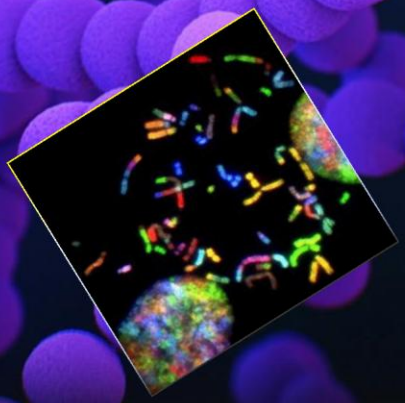
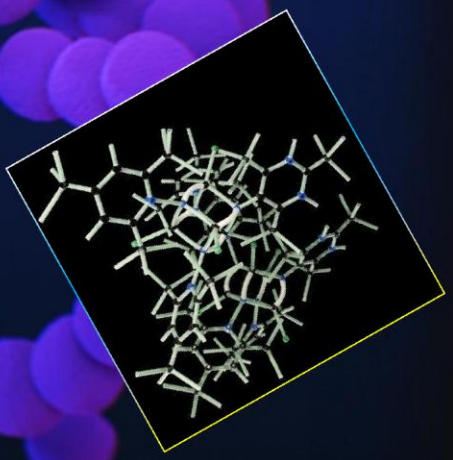






# COURS DE BIOLOGIE

EDITION 2025

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

2è Année

## Option : Nutrition



# TABLE DE MATIERE

PRÉLIMINAIRES ..... 1
1. Objectifs Généraux du Cours ..... 1
- 1.1. L'Acquisition d'une Culture Scientifique Fondamentale ..... 1
- 1.2. La Compréhension de l'Unité et de la Diversité du Vivant ..... 1
- 1.3. La Préparation aux Disciplines Spécialisées ..... 2

2. Compétences Visées ..... 2
- 2.1. Analyse Structurale et Fonctionnelle de la Cellule ..... 2
- 2.2. Caractérisation Biochimique des Nutriments ..... 3
- 2.3. Maîtrise des Grands Systèmes Physiologiques ..... 3
- 2.4. Expertise en Microbiologie Appliquée ..... 4
- 2.5. Vision Écologique de l'Alimentation ..... 4

3. Approche Pédagogique ..... 4
- 3.1. Contextualisation Systématique ..... 4
- 3.2. L'Expérimentation et l'Observation ..... 5
- 3.3. L'Échafaudage Cognitif ..... 5
- 3.4. Le Développement de l'Esprit Critique ..... 6

4. Modalités d'Évaluation ..... 6
- 4.1. Évaluation Formative Continue ..... 6
- 4.2. Évaluation Sommative et Certificative ..... 7

Chapitre 1 : La Cellule, Unité Structurale et Fonctionnelle du Vivant ..... 10
1.1. La Théorie Cellulaire et les Caractéristiques du Vivant ..... 10
- 1.1.1. Les Propriétés Fondamentales de la Matière Vivante ..... 10
- 1.1.2. Les Principes de la Théorie Cellulaire ..... 11

1.2. Structure et Organisation des Cellules ..... 12
- 1.2.1. La Cellule Procaryote ..... 12
- 1.2.2. La Cellule Eucaryote ..... 14

1.3. Ressources complémentaires ..... 17
- 1.3.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 17
- 1.3.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 18

1.4. Scenarios et Exercices ..... 18
- 1.4.1 Exercices ..... 18
- 1.4.2 Scénarios d'assimilation ..... 20

Chapitre 2 : Les Molécules du Vivant : Introduction à la Biochimie ..... 23
2.1. L'Eau et les Sels Minéraux ..... 23
- 2.1.1. L'Eau : Matrice de la Vie et Solvant Universel ..... 23

- 2.1.2. Les Sels Minéraux : Cofacteurs et Structurants ..... 24

2.2. Les Glucides ..... 25

- 2.2.1. Les Monosaccharides : Les Unités de Base ..... 25
- 2.2.2. Les Disaccharides : L'Association de Deux Monomères ..... 25
- 2.2.3. Les Polysaccharides : Réserves et Structures ..... 26

2.3. Les Lipides ..... 27

- 2.3.1. Structure et Classification Fonctionnelle ..... 27
- 2.3.2. Sources Locales et Importance Biologique ..... 27

2.4. Les Protides ..... 28

- 2.4.1. Acides Aminés et Structure Protéique ..... 28
- 2.4.2. Rôles Biologiques ..... 29
- 2.4.3. Sources et Qualité Protéique en RDC ..... 29

2.5. Les Vitamines ..... 30

- 2.5.1. Vitamines Hydrosolubles ..... 30
- 2.5.2. Vitamines Liposolubles ..... 30

2.6. Ressources complémentaires ..... 31

- 2.6.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 31
- 2.6.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 32

2.7. Scenarios et Exercices ..... 32

- 2.7.1 Exercices ..... 32
- 2.7.2 Scénarios d'assimilation ..... 34

Chapitre 3 : Le Système Digestif et l'Absorption ..... 39

3.1. Anatomie du Tube Digestif ..... 39

- 3.1.1. Le Tractus Gastro-Intestinal Supérieur ..... 39
- 3.1.2. Le Tractus Gastro-Intestinal Inférieur ..... 40
- 3.1.3. Les Glandes Annexes ..... 41

3.2. Les Processus de la Digestion ..... 42

- 3.2.1. Digestion Mécanique ..... 42
- 3.2.2. Digestion Chimique ..... 43

3.3. L'Absorption Intestinale ..... 44

- 3.3.1. Adaptations Structurales : La Surface d'Échange ..... 44
- 3.3.2. Mécanismes de Transport Membranaire ..... 45
- 3.3.3. Voies d'Absorption et Distribution ..... 45

3.4. Ressources complémentaires ..... 46

- 3.4.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 46
- 3.4.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 47

3.5. Scenarios et Exercices ..... 48
- 3.5.1 Exercices ..... 48
- 3.5.2 Scénarios d'assimilation ..... 50

Chapitre 4 : Les Systèmes de Transport et d'Épuration ..... 52
4.1. Le Système Circulatoire ..... 52
- 4.1.1. Le Sang : Tissu Liquide et Vecteur Nutritionnel ..... 52
- 4.1.2. Le Cœur et la Dynamique Circulatoire ..... 53
- 4.1.3. Les Vaisseaux Sanguins et la Distribution ..... 54
- 4.1.4. Physiologie du Transport des Gaz et Nutriments ..... 55

4.2. Le Système Urinaire ..... 55
- 4.2.1. Anatomie du Système Urinaire ..... 55
- 4.2.2. Physiologie Rénale : Filtration et Homéostasie ..... 56

4.4. Ressources complémentaires ..... 57
- 4.4.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 57
- 4.4.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 58

4.5. Scenarios et Exercices ..... 59
- 4.5.1 Exercices ..... 59
- 4.5.2 Scénarios d'assimilation ..... 61

Chapitre 5 : Introduction à la Microbiologie ..... 65
5.1. Les Bactéries ..... 65
- 5.1.1. Morphologie et Classification ..... 65
- 5.1.2. Ultrastructure Bactérienne ..... 65
- 5.1.3. Physiologie et Reproduction ..... 67
- 5.1.4. Diversité Métabolique et Rôles ..... 67

5.2. Les Champignons Microscopiques ..... 68
- 5.2.1. Les Levures ..... 68
- 5.2.2. Les Moisissures ..... 68

5.3. Les Virus ..... 69
- 5.3.1. Structure Virale ..... 69
- 5.3.2. Le Cycle de Réplication Virale ..... 70
- 5.3.3. Conséquences Pathologiques ..... 71

5.4. Ressources complémentaires ..... 71
- 5.4.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 71
- 5.4.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 72

5.5. Scenarios et Exercices ..... 73
- 5.5.1 Exercices ..... 73

- 5.5.2 Scénarios d'assimilation ..... 75

Chapitre 6 : Microbiologie Alimentaire ..... 77

6.1. Les Micro-organismes Utiles ..... 77

- 6.1.1. La Fermentation : Principe et Applications Locales ..... 77
- 6.1.2. Le Microbiote Intestinal : Un Organe Virtuel ..... 78

6.2. Les Micro-organismes d'Altération ..... 79

- 6.2.1. Agents Biologiques de l'Altération ..... 79
- 6.2.2. Facteurs Influenceurs de la Prolifération Microbienne ..... 79

6.3. Les Micro-organismes Pathogènes ..... 80

- 6.3.1. Les Agents d'Infection Alimentaire ..... 80
- 6.3.2. Les Agents d'Intoxication Alimentaire ..... 81

6.4. Ressources complémentaires ..... 82

- 6.4.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 82
- 6.4.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 83

6.5. Scenarios et Exercices ..... 83

- 6.5.1 Exercices ..... 83
- 6.5.2 Scénarios d'assimilation ..... 85

Chapitre 7 : La Biologie des Producteurs : Le Monde Végétal ..... 89

7.1. La Photosynthèse ..... 89

- 7.1.1. Le Siège de la Photosynthèse : Le Chloroplaste ..... 89
- 7.1.2. Mécanisme Physiologique ..... 89
- 7.1.3. Importance Nutritionnelle et Écologique en RDC ..... 90

7.2. Nutrition et Transport chez les Végétaux ..... 90

- 7.2.1. L'Absorption Racinaire ..... 90
- 7.2.2. La Circulation des Sèves ..... 91

7.3. Ressources complémentaires ..... 92

- 7.3.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 92
- 7.3.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 93

Scenarios et Exercices ..... 93

- Exercices ..... 93
- Scénarios d'assimilation ..... 95

Chapitre 8 : Notions d'Écologie et Chaînes Alimentaires ..... 97

8.1. Les Niveaux d'Organisation Écologique ..... 97

- 8.1.1. La Population et la Communauté ..... 97
- 8.1.2. L'Écosystème : Unité Fonctionnelle de la Biosphère ..... 98

8.2. Les Chaînes et Réseaux Trophiques ..... 99

- 8.2.1. Les Niveaux Trophiques ..... 99
- 8.2.2. Dynamique des Chaînes et Réseaux ..... 100

8.3. Ressources complémentaires ..... 102

- 8.3.1 Questions et réponses d'approfondissement ..... 102
- 8.3.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter ..... 103

8.4. Scenarios et Exercices ..... 103

- 8.4.1 Exercices ..... 103
- 8.4.2 Scénarios d'assimilation ..... 105

ANNEXES ..... a

ANNEXES ..... a

1. Glossaire des Termes Clés ..... i

- A ..... i
- B ..... ii
- C ..... ii
- D ..... iii
- E ..... iii
- F ..... iii
- G ..... iv
- H ..... iv
- L ..... iv
- M ..... iv
- N ..... v
- O ..... v
- P ..... v
- R ..... vi
- V ..... vi

2. Protocoles de Sécurité en Laboratoire ..... vi

- 2.1. Équipement de Protection Individuelle (EPI) et Comportement ..... vi
- 2.2. Manipulation du Matériel et des Produits ..... vii
- 2.3. Gestion des Déchets et Incidents ..... viii

3. Fiches Techniques Simplifiées ..... ix

- Fiche Technique N°1 : Réalisation d'un Frottis et Coloration Simple ..... ix
- Fiche Technique N°2 : Utilisation du Microscope Optique ..... x
- Fiche Technique N°3 : Mise en Évidence de l'Amidon (Test à l'Eau Iodée) ..... xii
- Fiche Technique N°4 : Mise en Évidence des Sucres Réducteurs (Test de Fehling) ..... xiii
- Fiche Technique N°5 : Mise en Évidence des Protéines (Réaction du Biuret) ..... xiv



# PRÉLIMINAIRES

## 1. Objectifs Généraux du Cours

L'enseignement de la biologie en deuxième année secondaire pour la filière Nutrition et Diététique ne constitue pas une simple accumulation de faits disparates, mais l'édification rigoureuse d'un socle scientifique indispensable à la pratique professionnelle future. Ce cours a pour vocation première de doter l'apprenant des clés de lecture fondamentales du vivant, transformant sa perception intuitive de l'alimentation en une compréhension biochimique et physiologique structurée. L'objectif central consiste à établir une connexion indissoluble entre les mécanismes biologiques microscopiques et leurs manifestations macroscopiques visibles dans l'état nutritionnel des populations congolaises. 🧬

### 1.1. L'Acquisition d'une Culture Scientifique Fondamentale

Le premier impératif est de forger un esprit scientifique rationnel, capable de dépasser les croyances populaires ou les approximations empiriques concernant la santé et l'alimentation. L'élève doit appréhender la biologie comme une science expérimentale et logique, régie par des lois physico-chimiques universelles. Il s'agit de comprendre que la nutrition n'est pas une discipline isolée, mais l'application directe de la biologie cellulaire et moléculaire. La maîtrise des concepts d'énergie, de matière et d'information génétique permettra au futur technicien d'analyser les phénomènes biologiques avec précision, qu'il s'agisse de la croissance d'un enfant à Kinshasa ou de la prévalence du goitre dans les zones montagneuses. 🧠

### 1.2. La Compréhension de l'Unité et de la Diversité du Vivant

Ce cours vise à démontrer l'unité structurale du monde vivant, depuis la bactérie unicellulaire jusqu'à l'organisme humain complexe. L'objectif est de faire assimiler à l'élève que les processus métaboliques qui régissent la fermentation du manioc par des micro-organismes sont de même nature biochimique que ceux qui assurent la digestion humaine. Cette perspective unificatrice est essentielle pour comprendre les interactions trophiques et les mécanismes de pathogénicité. Simultanément, l'élève explorera la diversité biologique pour identifier les sources variées de nutriments offertes par la

biodiversité de la République Démocratique du Congo, apprenant à valoriser les ressources locales sur une base scientifique. 🌿

### 1.3. La Préparation aux Disciplines Spécialisées

En tant que propédeutique aux cours techniques de diététique, de pathologie nutritionnelle et de technologie alimentaire, ce programme de biologie doit fournir le vocabulaire et les concepts prérequis. L'objectif est de rendre l'élève apte à aborder ultérieurement des notions complexes telles que le calcul de rations, la physiopathologie du diabète ou la microbiologie industrielle sans heurts cognitifs. La biologie de 2ème année pose les fondations : sans une compréhension solide de la perméabilité membranaire aujourd'hui, l'étude de l'absorption intestinale et de la réhydratation orale demain serait vouée à l'échec. Le cours agit comme un investissement intellectuel à long terme pour la réussite du cursus. 📚

## 2. Compétences Visées

Au terme de ce programme, l'élève ne devra pas seulement "savoir", mais "savoir-faire" et "savoir-mobiliser". Les compétences terminales sont définies pour garantir l'opérationnalité du futur technicien en nutrition face aux défis sanitaires réels.

### 2.1. Analyse Structurale et Fonctionnelle de la Cellule

L'élève sera capable de décrypter l'organisation microscopique de la matière vivante.

- **Identification Cytologique :** Il distinguera avec précision les cellules procaryotes des cellules eucaryotes (animales et végétales) sur base d'observations microscopiques ou de documents iconographiques, en identifiant les organites clés (noyau, mitochondrie, chloroplaste, ribosome).
- **Corrélation Structure-Fonction :** Il expliquera le lien causal entre la structure d'un organite et sa fonction physiologique. Par exemple, il devra démontrer comment la surface des crêtes mitochondriales maximise la production d'ATP, ou comment la paroi cellulosique végétale influence la digestibilité des fibres alimentaires.

- **Compréhension Moléculaire :** Il décrira le rôle central de l'ADN comme support de l'hérédité et chef d'orchestre de la synthèse protéique, comprenant ainsi les bases génétiques de certaines intolérances ou maladies métaboliques. 🔬

## 2.2. Caractérisation Biochimique des Nutriments

L'élève développera une expertise dans la biochimie des molécules du vivant.

- **Classification Moléculaire :** Il identifiera et classera sans erreur les biomolécules majeures (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques, vitamines) selon leur structure chimique et leurs propriétés physiques (solubilité).
- **Analyse Fonctionnelle :** Il attribuera à chaque classe de biomolécule son rôle physiologique précis : énergétique (glucose, triglycérides), bâtisseur (acides aminés, calcium) ou fonctionnel (enzymes, hormones, vitamines).
- **Application Diététique :** Il sera capable de justifier la nécessité des apports exogènes en nutriments essentiels (acides aminés indispensables, acides gras essentiels) en expliquant l'incapacité de l'organisme à les synthétiser, liant ainsi chimie organique et recommandations alimentaires. 🧪

## 2.3. Maîtrise des Grands Systèmes Physiologiques

L'élève intégrera le fonctionnement des systèmes corporels impliqués dans la nutrition.

- **Physiologie Digestive :** Il décrira le trajet complet des aliments, détaillant les transformations mécaniques et chimiques à chaque étape (buccale, gastrique, intestinale). Il expliquera le rôle spécifique des enzymes digestives et les conditions de pH requises pour leur activité.
- **Absorption et Transport :** Il expliquera les mécanismes de passage des nutriments à travers la barrière intestinale et leur distribution par le sang et la lymphe vers les cellules cibles.
- **Homéostasie et Excrétion :** Il démontrera l'importance de l'épuration sanguine par le rein et la régulation de l'équilibre hydrique, compétence

cruciale pour comprendre la prise en charge des malnutritions sévères ou des déshydratations. 🫀

### 2.4. Expertise en Microbiologie Appliquée

L'élève évaluera le rôle double des micro-organismes dans la chaîne alimentaire.

- **Discrimination Microbienne :** Il différenciera les bactéries, levures, moisissures et virus selon leurs caractéristiques morphologiques et leurs modes de reproduction.
- **Valorisation Biotechnologique :** Il expliquera les processus de fermentation utiles (panification, brasserie, conservation du manioc), en identifiant les agents biologiques responsables.
- **Prévention des Risques :** Il identifiera les agents pathogènes responsables des toxi-infections alimentaires fréquentes en RDC (Salmonelles, *Vibrio cholerae*) et déduira les mesures d'hygiène prophylactiques nécessaires pour garantir la sécurité sanitaire des aliments. 🦠

### 2.5. Vision Écologique de l'Alimentation

L'élève situera la production alimentaire dans son contexte environnemental.

- **Analyse Trophique :** Il modélisera les flux d'énergie et de matière au sein d'un écosystème, en construisant des chaînes alimentaires logiques reliant les producteurs primaires aux consommateurs finaux.
- **Impact Anthropique :** Il évaluera l'impact des pratiques agricoles et alimentaires sur les écosystèmes locaux, comprenant les enjeux de la durabilité et de la préservation de la biodiversité congolaise comme réservoir de sécurité alimentaire. 🌍

## 3. Approche Pédagogique

La méthodologie d'enseignement adoptée pour ce cours rompt avec le modèle transmissif passif pour privilégier une pédagogie active, inductive et ancrée dans le réel. L'apprentissage est conçu comme une construction progressive où l'élève est l'acteur principal de son savoir.

### 3.1. Contextualisation Systématique

Chaque concept biologique est introduit ou illustré par une situation concrète issue de l'environnement immédiat de l'élève en République Démocratique du

Congo. L'abstraction scientifique doit toujours trouver un ancrage dans la réalité tangible.

- **Exemples Locaux :** L'étude des glucides ne se fera pas uniquement sur des schémas moléculaires, mais en analysant la composition du *Fufu* ou de la patate douce. L'étude des protéines prendra appui sur la comparaison entre les sources animales (fretin, chenilles) et végétales (soja, niébé).
- **Problématiques de Santé Publique :** Les concepts physiologiques seront reliés aux défis sanitaires nationaux. L'étude de l'osmose servira à expliquer le mécanisme de la diarrhée cholérique ; l'étude de l'iode sera liée à la prévention du goitre endémique. Cette approche donne du sens à l'apprentissage et motive l'élève en lui montrant l'utilité sociale de ses connaissances. CD

## 3.2. L'Expérimentation et l'Observation

La biologie étant une science d'observation, le cours théorique est indissociable des travaux pratiques. Le laboratoire est le lieu privilégié où la théorie se confronte à la matière.

- **Microscopie :** L'utilisation du microscope optique est centrale pour développer la rigueur observationnelle. L'élève apprendra à préparer ses propres lames, à régler l'appareil et à dessiner fidèlement ce qu'il observe, dépassant le stade de l'image d'épinal pour voir la réalité cellulaire.
- **Manipulations Biochimiques :** Des expériences simples mais démonstratives (mise en évidence de l'amidon par le lugol, coagulation des protéines par l'acide) permettront de matérialiser les concepts invisibles. Ces manipulations développent la dextérité, le respect des protocoles et la capacité d'interprétation des résultats. 🧪

## 3.3. L'Échafaudage Cognitif

La progression du cours suit une logique d'échafaudage rigoureux, allant du simple au complexe.

- **Du Moléculaire à l'Organisme :** Nous commençons par les briques élémentaires (atomes, molécules) pour construire la cellule, puis les tissus, les organes, les systèmes et enfin l'organisme dans son environnement. Cette structuration hiérarchique permet à l'élève de bâtir une carte mentale cohérente du vivant.

- **Réactivation des Prérequis :** Chaque nouveau chapitre s'appuie sur les acquis des précédents. La compréhension de la digestion (Chapitre 3) réactivera les connaissances sur les enzymes (Chapitre 2) et la structure cellulaire (Chapitre 1). Cette cyclicité renforce la mémorisation à long terme.

### 3.4. Le Développement de l'Esprit Critique

Au-delà de la mémorisation, l'enseignement vise à développer l'analyse critique. L'élève sera encouragé à questionner les faits, à formuler des hypothèses et à vérifier la validité des informations nutritionnelles qui circulent.

- **Lutte contre les Mythes :** Le cours abordera scientifiquement les fausses croyances alimentaires répandues, en opposant la preuve biologique à la rumeur.
- **Raisonnement Scientifique :** À travers l'analyse de graphiques, de tableaux de données et d'expériences historiques, l'élève apprendra à tirer des conclusions logiques basées sur des faits vérifiés, compétence indispensable pour un scientifique.

## 4. Modalités d'Évaluation

L'évaluation est conçue non comme une sanction, mais comme un levier d'apprentissage et de validation des compétences. Elle doit refléter fidèlement la maîtrise des objectifs fixés et préparer l'élève aux exigences de la profession.

### 4.1. Évaluation Formative Continue

Tout au long du processus d'apprentissage, des évaluations régulières permettront de mesurer les progrès et d'identifier les lacunes à combler.

- **Interrogations Orales et Écrites :** Des tests courts et fréquents vérifieront l'assimilation du vocabulaire technique et des concepts clés immédiats. Ils favorisent l'étude régulière.
- **Observation en Laboratoire :** L'enseignant évaluera en temps réel la manipulation du matériel, le respect des consignes de sécurité et la qualité des préparations microscopiques. Cette évaluation directe du "geste technique" est primordiale pour une filière technique.
- **Exercices d'Application :** La résolution de problèmes en classe (calculs, légendes de schémas, textes à trous) permettra de vérifier la compréhension avant de passer au chapitre suivant.

## 4.2. Évaluation Sommative et Certificative

À des moments clés (fin de période, fin de semestre), des épreuves plus conséquentes valideront l'acquisition durable des compétences.

- **Examens Théoriques :** Ils comporteront des questions de restitution de connaissances (définitions, schémas à annoter) mais surtout des questions de réflexion et de synthèse. L'élève devra démontrer sa capacité à lier différents concepts (par exemple, expliquer le lien entre une carence en fer, l'hémoglobine et la fatigue cellulaire).
- **Comptes Rendus de Travaux Pratiques :** La rédaction de rapports de laboratoire évaluera la capacité à décrire une démarche scientifique, à présenter des résultats clairs et à formuler une conclusion cohérente. La qualité de l'expression écrite scientifique sera prise en compte.
- **Situations-Problèmes (Études de Cas) :** L'épreuve reine consistera à placer l'élève face à une situation complexe et inédite (exemple : "Un enfant présente tels symptômes et tel régime alimentaire, analysez la cause biologique probable"). Cette modalité vérifie la compétence d'intégration, c'est-à-dire la capacité à mobiliser l'ensemble des ressources (biochimie, physiologie, microbiologie) pour résoudre un problème nutritionnel concret. C'est le test ultime de la pertinence de l'enseignement. 🎓

**Éditions Donel C.**
Direction Éditoriale et Conception Générale :
MURHULA BAZIKANGE M.
Pour contacts, mon site web :
https://murhulabazikange.com/

© 2025, Donel Consulting, Kin. RDC
Tous droits réservés.

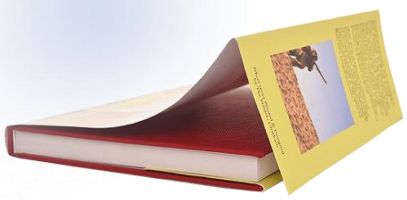
Pour l'excellence de l'éducation en RDC,
Tous les manuels scolaires en un seul endroit,
sur ce site web :
https://manuels-scolaires-rdc.com/

Pour plus de détails, scannez ceci :

# PARTIE I

## LES FONDEMENTS DE LA VIE ET LA BIOCHIMIE NUTRITIONNELLE 🧪

Cette partie inaugurale pose les fondations de la biologie en explorant l'unité de base de la vie, la cellule, ainsi que les molécules qui la composent. Elle est conçue pour que l'élève comprenne que la nutrition est, à son niveau le plus fondamental, une question de chimie et de biologie cellulaire. L'étude détaillée des macronutriments et des micronutriments est abordée sous l'angle de leur structure moléculaire et de leur fonction biologique essentielle, préparant ainsi le terrain à la compréhension des métabolismes.



# Chapitre 1 : La Cellule, Unité Structurale et Fonctionnelle du Vivant

## 1.1. La Théorie Cellulaire et les Caractéristiques du Vivant

La biologie, dans son acception la plus rigoureuse, se définit comme l'étude intégrale des propriétés, de la structure, de la fonction et de l'évolution des systèmes vivants. Pour l'étudiant en Nutrition et Diététique, la compréhension du vivant dépasse la simple observation ; elle exige une maîtrise des mécanismes moléculaires qui régissent la transformation de la matière en énergie. Tout organisme, depuis la bactérie responsable de la fermentation lactique jusqu'à l'être humain nécessitant des apports nutritionnels complexes, obéit à des lois biologiques universelles.

### 1.1.1. Les Propriétés Fondamentales de la Matière Vivante

La distinction entre la matière inerte et la matière vivante repose sur un ensemble de capacités fonctionnelles autonomes. Ces caractéristiques définissent l'état de vie et constituent les prérequis à toute étude physiologique ou nutritionnelle.

#### *Organisation Cellulaire et Moléculaire*

Le vivant se caractérise par une complexité structurelle hiérarchisée. Les atomes s'assemblent en molécules biologiques (glucides, lipides, protéines, acides nucléiques), qui s'organisent pour former des organites, eux-mêmes constitutifs de la cellule. Cette organisation s'oppose à l'entropie naturelle de l'univers. En nutrition, cette propriété explique pourquoi la consommation d'aliments (matière organisée) est nécessaire pour maintenir la structure corporelle.

#### *Le Métabolisme*

Le métabolisme représente l'ensemble des réactions biochimiques se déroulant au sein d'un organisme. Il se divise en deux processus antagonistes et complémentaires :

1. **L'Anabolisme :** Il concerne les voies de biosynthèse qui consomment de l'énergie pour construire des molécules complexes à partir de précurseurs simples. La synthèse des protéines musculaires à partir des acides aminés issus de la digestion du poisson (fretin du lac Kivu ou le capitaine du fleuve Congo) constitue un exemple d'anabolisme.

2. **Le Catabolisme :** Il désigne les voies de dégradation libérant de l'énergie par l'oxydation des molécules organiques. La glycolyse, dégradant le glucose pour produire de l'ATP, illustre ce processus indispensable à l'activité cellulaire.

### *L'Homéostasie*

L'homéostasie définit la capacité d'un organisme à maintenir la stabilité de son milieu interne (pH, température, glycémie, pression osmotique) en dépit des fluctuations de l'environnement externe. En diététique, l'équilibre électrolytique géré par la cellule est un mécanisme homéostatique vital.

### *La Croissance et le Développement*

La croissance implique une augmentation de la masse cellulaire ou du nombre de cellules par division (mitose). Le développement englobe les changements physiologiques et morphologiques qui se produisent tout au long du cycle de vie, incluant la différenciation cellulaire qui permet à une cellule souche de devenir une cellule spécialisée, comme un entérocyte absorbant les nutriments.

### *L'Irritabilité et la Réponse aux Stimuli*

Tout être vivant perçoit les modifications de son environnement et y réagit. Au niveau cellulaire, cela se traduit par la capacité des récepteurs membranaires à détecter des hormones (comme l'insuline) ou des nutriments, déclenchant une cascade de signalisation intracellulaire modifiant l'activité métabolique.

### *La Reproduction*

La pérennité de la vie dépend de la transmission de l'information génétique (ADN) à la descendance. Cette fonction assure la continuité des espèces et, à l'échelle cellulaire, le renouvellement des tissus (comme l'épithélium intestinal qui se renouvelle tous les quelques jours).

## 1.1.2. Les Principes de la Théorie Cellulaire

La cellule constitue l'axiome central de la biologie moderne. Établie au XIXe siècle grâce aux travaux de Schleiden, Schwann et Virchow, la théorie cellulaire repose sur trois piliers fondamentaux qui structurent notre compréhension du vivant et de la pathologie nutritionnelle :

1. **L'Unité Structurale :** Tous les êtres vivants sont constitués d'une ou plusieurs cellules. L'organisme humain est un assemblage coordonné de milliards de cellules interagissant pour assurer les fonctions vitales.
2. **L'Unité Fonctionnelle :** La cellule est la plus petite entité capable d'effectuer toutes les fonctions vitales. Le métabolisme, la production d'énergie et la synthèse moléculaire se déroulent à l'échelle cellulaire. Les nutriments ingérés doivent atteindre le niveau cellulaire pour être utilisés.
3. **L'Unité de Reproduction :** Toute cellule provient de la division d'une cellule préexistante (*Omnis cellula e cellula*). Ce principe explique la croissance tissulaire, la cicatrisation et la transmission du patrimoine génétique.

## 1.2. Structure et Organisation des Cellules

L'analyse microscopique révèle deux plans d'organisation cellulaire distincts dans le monde vivant : le modèle procaryote et le modèle eucaryote. Cette distinction dichotomique est essentielle pour le nutritionniste, car elle fonde la différence entre les cellules du corps humain, les végétaux consommés et les bactéries influençant le système digestif.

### 1.2.1. La Cellule Procaryote

Les procaryotes (du grec *pro*, avant, et *karyon*, noyau) représentent les formes de vie les plus anciennes et les plus ubiquistes. Ils se caractérisent par l'absence de noyau délimité par une membrane nucléaire et par une organisation interne relativement simple, dépourvue d'organites membranaires. Les bactéries constituent le groupe dominant de cette catégorie.

[Image of prokaryotic cell diagram showing nucleoid plasmids ribosomes and cell wall]

#### *Structure Bactérienne et Fonctionnalités*

L'organisation de la cellule procaryote répond à des impératifs de reproduction rapide et d'adaptation métabolique extrême.

- **Le Nucléoïde :** Le matériel génétique est constitué d'une molécule d'ADN circulaire unique, libre dans le cytoplasme. Cette configuration permet une transcription et une traduction simultanées des protéines, favorisant une réponse rapide aux changements de nutriments dans le milieu.

- **Les Plasmides :** Ce sont de petits anneaux d'ADN extrachromosomique portant des gènes accessoires. Ils jouent un rôle crucial dans la résistance aux antibiotiques et peuvent coder pour des enzymes métaboliques spécifiques.
- **Les Ribosomes (70S) :** Sites de la synthèse protéique, ils sont structurellement différents des ribosomes eucaryotes (80S). Cette différence est exploitée par certains antibiotiques qui ciblent spécifiquement les ribosomes bactériens sans affecter les cellules humaines.
- **La Membrane Plasmique :** Elle assure la barrière sélective et est le siège de la production d'énergie (respiration cellulaire ou photosynthèse) chez les procaryotes, remplaçant fonctionnellement les mitochondries.
- **La Paroi Cellulaire :** Constituée de peptidoglycane (muréine), elle confère sa rigidité à la bactérie et la protège contre la lyse osmotique.

## Importance Nutritionnelle et Agroalimentaire en RDC

L'étude des procaryotes est indispensable en nutrition pour deux raisons majeures : le microbiote intestinal et les processus de transformation alimentaire.

1. **Le Microbiote Intestinal :** Le côlon humain abrite une population massive de bactéries symbiotiques. Ces procaryotes participent à la fermentation des fibres alimentaires non digestibles, produisant des acides gras à chaîne courte (butyrate, propionate) bénéfiques pour l'épithélium intestinal. Ils synthétisent également des vitamines essentielles, notamment la vitamine K et certaines vitamines du groupe B (B12, Biotine).
2. **La Biotechnologie Alimentaire Locale :** Les procaryotes sont les agents actifs de nombreuses fermentations traditionnelles.

## Exemple : La Fermentation du « Munkoyo »

La préparation du **Munkoyo**, boisson traditionnelle prisée dans le Katanga et les Kasaï, repose sur l'utilisation des racines d' *Euchroma* ou d' *Eminia*. Bien que les enzymes amylolytiques proviennent de la racine, la maturation et l'acidification de la boisson impliquent l'action de bactéries lactiques (*Lactobacillus* spp.). Ces microorganismes convertissent les sucres issus de l'hydrolyse de l'amidon de maïs en acide lactique. Ce processus abaisse le pH, inhibe la croissance de pathogènes (sécurité alimentaire) et modifie la

biodisponibilité des nutriments, illustrant l'interaction directe entre biologie procaryote et nutrition humaine.

## 1.2.2. La Cellule Eucaryote

Les cellules eucaryotes (du grec *eu*, vrai, et *karyon*, noyau) se distinguent par une compartimentation interne complexe. Elles possèdent un "vrai" noyau contenant le matériel génétique et un système endomembranaire sophistiqué délimitant des organites spécialisés. Cette organisation permet une division du travail métabolique et une spécialisation fonctionnelle accrue. Nous examinerons les deux types principaux pertinents pour la nutrition : la cellule animale (constituant le corps humain et les viandes) et la cellule végétale (source de nutriments végétaux).

[Image of animal cell diagram detailed organelles]

### *A. La Cellule Animale*

La cellule animale est l'unité constitutive des tissus humains et des produits carnés. Sa compréhension est le fondement de la physiologie humaine.

1. **Le Noyau : Centre de Contrôle** Délimité par une enveloppe nucléaire double percée de pores, le noyau contient la chromatine (ADN associé à des histones). Il abrite le nucléole, site de production des ribosomes.
   - *Fonction :* Il stocke l'information génétique régissant la synthèse de toutes les protéines corporelles (enzymes digestives, hormones, protéines structurelles). La transcription de l'ADN en ARN messager (ARNm) est la première étape de l'expression génique influencée par l'état nutritionnel.
2. **La Membrane Plasmique : Interface Dynamique** Elle suit le modèle de la mosaïque fluide : une bicouche de phospholipides dans laquelle s'insèrent des protéines et du cholestérol.
   - *Fonction :* Elle régule les échanges entre les milieux intra et extracellulaire. Les protéines de transport (canaux ioniques, transporteurs de glucose comme les GLUT) sont responsables de l'absorption des nutriments. Les récepteurs membranaires permettent la communication cellulaire (ex: récepteur à l'insuline).
   - *Lien Nutritionnel :* La composition en acides gras de la membrane dépend directement de la qualité des lipides ingérés (acides gras saturés vs insaturés, Oméga-3).

3. **Les Mitochondries : Centrales Énergétiques** Organites à double membrane, possédant leur propre ADN. La membrane interne forme des crêtes augmentant la surface de réaction.
   - *Fonction :* Siège de la respiration cellulaire aérobie. Le cycle de Krebs (dans la matrice) et la chaîne respiratoire (sur la membrane interne) oxydent le glucose et les acides gras pour produire de l'ATP (Adénosine Triphosphate), la monnaie énergétique universelle.
   - *Lien Nutritionnel :* Les vitamines du groupe B (B1, B2, B3, B5) agissent comme coenzymes indispensables au fonctionnement mitochondrial. Une carence en ces micronutriments bloque la production d'énergie, causant fatigue et troubles métaboliques.
4. **Les Ribosomes et le Réticulum Endoplasmique (RE)** Les ribosomes sont des complexes ribonucléoprotéiques responsables de la traduction de l'ARNm en chaînes polypeptidiques.
   - **RE Rugueux (RER) :** Couvert de ribosomes, il est le site de synthèse des protéines destinées à l'exportation (ex : enzymes pancréatiques) ou à la membrane.
   - **RE Lisse (REL) :** Dépourvu de ribosomes, il assure la synthèse des lipides (phospholipides, cholestérol, hormones stéroïdiennes) et la détoxification cellulaire (notamment hépatique).
5. **L'Appareil de Golgi** Empilement de saccules aplatis (dictyosomes).
   - *Fonction :* Il reçoit les protéines et lipides du RE, les modifie (glycosylation), les trie et les emballe dans des vésicules pour leur destination finale (sécrétion, lysosome ou membrane).
6. **Les Lysosomes** Vésicules contenant des enzymes hydrolases acides fonctionnant à pH bas.
   - *Fonction :* Ils assurent la digestion intracellulaire des macromolécules usagées (autophagie) ou des particules ingérées (phagocytose). Ils permettent le recyclage des composants cellulaires, un processus crucial lors des périodes de jeûne.

[Image of plant cell structure showing cell wall chloroplast and central vacuole]

## B. La Cellule Végétale

La cellule végétale partage les organites de base avec la cellule animale (noyau, mitochondries, RE, Golgi) mais possède trois structures distinctives qui déterminent la valeur nutritionnelle des aliments d'origine végétale.

1. **La Paroi Cellulaire (Paroi Pectocellulosique)** Structure rigide externe à la membrane plasmique, composée principalement de cellulose, d'hémicellulose et de pectine.
   - *Fonction Biologique :* Assure le soutien mécanique, la protection et définit la forme de la cellule végétale.
   - *Importance Nutritionnelle :* Pour l'homme, ces constituants forment les **fibres alimentaires**. Indigestibles par nos enzymes, elles sont essentielles pour le transit intestinal (lest), la régulation de la glycémie et la satiété. La consommation de légumes locaux comme les feuilles de manioc (*Manihot esculenta*) ou l'amarante (*Bitekuteku*) fournit une quantité importante de ces fibres pariétales.
2. **Les Chloroplastes** Plastes contenant de la chlorophylle, responsables de la couleur verte des végétaux.
   - *Fonction Biologique :* Siège de la photosynthèse. Ils captent l'énergie lumineuse pour convertir le dioxyde de carbone et l'eau en glucides (glucose, amidon) et en oxygène.
   - *Importance Nutritionnelle :* Ils sont la source primaire de carbone organique et d'énergie chimique dans la chaîne alimentaire. L'amidon stocké dans les tubercules (igname, patate douce) ou les grains (maïs, riz) est le produit direct de l'activité chloroplastique.
3. **La Vacuole Centrale** Vaste compartiment rempli d'eau et de solutés, pouvant occuper jusqu'à 90% du volume cellulaire.
   - *Fonction Biologique :* Maintient la pression de turgescence (soutien de la plante) et sert de lieu de stockage pour l'eau, les ions, les nutriments, les déchets et les pigments (anthocyanes).
   - *Importance Nutritionnelle :* La teneur en eau des fruits et légumes dépend de la vacuole. Elle stocke également des composés phytochimiques (antioxydants) et des acides organiques (acide citrique, malique) qui influencent le goût et la conservation des aliments.

### *Exemple : Les Légumes Feuilles en RDC*

L'analyse cellulaire des feuilles de patate douce (*Mathembele*) révèle une haute densité de chloroplastes (source de provitamine A et de chlorophylle) et une paroi cellulaire riche en cellulose. La cuisson de ces légumes a pour but d'attendrir la paroi cellulaire pour rendre le contenu intracellulaire (vitamines, minéraux) plus accessible aux enzymes digestives, tout en préservant les fibres insolubles nécessaires à la motilité digestive.

## 1.3. Ressources complémentaires

### 1.3.1 Questions et réponses d'approfondissement

*Question 1 : Pourquoi les antibiotiques ciblant la paroi cellulaire bactérienne sont-ils sans danger pour les cellules humaines ?*

Les cellules humaines sont des cellules animales eucaryotes et sont dépourvues de paroi cellulaire et de peptidoglycane. Les antibiotiques comme la pénicilline inhibent spécifiquement la synthèse du peptidoglycane bactérien. Par conséquent, ils agissent sur une structure qui n'existe pas chez l'homme, offrant une toxicité sélective élevée contre les bactéries sans endommager les tissus du patient.

*Question 2 : Quelle est la conséquence métabolique d'une dysfonction mitochondriale au niveau cellulaire ?*

Les mitochondries étant le site principal de la production d'ATP par la respiration cellulaire, leur dysfonctionnement entraîne une chute drastique de l'énergie disponible. La cellule est alors contrainte de se rabattre sur la glycolyse anaérobie, un processus beaucoup moins efficace qui produit de l'acide lactique. Au niveau tissulaire, cela se traduit par une fatigue musculaire rapide, une acidose lactique et une incapacité des organes à haute demande énergétique (cerveau, cœur) à fonctionner correctement.

*Question 3 : En quoi la structure de la membrane plasmique influence-t-elle l'absorption des nutriments liposolubles versus hydrosolubles ?*

La nature lipidique (hydrophobe) de la bicouche phospholipidique permet le passage direct par diffusion simple des nutriments liposolubles (vitamines A,

D, E, K, acides gras). En revanche, les nutriments hydrosolubles (glucose, acides aminés, vitamines B et C), qui sont polaires, ne peuvent traverser cette barrière lipidique et nécessitent impérativement des protéines de transport spécifiques (canaux ou transporteurs) pour entrer dans la cellule.

### 1.3.2 Confusions et erreurs fréquentes à éviter

Cette section vise à clarifier des concepts souvent mal interprétés par les étudiants, afin de garantir une précision terminologique indispensable en milieu professionnel.

- **Confusion entre Paroi Cellulaire et Membrane Plasmique :** Il est impératif de distinguer ces deux structures. Toutes les cellules (procaryotes et eucaryotes) possèdent une membrane plasmique. Cependant, seules les cellules végétales, les bactéries et les champignons possèdent une paroi cellulaire externe. La membrane contrôle les échanges (perméabilité sélective), tandis que la paroi assure la rigidité structurelle. Une cellule animale n'a jamais de paroi.
- **Confusion entre Cytoplasme et Cytosol :** Le cytoplasme désigne la totalité du contenu cellulaire compris entre la membrane plasmique et le noyau, incluant les organites. Le cytosol (ou hyaloplasme) est uniquement la phase liquide gélatineuse dans laquelle baignent les organites. Le métabolisme se déroule à la fois dans le cytosol (ex: glycolyse) et dans les organites.
- **Confusion entre Respiration et Ventilation :** En biologie cellulaire, la "respiration" désigne la respiration cellulaire (oxydation des nutriments dans la mitochondrie pour produire de l'ATP), et non la ventilation pulmonaire (mécanique respiratoire). L'oxygène inspiré par les poumons sert in fine d'accepteur final d'électrons dans la mitochondrie.

## 1.4. Scenarios et Exercices

### 1.4.1 Exercices

**Exercice 1 : Texte à trous - La structure cellulaire et ses fonctions**
Complétez les phrases suivantes en utilisant les termes techniques appropriés liés à la biologie cellulaire.

Dans une cellule animale, l'information génétique nécessaire à la synthèse des protéines est stockée dans le _____, plus précisément au sein de la chromatine. Lorsqu'un besoin physiologique se fait sentir, cette information est transcrite en ARN messager qui migre vers le cytoplasme pour être lu par