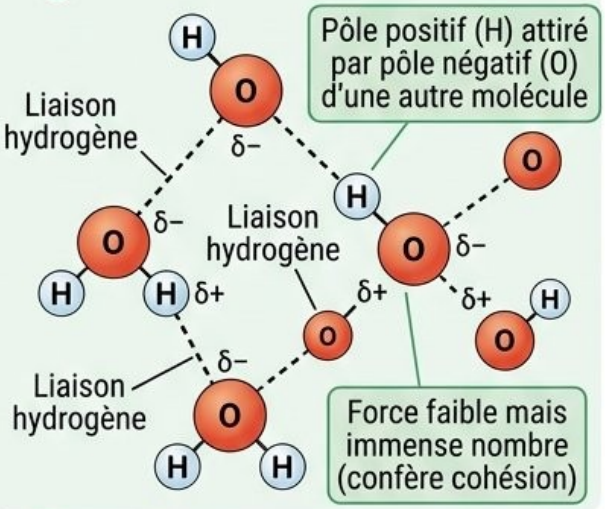
Structure polaire de la molécule d'eau et ses liaisons hydrogène

1. Polarité électrique de la molécule d'eau



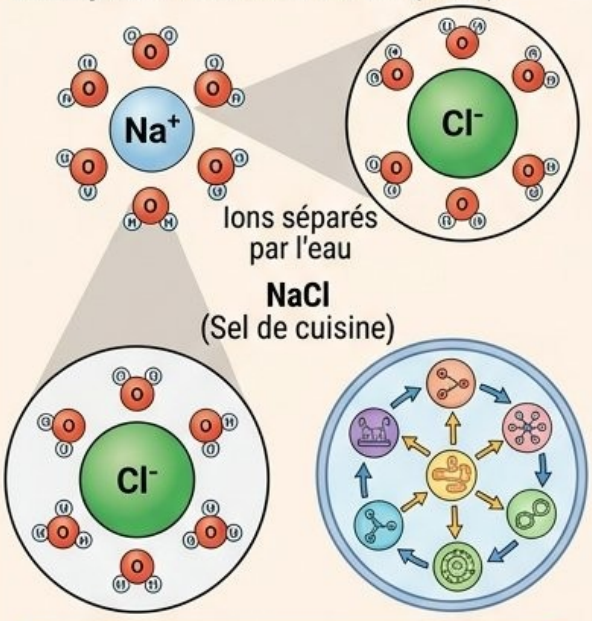
Répartition inégale des charges.
L'eau est une molécule polaire (dipôle)

2. Formation des liaisons hydrogène



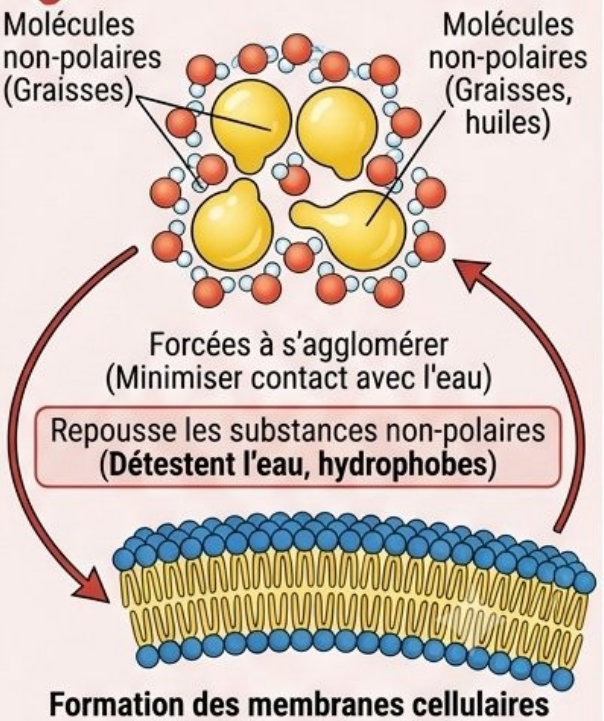
3. Rôle de solvant : Substances hydrophiles

Exemple : Dissolution du sel (NaCl)



Substances polaires s'entourent d'eau
(Aiment l'eau, **hydrophiles**)

4. L'effet hydrophobe : Substances hydrophobes



Repousse les substances non-polaires
(**Détestent l'eau, hydrophobes**)

Formation des membranes cellulaires
(Délimitation de la cellule)

Figure 2 : Réf. IMG (7168-3792-5228)

Structure polaire de la molécule d'eau et ses liaisons hydrogène

a. La polarité électrique

Dans la molécule d'eau, l'atome d'oxygène attire plus fortement les électrons que les atomes d'hydrogène. L'oxygène devient légèrement négatif ($\delta -$) et les hydrogènes légèrement positifs ($\delta +$¿). Cette répartition inégale des charges fait de l'eau une molécule polaire, un véritable petit aimant.

b. La liaison hydrogène

Cette polarité permet aux molécules d'eau de s'attirer les unes les autres. Le pôle positif (H) d'une molécule est attiré par le pôle négatif (O) d'une autre. Cette attraction, nommée liaison hydrogène, est une force faible mais son immense nombre confère à l'eau sa cohésion.

c. Le rôle de solvant

Grâce à sa polarité, l'eau peut entourer et dissoudre d'autres substances polaires, comme le sel de cuisine (NaCl) ou le sucre. Ces substances sont dites hydrophiles ("qui aiment l'eau"). L'eau est le solvant dans lequel se déroulent toutes les réactions chimiques du métabolisme cellulaire.

d. L'effet hydrophobe

Inversement, l'eau ne peut pas dissoudre les molécules non-polaires comme les huiles et les graisses (lipides). Elle les repousse, les forçant à s'agglomérer. Cet effet hydrophobe est fondamental pour la formation des membranes cellulaires, qui délimitent la cellule.

C. Scénarios et Exercices

Une question de sel à Muanda

Nsimba, un élève de 3ème scientifique en vacances à Muanda, dans le Kongo Central, observe les travailleurs des marais salants. Il voit comment l'eau de mer, une fois chauffée par le soleil dans les bassins, s'évapore et laisse derrière elle des cristaux de sel pur. Il se souvient de son cours : l'eau est un solvant. Le sel (NaCl) est un soluté. Ici, la nature effectue une séparation simple mais fondamentale. L'eau s'échappe sous forme de vapeur, mais les bioéléments

Sodium (Na) et Chlore (Cl) restent. Il comprend soudain que le sang qui coule dans ses veines est, à sa manière, une sorte d'océan intérieur, une solution saline où baignent ses cellules et où se transportent les nutriments.

Exercice 1 : Le fer manquant du Kasaï

Énoncé : Mama Hélène, habitant Kananga, se sent constamment fatiguée. Lors d'une visite au centre de santé, l'infirmier, après l'avoir écoutée, lui conseille de consommer plus de légumes à feuilles vertes (type "bitekuteku") et un peu de viande, des aliments riches en fer. Pourquoi l'ajout d'un simple oligoélément comme le fer peut-il changer radicalement son état de santé ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Classification du fer** Le fer (Fe) est un oligoélément. Cela signifie que le corps en a besoin en très petite quantité, mais que cette quantité est vitale.
2. **Étape 2 : Identification du rôle biologique** Le rôle principal du fer dans l'organisme est d'être le composant central de la molécule d'hémoglobine, présente dans les globules rouges du sang.
3. **Étape 3 : Déduction de la cause et de l'effet** L'hémoglobine est responsable du transport de l'oxygène des poumons vers toutes les cellules du corps. Une carence en fer (manque de fer) entraîne une production insuffisante d'hémoglobine. Moins d'hémoglobine signifie moins d'oxygène transporté. Les cellules manquent d'énergie, ce qui provoque la fatigue intense (anémie).

Exercice 2 : Huile de palme et vinaigrette à Mbandaka

Énoncé : Papa Bofia, à Mbandaka dans la province de l'Équateur, veut préparer une sauce vinaigrette pour sa salade. Il mélange de l'huile de palme et du vinaigre (qui est principalement de l'eau). Il secoue la bouteille vigoureusement, mais après quelques secondes, l'huile remonte toujours à la surface et se sépare du vinaigre. En utilisant les propriétés de l'eau, expliquez pourquoi ces deux liquides refusent de se mélanger.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse de la polarité des composants** Le vinaigre est une solution aqueuse, sa molécule principale est donc l'eau (H_2O), qui est polaire. L'huile de palme est un lipide, une matière grasse. Les lipides sont des molécules non-polaires (ou apolaires).

2. **Étape 2 : Application du principe "qui se ressemble s'assemble"** Les molécules d'eau (polaires) s'attirent très fortement entre elles via les liaisons hydrogène. Elles forment un réseau cohésif qui exclut les molécules non-polaires d'huile.
3. **Étape 3 : Conclusion sur l'effet hydrophobe** L'huile est dite "hydrophobe" (qui a peur de l'eau). Elle ne peut pas former de liaisons hydrogène avec l'eau et est donc repoussée. Cela force les deux liquides à former deux phases distinctes et non miscibles, avec l'huile, moins dense, flottant au-dessus de l'eau.

1.3. Les Sels Minéraux et leur Importance Physiologique

a. Accroche minérale

Lorsque l'on retire l'eau et les molécules organiques d'un être vivant, il reste une infime fraction de matière. Cette cendre, pesant environ 4% de la masse corporelle, est principalement composée de sels minéraux. Ces substances inorganiques, bien que minoritaires, sont absolument fondamentales au fonctionnement de la machinerie cellulaire.

Leur absence ou leur déséquilibre provoque des pathologies sévères. La vie dépend donc de la présence constante de ces ions discrets, circulant dans nos fluides ou solidement intégrés dans nos structures, comme dans les os de la mâchoire d'un crocodile du Lac Tanganyika.

A. Définition et classification

Les sels minéraux sont des substances chimiques inorganiques. Dans les milieux biologiques, ils se trouvent sous forme d'ions (atomes ou groupes d'atomes portant une charge électrique). Une cellule vivante sans ces ions est une machine sans électricité.

On les classe en deux grandes familles selon leur concentration dans l'organisme.

- **Les macro-éléments** : Ils sont présents en quantité notable. Le corps en a besoin en grande quantité (plus de 100 mg/jour). Exemples : Calcium (Ca), Phosphore (P), Potassium (K), Sodium (Na), Chlore (Cl), Magnésium (Mg).
- **Les oligo-éléments** : Ils sont présents à l'état de traces. Les besoins sont infimes (quelques mg ou µg/jour), mais leur rôle est tout aussi

crucial. Exemples : Fer (Fe), Iode (I), Zinc (Zn), Cuivre (Cu), Sélénium (Se).

B. Rôles physiologiques majeurs

Chaque ion minéral possède une ou plusieurs fonctions spécifiques. Un déséquilibre ionique perturbe immédiatement l'homéostasie, l'équilibre interne du corps.

Le couple Sodium ($Na^{+¿¿}$) et Potassium ($K^{+¿¿}$) est le moteur de l'influx nerveux. Leur mouvement de part et d'autre de la membrane du neurone crée le potentiel d'action, ce signal électrique qui parcourt les nerfs à grande vitesse. Le Calcium ($Ca^{2+¿¿}$) est indispensable à la contraction des muscles et à la solidification des os.

Le Fer ($Fe^{2+¿¿}$) est le composant central de l'hémoglobine, la protéine des globules rouges qui transporte l'oxygène. Une carence en fer provoque l'anémie. L'Iode (I^{-}) est un composant essentiel des hormones thyroïdiennes, qui régulent le métabolisme de tout le corps. Une carence en iode peut causer un goitre, un gonflement de la glande thyroïde.