Code :
RDC941466

DOMAINE : SCIENCES APPLIQUÉES
OPTION : MÉCANIQUE AUTO

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Les bases essentielles de la mécanique automobile.



Programme de la RDC

4ème ANNÉE DES HUMANITÉS

Édition 2026



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

1. Page de titre 1
   - 1.1. Fonction d'identification et de cadrage 1
   - 1.2. Rôle de référencement bibliographique 1
   - 1.3. Portée didactique et délimitation du champ 1
2. Table des matières 1
   - 2.1. Instrument de navigation et de prévisualisation 1
   - 2.2. Outil de planification didactique 2
   - 2.3. Alignement sur le programme national 2
3. Objectifs pédagogiques 2
   - 3.1. Maîtrise des savoirs fondamentaux (Domaine cognitif) 2
   - 3.2. Acquisition des compétences techniques (Domaine psychomoteur) 2
   - 3.3. Développement des attitudes scientifiques et sanitaires (Domaine affectif) 3
4. Présentation du cours 3
   - 4.1. Progression Didactique 3
   - 4.2. Développement de la Rigueur Scientifique 3
   - 4.3. Ancrage Pratique et Contextualisé 3
5. Consignes méthodologiques 4
   - 5.1. Articulation Théorie-Pratique 4
   - 5.2. Primauté de l'Observation Dirigée 4
   - 5.3. Développement du Raisonnement Causal 4
   - 5.4. Ancrage Contextuel et Évaluation Formative 4

PARTIE I. MICROBIOLOGIE MOLÉCULAIRE ET GÉNÉTIQUE **6**

a. L'ADN, le grand architecte 6

b. Du code à l'action : ARN et protéines 6

c. La génétique en mouvement : mutations et transferts 6

d. L'ingénierie du vivant : les outils du génie génétique 6

CHAPITRE 1. STRUCTURE ET FONCTIONS DES ACIDES NUCLÉIQUES **7**

1.1. Les acides nucléiques : ADN et ARN 7

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Le plan secret de la vie....7
- A. Le nucléotide : la brique élémentaire....7
- B. ADN et ARN : deux cousins aux rôles bien distincts....7

FIGURE 1 : RÉF. IMG (3301-8839-9024)....10

Comparaison de la double hélice d'ADN et du simple brin d'ARN....10

- Scénarios et Exercices....10

1.2. Altérations du génome : mutations, réparations et épigénétique....12

- a. Une copie avec des erreurs....12
- A. La mutation : une erreur de frappe dans le code génétique....12

FIGURE 2 : RÉF. IMG (3189-1904-4166)....13

Représentation schématique des mutations ponctuelles sur une séquence d'ADN....13

- B. Les mécanismes de réparation : les correcteurs orthographiques de la cellule....13
- C. L'épigénétique : changer la lecture sans changer le texte....14

FIGURE 3 : RÉF. IMG (0803-3581-0111)....16

Comparaison entre une séquence d'ADN et son état épigénétique modifié....16

- Anecdote : Le secret du manioc de la Tshopo....16

CHAPITRE 2. EXPRESSION GÉNIQUE ET RÉGULATION....19

2.1. De l'ADN à l'ARN : transcription et maturation....19

- a. Le livre de recettes de la cellule....19
- A. La Transcription : La Copie de l'Information....19

FIGURE 4 : RÉF. IMG (1248-7519-6712)....21

Schéma simplifié du processus de transcription de l'ADN en ARN messager....21

- B. La Maturation : Préparer l'ARNm pour le Voyage....21

2.2. De l'ARN à la protéine : traduction et régulation....23

- a. Le plan de montage de la vie....23
- A. La traduction : L'ARNm décodé....24

FIGURE 5 : RÉF. IMG (2520-7396-4557)....26

Le ribosome, lecteur moléculaire de l'ARN messager....26

- B. Le code génétique : Un dictionnaire universel....26
- C. La régulation : Produire au bon moment....26

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 6 : RÉF. IMG (7324-0270-2189) **28**

De la séquence d'ARN à la fonction de la protéine 28

- Une histoire de manioc à Mbandaka 28

CHAPITRE 3. TECHNIQUES D'INGÉNIERIE GÉNÉTIQUE **31**

3.1. Principes du clonage moléculaire et vecteurs plasmidiques 31

- a. La multiplication des clés 31
- A. Le clonage moléculaire : une photocopieuse pour l'ADN 31
- B. Les vecteurs plasmidiques : les taxis de la génétique 31

FIGURE 7 : RÉF. IMG (6084-6128-1558) **33**

Schéma simplifié d'un plasmide utilisé comme vecteur de clonage 33

- C. Les trois étapes fondamentales du clonage 33

FIGURE 8 : RÉF. IMG (1738-2772-5229) **36**

Les grandes étapes du clonage moléculaire d'un gène d'intérêt 36

- L'anecdote du manioc du Kasaï 36

3.2. Outils modernes : CRISPR-Cas et applications de la transgenèse 38

- a. L'accroche scientifique 38
- A. CRISPR-Cas9 : Le ciseau génétique de précision 38

FIGURE 9 : RÉF. IMG (9488-3261-1982) **41**

Schéma simplifié du mécanisme d'action de la technologie CRISPR-Cas9 41

- B. La transgenèse et ses applications concrètes 41

FIGURE 10 : RÉF. IMG (4147-1032-2076) **44**

Applications de la transgenèse dans l'agriculture et la santé humaine 44

- Anecdote : La révolution silencieuse du riz doré 44

CHAPITRE 4. ÉVOLUTION ET DIVERSITÉ GÉNOMIQUE **47**

4.1. Plasticité du génome bactérien : transferts horizontaux et pan-génome 47

- a. La transmission horizontale des savoirs 47
- A. Les transferts horizontaux de gènes (THG) 47

FIGURE 11 : RÉF. IMG (4839-9863-3015) **49**

Les trois mécanismes majeurs du transfert horizontal de gènes chez les bactéries 49

- B. La notion de pan-génome 49

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

4.2. Dynamiques évolutives virales et adaptation microbienne....52
- a. La course-poursuite évolutive....52
- A. La dérive et la cassure antigénique des virus....52

FIGURE 12 : RÉF. IMG (7680-0839-3951)....54

Dérive et cassure antigénique virale : deux stratégies évolutives distinctes....54
- B. Les mécanismes d'adaptation des bactéries....54

FIGURE 13 : RÉF. IMG (1969-3680-0445)....57

La conjugaison bactérienne : un pont pour le transfert de gènes....57
- b. L'énigme du dispensaire de Kananga....57

PARTIE II. PATHOGÉNICITÉ ET RÉSISTANCE....60

Le pouvoir pathogène : une question d'agression....60

La virulence : l'intensité de l'attaque....60

La réponse de l'hôte : les défenses du corps....60

La résistance : quand le microbe s'adapte....60

CHAPITRE 5. FACTEURS DE VIRULENCE BACTÉRIENNE....61

5.1. Adhésion, invasion et sécrétion de toxines....61
- a. La stratégie du conquérant....61
- A. L'adhésion : Le premier contact....61

FIGURE 14 : RÉF. IMG (8490-4783-4494)....63

Schéma simplifié de l'adhésion bactérienne sur une cellule épithéliale humaine....63
- B. L'invasion et la sécrétion de toxines : L'assaut final....63
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....64

5.2. Stratégies de survie : biofilms et évasion immunitaire....66
- a. Le paradoxe de la bactérie solitaire....66
- A. Le Biofilm : Une Cité Bactérienne Fortifiée....66
- B. L'Évasion Immunitaire : L'Art du Camouflage....67

FIGURE 15 : RÉF. IMG (4327-6831-4149)....69

Mécanisme d'évasion d'une bactérie encapsulée face à un phagocyte....69
- L'anecdote de la vieille tuyauterie de Mbandaka....69

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

CHAPITRE 6. PATHOGÉNIE VIRALE **72**

6.1. Cycles et stratégies virales : cycle lytique, lysogénie et latence 72

- a. L'ennemi invisible 72
- A. Le cycle lytique : l'attaque frontale 72
- B. La lysogénie : l'infiltration dormante 73
- C. La latence virale : l'équivalent chez l'humain 73

6.2. Conséquences de l'infection : immunomodulation et oncogenèse 75

- a. Le combat invisible 75
- A. L'immunomodulation : le virus comme chef d'orchestre 75

FIGURE 16 : RÉF. IMG (3996-5835-5557) **77**

Stratégies virales pour déjouer la surveillance immunitaire du corps humain 77

- B. L'oncogenèse virale : de l'infection au cancer 77

FIGURE 17 : RÉF. IMG (6618-8813-6279) **80**

Mécanisme de l'oncogenèse virale, la transformation d'une cellule saine 80

- b. Scénarios et Exercices 80

CHAPITRE 7. ANTIMICROBIENS ET RÉSISTANCE **83**

7.1. Cibles et principes d'action des antibiotiques 83

- a. Une découverte qui changea le monde 83
- A. Le principe de la toxicité sélective 83

FIGURE 18 : RÉF. IMG (5314-3749-7828) **85**

Schéma du principe de la toxicité sélective d'un antibiotique 85

- B. Les principales cibles des antibiotiques 85

FIGURE 19 : RÉF. IMG (0555-8116-2723) **87**

Les quatre cibles majeures des antibiotiques sur une cellule bactérienne 87

- Scénario : L'amoxicilline du dispensaire de Mbandaka 87

7.2. Mécanismes de la résistance simple et multiple 89

- a. Une victoire trop vite célébrée 89
- A. La résistance simple : Une seule serrure est changée 89
- B. La résistance multiple : La forteresse blindée 90

FIGURE 20 : RÉF. IMG (0844-4557-3037) **92**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma du transfert de plasmide de résistance entre deux bactéries....92
- b. L'erreur de Papa Kanku au dispensaire de Kananga....92

7.3. Stratégies de lutte et 'Antimicrobial Stewardship'....94
- a. L'Accroche : Une mémoire pour l'avenir....94
- A. Les trois piliers de la lutte contre la résistance....94
- B. Le bon usage des antimicrobiens ('Antimicrobial Stewardship')....95

FIGURE 21 : RÉF. IMG (7434-5747-7110)....97

Le cercle vicieux de l'usage inapproprié des antibiotiques....97
- a. L'histoire de Maman Alphonsine à Mbuji-Mayi....97

CHAPITRE 8. DIAGNOSTICS ET SURVEILLANCE....100

8.1. Outils de diagnostic rapide et moléculaire....100
- a. De l'observation des symptômes à la détection moléculaire....100
- A. Les Tests de Diagnostic Rapide (TDR)....100

FIGURE 22 : RÉF. IMG (0644-1358-5978)....102

Schéma simplifié d'un Test de Diagnostic Rapide (TDR) pour le paludisme....102
- B. Les Outils Moléculaires : la PCR....102

8.2. Séquençage pour la surveillance épidémiologique....104
- a. L'ADN, la carte d'identité d'un microbe....104
- A. Principe du séquençage génomique....105
- B. L'utilité en surveillance épidémiologique....105

FIGURE 23 : RÉF. IMG (3156-8655-3120)....106

Arbre phylogénétique montrant la transmission d'un virus entre plusieurs vill....106
- Anecdote : Le secret de l'épidémie d'Ebola à Mbandaka....106

8.3. Bio-informatique : gestion des données génomiques et traçabilité....108
- a. Du papyrus à la puce électronique....108
- A. Le Séquençage : Lire le code-barres du microbe....108
- B. L'Analyse : Traduire le code en information utile....109

PARTIE III. IMMUNOLOGIE MICROBIENNE....112

a. La reconnaissance du "soi" et du "non-soi"....112

b. L'immunité innée et l'immunité adaptative....112

c. La mémoire immunitaire et la vaccination....112

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

d. Les dysfonctionnements du système immunitaire.....112

CHAPITRE 9. DÉFENSES INNÉES.....113

9.1. Les premières lignes de défense : barrières et phagocytes.....113
- L'immunité à portée de main.....113
- A. Les barrières physiques et chimiques.....113
- B. Les phagocytes : les nettoyeurs de première ligne.....113

FIGURE 24 : RÉF. IMG (9770-3049-2145).....116

Les étapes clés du processus de phagocytose par un macrophage.....116
- Anecdote : La petite blessure de Kabongo.....116

9.2. Acteurs moléculaires : complément et récepteurs de reconnaissance.....118
- a. Les sentinelles silencieuses de notre corps.....118
- A. Le système du complément : une cascade d'alarme.....118
- B. Les récepteurs de reconnaissance de motifs (PRR).....118

FIGURE 25 : RÉF. IMG (7017-6838-0918).....121

Action combinée du complément et des récepteurs sur un agent pathogène.....121
- Anecdote : La sagesse du nganga de Boma.....121

CHAPITRE 10. IMMUNITÉ ADAPTATIVE.....124

10.1. La réponse humorale : lymphocytes B et anticorps.....124
- a. Une mémoire infaillible.....124
- A. Les Lymphocytes B : Les Sentinelles Spécifiques.....124

FIGURE 26 : RÉF. IMG (8395-5848-3011).....126

Structure d'un lymphocyte B avec ses récepteurs spécifiques de surface.....126
- B. Plasmocytes et Anticorps : L'Armée des Missiles.....126

FIGURE 27 : RÉF. IMG (1335-1251-4209).....128

Les trois principales fonctions de neutralisation des anticorps sur les patho.....128
- C. La Mémoire Immunitaire : Une Leçon Retenue.....128

10.2. La réponse cellulaire : lymphocytes T auxiliaires et cytotoxiques.....130
- a. L'armée de l'ombre.....130
- A. Les chefs d'orchestre : Lymphocytes T auxiliaires (LTCD4).....131
- B. Les tueurs directs : Lymphocytes T cytotoxiques (LTCD8).....131

FIGURE 28 : RÉF. IMG (6890-9443-5003) **133**

Le baiser de la mort : un lymphocyte T cytotoxique détruisant une cellule inf 133

- De la variole à la vaccination : l'histoire d'une mémoire cellulaire 133

10.3. Régulation du système : mémoire immunitaire et tolérance au soi 135

- a. Le corps n'oublie jamais un ennemi 135
- A. La Mémoire Immunitaire : Ne plus tomber dans le même piège 135

FIGURE 29 : RÉF. IMG (2709-5921-4428) **138**

Courbes de réponse immunitaire primaire et secondaire après une infection 138

- B. La Tolérance au Soi : Savoir reconnaître ses amis 138

FIGURE 30 : RÉF. IMG (5524-1954-4229) **141**

Schéma simplifié de la sélection des lymphocytes T dans le thymus 141

- Une histoire de vaccin à Mbandaka 141

CHAPITRE 11. VACCINOLOGIE **144**

11.1. Principes et plateformes vaccinales (classiques et ARNm) 144

- a. L'empreinte de la victoire 144
- A. Le principe de la mémoire immunitaire 144
- B. Les grandes familles de vaccins (Plateformes) 144

FIGURE 31 : RÉF. IMG (0912-8209-6973) **147**

Comparaison schématique entre un vaccin inactivé et un vaccin vivant atténué 147

- b. Les vaccins modernes 147

FIGURE 32 : RÉF. IMG (4039-8368-1105) **150**

Fonctionnement simplifié d'un vaccin à ARN messager (ARNm) dans la cellule 150

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 150

11.2. Étapes du développement et évaluation de l'efficacité 152

- a. L'intuition d'un chercheur 152
- A. Les phases de développement d'un vaccin 153

FIGURE 33 : RÉF. IMG (1091-7821-0790) **155**

Schéma des étapes de développement d'un vaccin de la recherche à l'approbation 155

- B. L'évaluation de l'efficacité et la sécurité 155

FIGURE 34 : RÉF. IMG (4159-5812-5955) **158**

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Graphique simple comparant l'incidence d'une maladie dans un groupe vacciné e.....158
- Scénarios et Exercices.....158
- Anecdote du carnet jaune.....158

11.3. Enjeux de la vaccination en RDC : chaîne du froid et santé publique.....160
- a. Le défi invisible de la vaccination.....160
- A. La chaîne du froid : une course contre la température.....160

FIGURE 35 : RÉF. IMG (9375-8780-3237).....163

Le parcours d'un vaccin : de l'usine au bras de l'enfant.....163
- B. Impact sur la santé publique et la confiance.....163

CHAPITRE 12. IMMUNOPATHOLOGIES.....166

12.1. Inflammation chronique et orages cytokiniques.....166
- a. L'immunité, une arme à double tranchant.....166
- A. L'inflammation chronique : le feu qui ne s'éteint pas.....166

FIGURE 36 : RÉF. IMG (1853-4039-3738).....168

Schéma comparatif de l'inflammation aiguë et de l'inflammation chronique.....168
- B. L'orage cytokinique : la panique générale du système immunitaire.....168

FIGURE 37 : RÉF. IMG (8471-6634-5609).....170

Graphique illustrant la surproduction explosive de cytokines durant un orage 170
- Scénarios et Exercices.....170
- Anecdote : L'infirmier de Mbandaka et la fièvre qui ne baisse pas.....170

12.2. Réponses inappropriées : hypersensibilités et auto-immunité induite.....172
- a. Une armée trop zélée.....172
- A. L'hypersensibilité : une réaction excessive.....172

FIGURE 38 : RÉF. IMG (8564-5629-1607).....174

Schéma simplifié d'une réaction d'hypersensibilité immédiate (Type I).....174
- B. L'auto-immunité : l'ennemi intérieur.....174

PARTIE IV. MICROBIOLOGIE ENVIRONNEMENTALE ET BIOTECHNOLOGIE.....177

Des acteurs invisibles, une influence majeure.....177

Les cycles de la matière : le moteur microbien.....177

De l'observation à l'exploitation : la naissance de la biotechnologie.....177

Les usines microbiennes : l'ère de l'ingénierie du vivant....177

CHAPITRE 13. ÉCOLOGIE MICROBIENNE ET SYMBIOSES....178

13.1. Rôles des microbes dans les cycles biogéochimiques (azote, carbone)....178
- a. Les architectes invisibles du sol....178
- A. Le cycle du Carbone : La respiration du monde....178

FIGURE 39 : RÉF. IMG (2674-5612-4177)....180

Schéma simplifié du cycle du carbone piloté par les microbes....180
- B. Le cycle de l'Azote : Rendre l'air fertile....180

FIGURE 40 : RÉF. IMG (3583-1279-3160)....183

Les trois étapes clés du cycle de l'azote dans le sol....183
- b. Scénarios et Exercices....183

13.2. Le microbiote humain : un partenaire pour la santé....185
- a. Un monde intérieur....185
- A. Composition et localisation du microbiote....185
- B. Les rôles vitaux du microbiote....186
- C. Équilibre et déséquilibre : Eubiose et Dysbiose....186

13.3. Symbioses microbiennes (végétales, animales)....188
- a. Une collaboration invisible....188
- A. Définition et types de symbioses....189

FIGURE 41 : RÉF. IMG (1209-0065-4626)....191

Nodosités remplies de bactéries Rhizobium sur les racines d'un plant de soja....191
- B. Exemples concrets dans le monde animal....191

FIGURE 42 : RÉF. IMG (0845-2175-0666)....194

Vue microscopique schématisée de la flore intestinale humaine et ses bactéries....194
- Anecdote : Le mystère des vaches du Plateau des Bateke....194

13.4. Impact des polluants sur les communautés microbiennes....196
- a. Une "peste" pour les microbes....196
- A. La toxicité directe et la sélection....196
- B. La modification de l'habitat et l'eutrophisation....197

FIGURE 43 : RÉF. IMG (2021-4729-0246)....199

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Schéma simplifié de l'eutrophisation d'un cours d'eau par un polluant.....199
- Scénarios et Exercices.....199
- Une observation amère sur le fleuve.....199

CHAPITRE 14. BIOTECHNOLOGIES MICROBIENNES.....202

14.1. Production d'énergie renouvelable : biocarburants et biogaz.....202
- a. Des levures à la centrale électrique.....202
- A. Les biocarburants : la fermentation au service du moteur.....202
- B. Le biogaz : la digestion sans oxygène.....202

FIGURE 44 : RÉF. IMG (1302-2792-7891).....205

Schéma simplifié d'un digesteur à biogaz pour une ferme familiale.....205
- b. L'ingéniosité de Papa Kabasele à Mbuji-Mayi.....205

14.2. Chimie verte : bioplastiques et bioremédiation.....207
- a. Le pari de la nature.....207
- A. Les bioplastiques : la nature comme usine.....207

FIGURE 45 : RÉF. IMG (5459-7547-6398).....209

Cycle de vie d'un bioplastique, de la plante au compost.....209
- B. La bioremédiation : les microbes nettoyeurs.....209

FIGURE 46 : RÉF. IMG (2570-1301-2137).....211

Schéma simplifié de la bioremédiation d'un sol contaminé par du pétrole.....211
- L'anecdote de l'enseignant : La rivière et le sac en plastique.....211

14.3. Outils innovants : biocapteurs et biodétection.....213
- a. Les détectives de l'infiniment petit.....213
- A. Anatomie d'un biocapteur.....213

FIGURE 47 : RÉF. IMG (9708-2425-6830).....216

Schéma de fonctionnement d'un biocapteur : de la reconnaissance au signal.....216
- B. Des applications qui changent la vie.....216

FIGURE 48 : RÉF. IMG (1349-3298-4855).....219

Exemple concret d'un biocapteur portable pour l'agriculture ou la santé.....219
- Anecdote : La naissance du glucomètre moderne.....219

ANNEXES.....222

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

1. Protocoles détaillés de PCR multiplex.....222
- A. Principe et Aspects Fondamentaux.....222
- B. Conception des Amorces pour la PCR Multiplex.....222
- C. Composition du Mix Réactionnel.....223
- D. Profil Thermique (Thermocyclage).....224

2. Formulations de milieux sélectifs et différentiels.....225
- A. Principes fondamentaux des milieux de culture.....225
- B. Gélose MacConkey.....226
- C. Gélose Mannitol-Sel (Chapman).....227
- D. Gélose Hektoen (HE).....227

3. Table des constantes biochimiques et gènes de résistance.....229
- A. Constantes de croissance et métaboliques.....229
- B. Principaux gènes de résistance aux antibiotiques.....230

PRÉLIMINAIRES

1. Page de titre

1.1. Fonction d'identification et de cadrage

La page de titre constitue l'acte d'identification formelle du manuel. Elle énonce avec précision l'intitulé de l'ouvrage, la discipline concernée et le niveau d'enseignement ciblé. Cet élément liminaire ancre l'outil pédagogique dans le programme national de la République Démocratique du Congo (EPST), validant ainsi sa conformité curriculaire. Sa consultation immédiate permet à l'enseignant de situer l'ouvrage sans ambiguïté au sein de la progression annuelle.

1.2. Rôle de référencement bibliographique

Au-delà de l'intitulé, la page de titre contient les informations éditoriales et auctoriales. La mention des auteurs, des collaborateurs scientifiques et de l'éditeur garantit la traçabilité et l'autorité intellectuelle du contenu. Ces données sont indispensables pour tout référencement académique correct et pour l'intégration du manuel dans les fonds documentaires des établissements scolaires. Elles officialisent le document comme une ressource validée et non comme un simple support informel.

1.3. Portée didactique et délimitation du champ

La formulation même du titre, "Microbiologie : Manuel pour la 3ème Année des Humanités", opère une délimitation précise du champ d'étude. Elle signale à l'enseignant l'adaptation du contenu scientifique aux compétences et aux objectifs d'une filière non-scientifique. Cette indication est fondamentale pour ajuster la stratégie pédagogique, le niveau de complexité des concepts abordés et l'évaluation des acquis d'apprentissage en conséquence.

---

2. Table des matières

2.1. Instrument de navigation et de prévisualisation

La table des matières présente l'architecture complète du manuel. Elle détaille la progression des grandes parties, des chapitres et des leçons spécifiques. Sa lecture fournit une vision d'ensemble de la matière et des prérequis

nécessaires à chaque étape. Elle sert de repère constant pour l'enseignant et l'élève tout au long de l'année scolaire.

2.2. Outil de planification didactique

Au-delà de sa fonction de navigation, la table des matières est un instrument de planification pédagogique. L'enseignant l'utilise pour élaborer sa répartition annuelle des matières. La granularité des titres lui permet d'estimer le temps à allouer à chaque concept et d'organiser les séquences d'apprentissage de manière cohérente et progressive.

2.3. Alignement sur le programme national

L'agencement des chapitres dans cette table des matières respecte scrupuleusement les directives du programme national de microbiologie pour la 3ème année des Humanités (Option Scientifique). Chaque titre correspond à une compétence ou à un savoir attendu. Cette conformité garantit une préparation adéquate des élèves aux épreuves de l'Examen d'État.

---

3. Objectifs pédagogiques

3.1. Maîtrise des savoirs fondamentaux (Domaine cognitif)

Au terme de ce programme, l'élève démontre une connaissance approfondie de la microbiologie générale. Il identifie la diversité du monde microbien, incluant les bactéries, les virus, les champignons et les protistes. Sa maîtrise s'étend à la description précise de la structure, du métabolisme, de la croissance et de la génétique des micro-organismes. L'élève explique également les interactions entre les microbes et leurs hôtes, ainsi que leur rôle fondamental dans les cycles biogéochimiques. Il est capable de différencier les mécanismes de pathogénicité des principales infections.

3.2. Acquisition des compétences techniques (Domaine psychomoteur)

L'enseignement vise le développement de savoir-faire pratiques essentiels. L'élève manipule avec rigueur et sécurité le microscope optique pour observer et identifier des spécimens. Il applique correctement les techniques de base du laboratoire de microbiologie. Celles-ci comprennent la préparation d'un frottis, la réalisation d'une coloration simple et d'une coloration de Gram. L'élève apprend à interpréter les résultats d'une observation microscopique pour en déduire les caractéristiques morphologiques d'un micro-organisme.

3.3. Développement des attitudes scientifiques et sanitaires (Domaine affectif)

La formation inculque une démarche scientifique rigoureuse et une conscience sanitaire. L'élève développe un esprit d'analyse, le sens de l'observation et la capacité à formuler une hypothèse. Il acquiert une perception claire de l'impact des micro-organismes sur la santé publique, l'environnement et les biotechnologies. Cette prise de conscience favorise l'adoption de comportements responsables en matière d'hygiène personnelle et collective, de prévention des maladies infectieuses et de respect des protocoles de sécurité.

4. Présentation du cours

4.1. Progression Didactique

Une progression didactique rigoureuse organise chaque chapitre. Les notions fondamentales, comme la structure cellulaire procaryote, sont introduites en premier. Elles servent de socle aux concepts plus complexes, tels que le métabolisme bactérien ou la virologie. Cette approche graduelle garantit une assimilation solide des savoirs et prévient la surcharge cognitive. La structure de chaque leçon est conçue pour passer du général au particulier, de l'observation macroscopique à l'explication moléculaire.

4.2. Développement de la Rigueur Scientifique

Au-delà de la mémorisation factuelle, le développement du raisonnement hypothético-déductif est un objectif central. Chaque concept théorique est systématiquement illustré par des cas d'étude ou des schémas expérimentaux. L'enseignant est ainsi outillé pour guider l'élève de l'observation d'un phénomène à la formulation d'une conclusion validée scientifiquement. L'objectif est de former des esprits capables d'une analyse critique face à une information scientifique, une compétence essentielle pour les épreuves certificatives.

4.3. Ancrage Pratique et Contextualisé

L'enseignement de la microbiologie s'ancre délibérément dans des contextes pratiques. Les exemples choisis touchent directement aux enjeux sanitaires, agricoles et environnementaux de la RDC. Cette contextualisation transforme une science perçue comme abstraite en un outil d'analyse concret. Elle prépare les finalistes à appliquer leurs connaissances pour résoudre des

problématiques locales, du diagnostic d'une pathologie endémique à l'optimisation d'un processus de fermentation artisanale.

5. Consignes méthodologiques

5.1. Articulation Théorie-Pratique

Un enseignement efficace de la microbiologie établit une articulation constante entre le concept théorique et son application tangible. Chaque principe fondamental, de la structure bactérienne au métabolisme viral, trouve sa pertinence dans des phénomènes observables. L'enseignant est invité à transposer systématiquement les savoirs abstraits vers des réalités concrètes, telles que les techniques de conservation alimentaire ou les protocoles d'hygiène préventive.

5.2. Primauté de l'Observation Dirigée

L'approche pédagogique privilégie l'observation dirigée comme point de départ de l'apprentissage. Avant toute modélisation, l'élève doit être confronté au réel ou à sa représentation fidèle. Des exercices de description de cultures microbiennes, d'analyse de micrographies ou de schématisation de cycles de vie ancrent la connaissance dans le visuel. Cette démarche cultive la rigueur descriptive, prérequis indispensable à l'analyse scientifique.

5.3. Développement du Raisonnement Causal

Au-delà de la mémorisation des faits, la discipline vise le développement du raisonnement causal. L'enseignant guide l'élève à formuler des hypothèses et à en déduire les conséquences vérifiables. Par exemple, la question "Pourquoi la fermentation du manioc à Bukavu diffère-t-elle de celle pratiquée dans le Kwilu ?" engage une réflexion sur les facteurs environnementaux (température, pH) et leur impact sur l'activité microbienne.

5.4. Ancrage Contextuel et Évaluation Formative

La contextualisation des savoirs est un impératif didactique. Les problématiques de santé publique (paludisme, choléra) ou les biotechnologies traditionnelles (production de boissons fermentées) propres aux différentes provinces du Congo offrent un terrain d'application direct. L'évaluation, idéalement formative, mesure la capacité de l'élève à mobiliser les concepts microbiologiques pour interpréter une situation-problème locale et proposer une solution argumentée.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

Partie I. Microbiologie Moléculaire et Génétique

a. L'ADN, le grand architecte

Toute forme de vie possède un plan. Pour les micro-organismes, ce plan directeur se nomme l'Acide Désoxyribonucléique, ou ADN. Au cœur de chaque bactérie, du Kasaï à l'Équateur, cette molécule en double hélice contient toutes les instructions nécessaires à sa survie, sa croissance et sa reproduction. C'est le livre de recettes originel, précieusement conservé et transmis de génération en génération.

b. Du code à l'action : ARN et protéines

Ce code génétique brut ne sert à rien s'il n'est pas lu et exécuté. L'Acide Ribonucléique, ou ARN, agit comme une copie de travail, un messager qui transporte une instruction précise de l'ADN vers les usines cellulaires. Ces usines, les ribosomes, traduisent le message de l'ARN pour fabriquer des protéines. Ces protéines sont les véritables ouvrières de la cellule, accomplissant toutes les tâches vitales.

c. La génétique en mouvement : mutations et transferts

Le livre de recettes n'est pas immuable. Des erreurs de copie, appelées mutations, peuvent survenir spontanément, créant de nouvelles caractéristiques. Plus encore, les bactéries échangent des fragments d'ADN entre elles. Une bactérie de Kisangani peut ainsi acquérir une résistance aux antibiotiques développée par une cousine de Goma. Ce phénomène de transfert de gènes est un moteur puissant de leur adaptation.

d. L'ingénierie du vivant : les outils du génie génétique

La maîtrise de ces mécanismes ouvre la porte à des applications concrètes. Les scientifiques peuvent aujourd'hui "lire" (séquencer), "copier" (PCR) et même "réécrire" (CRISPR-Cas9) le code génétique. Ces techniques permettent d'identifier rapidement un agent pathogène dans un hôpital de Matadi, de produire des médicaments comme l'insuline en grande quantité ou d'améliorer les fermentations alimentaires à Mbandaka.

Chapitre 1. Structure et fonctions des acides nucléiques

1.1. Les acides nucléiques : ADN et ARN

a. Le plan secret de la vie

Même si nous ne le voyons pas, un code secret définit chaque être vivant. Ce plan de construction unique explique pourquoi un manguier à Mbandaka produit des mangues et non des ananas, et pourquoi chaque personne est différente, de Gemena à Bukavu.

Cette information génétique est précieuse, gardée au cœur de chaque cellule. Les molécules qui transportent et exécutent les ordres de ce plan sont les acides nucléiques. Ils sont les véritables architectes de la matière vivante.

A. Le nucléotide : la brique élémentaire

Tout acide nucléique est une très longue chaîne, un polymère. Chaque maillon de cette chaîne est une petite unité appelée nucléotide. Un nucléotide est lui-même composé de trois parties assemblées :

- **Un groupe phosphate.** Il apporte l'acidité et l'énergie à la molécule.
- **Un sucre.** Il forme le squelette de la chaîne. Ce sucre possède 5 atomes de carbone.
- **Une base azotée.** C'est la lettre du code génétique. Il en existe cinq types principaux.

La nature du sucre et des bases azotées permet de distinguer les deux grands types d'acides nucléiques.

B. ADN et ARN : deux cousins aux rôles bien distincts

L'Acide Désoxyribonucléique (ADN) et l'Acide Ribonucléique (ARN) partagent une origine commune mais ont des structures et des fonctions très différentes.

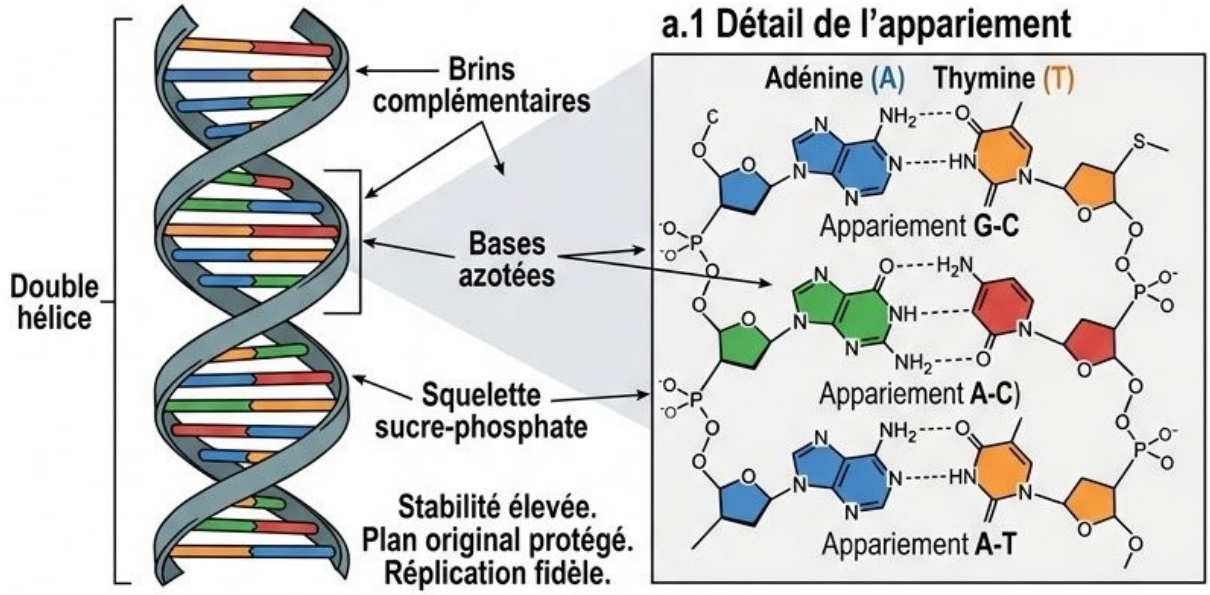
- **Le sucre.** L'ADN utilise le désoxyribose. L'ARN utilise le ribose.
- **Les bases azotées.** L'ADN utilise l'Adénine (A), la Guanine (G), la Cytosine (C) et la **Thymine (T)**. L'ARN utilise A, G, C et l'**Uracile (U)**. La Thymine de l'ADN est remplacée par l'Uracile dans l'ARN.

- **La structure.** L'ADN est une double hélice. Deux brins s'enroulent l'un autour de l'autre, comme un escalier en colimaçon. L'ARN est généralement un simple brin, une seule chaîne de nucléotides.
- **La fonction.** L'ADN est la bibliothèque centrale. Il stocke toute l'information génétique à long terme, en sécurité dans le noyau de la cellule. L'ARN est le messager. Il copie une petite partie de l'information de l'ADN et la transporte hors du noyau pour fabriquer les protéines.

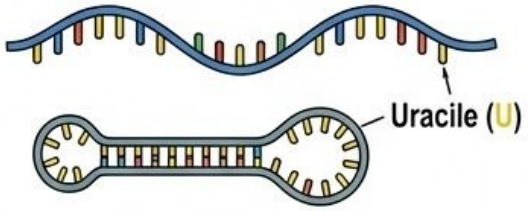
Figure 1 : Réf. IMG (3301-8839-9024)

Comparaison de la double hélice d'ADN et du simple brin d'ARN

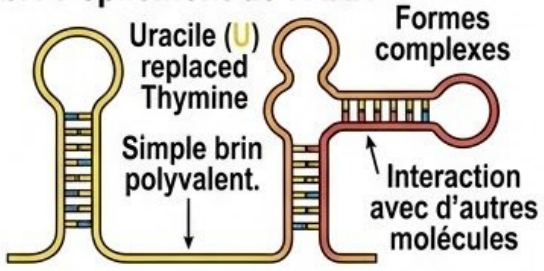
a. L'architecture de l'ADN



b. La flexibilité de l'ARN

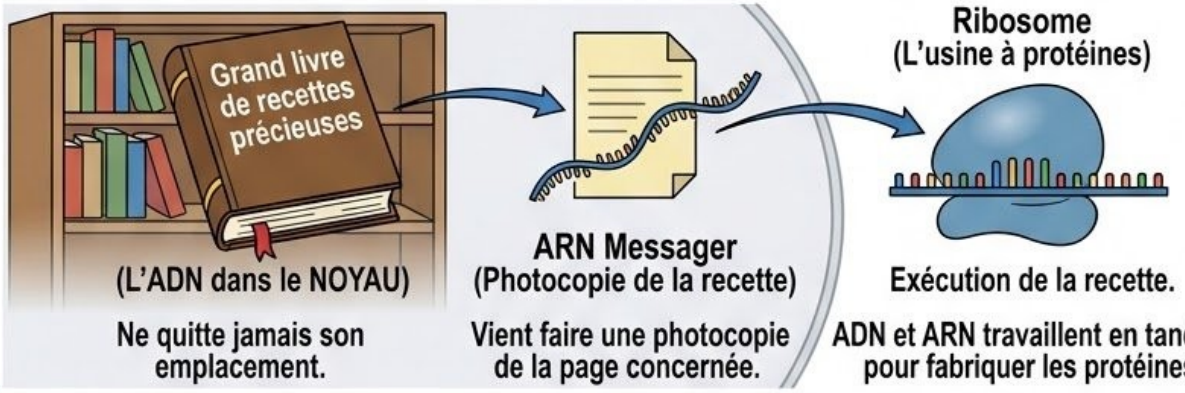


Copie de travail temporaire, mobile.



Copie de travail temporaire, mobile.

c. Le duo fonctionnel



Ne quitte jamais son emplacement.

Vient faire une photocopie de la page concernée.

ADN et ARN travaillent en tandem pour fabriquer les protéines.

Figure 1 : Réf. IMG (3301-8839-9024)

Comparaison de la double hélice d'ADN et du simple brin d'ARN

a. L'architecture de l'ADN

La structure en double hélice de l'ADN lui confère une grande stabilité. Les deux brins sont complémentaires. Une base A sur un brin fait toujours face à une base T sur l'autre. De même, une base G fait toujours face à une base C. Cet appariement (A-T et G-C) est la clé de la réplication fidèle de l'information génétique. C'est le plan original, protégé contre les erreurs.

b. La flexibilité de l'ARN

Sa structure en simple brin rend l'ARN beaucoup plus mobile et polyvalent. Il peut se replier sur lui-même pour adopter des formes complexes et interagir avec d'autres molécules. L'ARN est une copie de travail, produite selon les besoins de la cellule. Sa durée de vie est courte. Il est un outil temporaire, destiné à exécuter une tâche précise.

c. Le duo fonctionnel

L'ADN et l'ARN travaillent en tandem. L'ADN, tel un grand livre de recettes précieuses conservé dans un bureau (le noyau), ne quitte jamais son emplacement. Lorsqu'une recette est nécessaire (pour fabriquer une protéine), un messager (l'ARN) vient faire une photocopie de la page concernée. Cette photocopie est ensuite emmenée dans l'usine (le ribosome) pour que la recette soit exécutée.

Scénarios et Exercices

Dr Lusamba est un jeune biologiste originaire de Kananga, aujourd'hui en poste dans un laboratoire de recherche agronomique près de Bumba, dans la province de la Mongala. Des champs de manioc du Kwilu voisin sont ravagés par une maladie virale inconnue. Pour développer un traitement, son équipe doit d'abord identifier la nature du virus. La question fondamentale est de savoir si le matériel génétique du virus est de l'ADN ou de l'ARN.

En analysant un extrait purifié du virus, Dr Lusamba cherche des indices moléculaires. Est-ce une molécule longue et stable, en double hélice, contenant de la Thymine ? Ce serait un virus à ADN. Ou bien trouve-t-il des

brins courts, simples, contenant de l'Uracile ? Ce serait alors un virus à ARN, souvent plus sujet aux mutations. La réponse déterminera toute la stratégie de lutte contre cette maladie qui menace la sécurité alimentaire de la région.

Exercice 1 : Le mystère du prélèvement de Matadi

Énoncé : Mfumumpa, technicien de laboratoire au Kongo Central, analyse un acide nucléique inconnu prélevé sur une moisissure. Son analyse révèle deux faits majeurs : la molécule est un simple brin et elle contient de l'Uracile parmi ses bases azotées. Mfumumpa doit identifier la nature de cet acide nucléique.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier les indices clés** Les deux informations cruciales fournies sont la structure (simple brin) et la composition des bases (présence d'Uracile).
2. **Étape 2 : Appliquer les règles de distinction ADN/ARN** On sait que l'ADN est une double hélice et contient de la Thymine (T). L'ARN, quant à lui, est un simple brin et contient de l'Uracile (U) à la place de la Thymine.
3. **Étape 3 : Conclure l'identification** Les deux indices (simple brin et Uracile) correspondent parfaitement à la description de l'Acide Ribonucléique. Le prélèvement contient donc de l'ARN.

Exercice 2 : La bibliothèque génétique de la bactérie

Énoncé : À l'Université de Kisangani, Ngalula explique à ses camarades qu'une bactérie possède une très grande molécule qui renferme tous ses "plans de construction". Cette molécule est très stable et se transmet de génération en génération. De quel acide nucléique parle-t-elle ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyser la fonction décrite** Les mots-clés sont "tous les plans de construction", "très stable" et "se transmet de génération en génération". Cela décrit un rôle de stockage permanent de l'information.
2. **Étape 2 : Corréler la fonction à la molécule** La fonction de stockage à long terme de l'information génétique est le rôle principal de l'ADN. L'ARN est un messager temporaire, il n'est pas le dépositaire de tout le patrimoine génétique.

3. **Étape 3 : Nommer la molécule** Ngalula parle de l'Acide Désoxyribonucléique, l'ADN de la bactérie.

1.2. Altérations du génome : mutations, réparations et épigénétique

a. Une copie avec des erreurs

Lorsque les moines du Moyen Âge recopiaient des manuscrits à la main, des erreurs se glissaient parfois dans le texte. Une lettre était changée, un mot était oublié ou ajouté. La copie n'était plus parfaitement identique à l'original. Ces petites fautes, accumulées sur des siècles, pouvaient modifier le sens d'une phrase entière.

Le génome de chaque être vivant est un texte biologique d'une immense complexité. La cellule doit constamment le recopier pour se diviser. Elle n'est pas parfaite. Des erreurs de copie se produisent. Ces erreurs sont le moteur fondamental de l'évolution, mais aussi la source de nombreuses maladies.

A. La mutation : une erreur de frappe dans le code génétique

Une mutation est une modification permanente de la séquence de l'ADN. C'est un changement dans l'ordre des nucléotides (A, T, C, G). L'information génétique est altérée. Il existe plusieurs types de mutations ponctuelles, affectant une ou quelques paires de bases.

- **La substitution** : un nucléotide est remplacé par un autre. C'est comme changer une lettre dans un mot.
- **L'insertion** : un ou plusieurs nucléotides sont ajoutés. La phrase génétique devient plus longue.
- **La délétion** : un ou plusieurs nucléotides sont supprimés. La phrase génétique est amputée d'une partie.

Ces changements peuvent survenir spontanément durant la réplication de l'ADN. Ils peuvent aussi être provoqués par des agents externes, appelés agents mutagènes. Les rayons ultraviolets (UV) du soleil à Boma ou certaines substances chimiques sont des exemples courants.

Figure 2 : Réf. IMG (3189-1904-4166)

Représentation schématique des mutations ponctuelles sur une séquence d'ADN.

a. Le modèle original

Une séquence d'ADN normale est une suite précise de nucléotides. Par exemple : ATG-CCA-GTT. La cellule lit ces "mots" de trois lettres (codons) pour fabriquer des protéines. Chaque codon correspond à un acide aminé spécifique. Une lecture correcte garantit une protéine fonctionnelle. Cette séquence de référence est essentielle pour comprendre l'impact des erreurs. Une altération, même minime, peut avoir des conséquences importantes sur la fonction biologique finale.

b. L'impact de la substitution

La substitution remplace une base. Si notre séquence ATG-CCA-GTT devient ATG-C**G**A-GTT, le deuxième codon a changé. Selon le code génétique, ce nouveau codon peut coder pour le même acide aminé (mutation silencieuse), ou pour un acide aminé différent (mutation faux-sens). La protéine sera alors légèrement modifiée, ce qui peut altérer sa fonction.

c. Le décalage du cadre de lecture

L'insertion ou la délétion sont souvent plus graves. Ajouter une base (ATG-C**A**C-CAG-TT…) ou en enlever une (ATG-C_A-GTT…) décale toute la lecture à partir de l'erreur. Tous les codons suivants sont mal lus. La cellule produit une protéine complètement différente et presque toujours non fonctionnelle. C'est un peu comme si l'on décalait toutes les lettres d'un texte d'un cran.

B. Les mécanismes de réparation : les correcteurs orthographiques de la cellule

La cellule possède des systèmes de surveillance et de réparation très efficaces. Des enzymes spécialisées parcourent en permanence les brins d'ADN à la recherche d'erreurs. Lorsqu'une base mal appariée ou un segment endommagé est détecté, ces enzymes agissent comme une équipe de maintenance. Elles excisent la partie défectueuse et la remplacent par la séquence correcte, en utilisant le brin complémentaire comme modèle. Ces mécanismes corrigent la grande majorité des mutations potentielles.

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

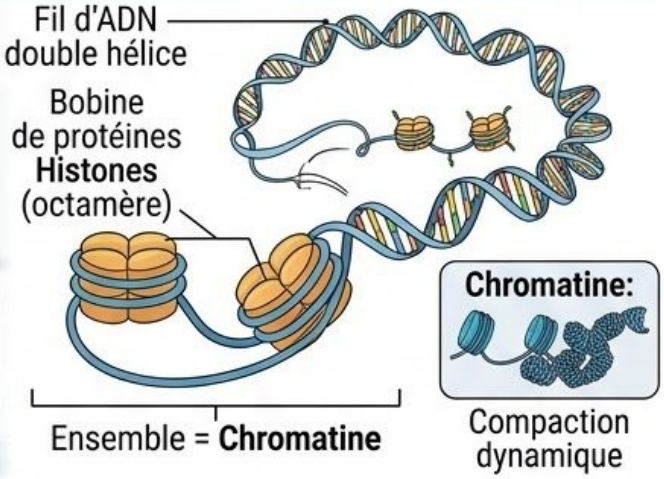
C. L'épigénétique : changer la lecture sans changer le texte

L'épigénétique ne modifie pas la séquence d'ADN elle-même. Elle modifie l'expression des gènes. Imaginez un livre : l'épigénétique ne change pas les mots, mais elle peut ajouter des marque-pages, surligner des passages ou en coller d'autres pour les cacher. Chimiquement, cela se traduit par l'ajout de petits groupes moléculaires (comme le groupe méthyle) directement sur l'ADN ou sur les protéines qui l'entourent (les histones). Ces marques indiquent à la cellule si un gène doit être "allumé" (exprimé) ou "éteint" (silencieux).

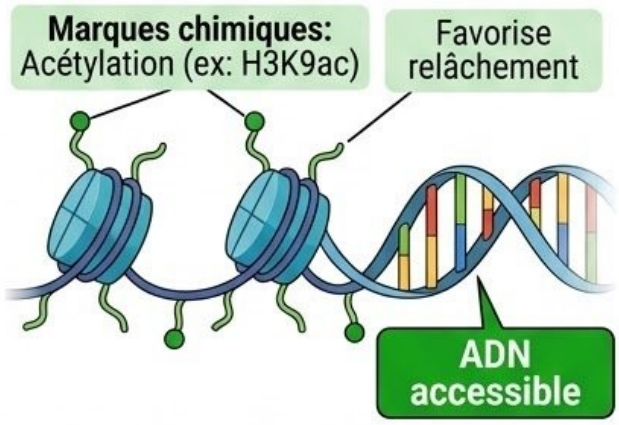
Figure 3 : Réf. IMG (0803-3581-0111) Comparaison entre une séquence d'ADN et son état épigénétique modifié

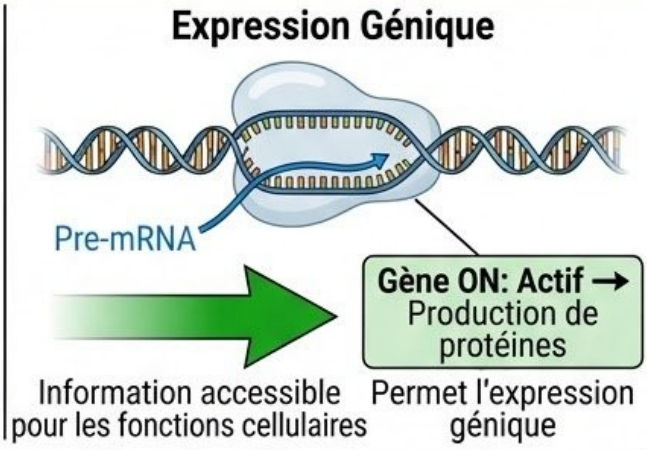
a. L'ADN et les protéines histones



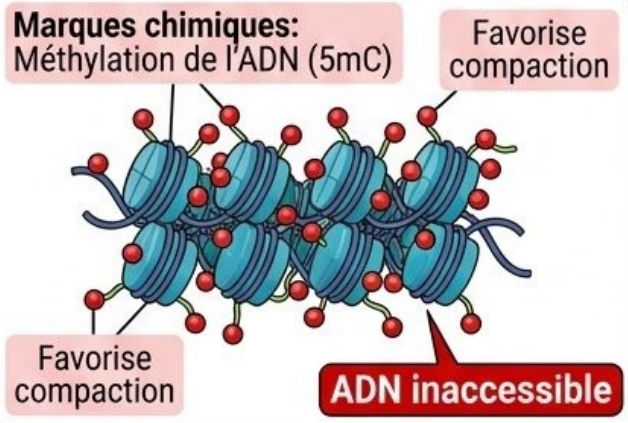


b. La chromatine ouverte et active (Gène ON)





c. La chromatine condensée et inactive (Gène OFF)



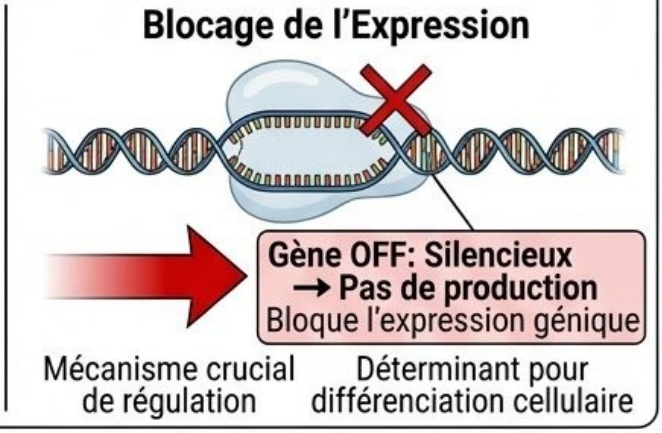


Figure 3 : Réf. IMG (0803-3581-0111)

Comparaison entre une séquence d'ADN et son état épigénétique modifié.

a. L'ADN et les protéines histones

L'ADN n'est pas libre dans le noyau. Il est enroulé autour de protéines appelées histones, un peu comme du fil sur des bobines. L'ensemble forme la chromatine. Cette structure compacte permet de stocker une immense quantité d'information dans un espace minuscule. L'état de compaction de la chromatine est dynamique. Il détermine l'accessibilité des gènes à la machinerie de lecture de la cellule.

b. La chromatine ouverte et active

Lorsque les histones portent certaines marques chimiques, la chromatine se relâche. L'ADN devient accessible aux enzymes qui le lisent pour produire des protéines. Le gène est alors "ON" ou "actif". C'est l'état qui permet l'expression génique. La cellule peut utiliser l'information contenue dans cette portion du génome pour accomplir ses fonctions.

c. La chromatine condensée et inactive

Inversement, d'autres marques chimiques, comme la méthylation de l'ADN, favorisent la compaction de la chromatine. Le fil d'ADN est si serré que les enzymes de lecture ne peuvent plus y accéder. Le gène est "OFF" ou "silencieux". Il est présent dans le génome, mais il n'est pas exprimé. Ce mécanisme de régulation est crucial pour la différenciation cellulaire et l'adaptation à l'environnement.

Anecdote : Le secret du manioc de la Tshopo

Dans un centre de recherche agronomique près de Kisangani, une biologiste, Dr. Elikya, étudie deux variétés de plants de manioc. Les deux ont un ADN quasi identique. Pourtant, une variété résiste étonnamment bien à la sécheresse, tandis que l'autre dépérit rapidement. Après des mois d'analyse, elle découvre que la différence n'est pas une mutation dans un gène de résistance. C'est une différence épigénétique. Chez la variété résistante, des marques de méthylation "éteignent" un gène qui, normalement, accélère la