BIOLOGIE

CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

2ème Année

EDITION 2025

Option humanités SCIENTIFIQUES



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

0.1. Note aux Enseignants 1
- 0.1.1. Didactique de la Conceptualisation 1
- 0.1.2. Utilisation des Scénarios Pratiques 1

0.2. Profil de Sortie et Compétences Visées 1
- 0.2.1. Maîtrise des Fondamentaux Biologiques 1
- 0.2.2. Développement du Raisonnement Scientifique 2
- 0.2.3. Acquisition des Compétences Pratiques et Techniques 2
- 0.2.4. Capacité de Synthèse et de Mise en Contexte 2

0.3. Méthodologie et Approche par Situations 2
- 0.3.1. Fondement de l'Approche par Situations (APS) 2
- 0.3.2. Articulation Pédagogique 2

PARTIE 1 : MICROBIOLOGIE ET IMMUNOLOGIE **4**

Le monde invisible des micro-organismes 4

Bénéfiques ou pathogènes : un double visage 4

L'immunologie : la science de nos défenses 4

Maîtrise et applications : de la paillasse au vaccin 4

CHAPITRE 1 : TECHNIQUES DE CULTURE ET DÉVELOPPEMENT MICROBIEN (MSVT 4.1) **5**

1.1. Préparation des Milieux de Culture 5
- a. Le "restaurant" des bactéries 5
- A. Composition Fondamentale d'un Milieu de Culture 5

FIGURE 1 : RÉF. IMG (6096-5084-6807) **7**

Équipement et ingrédients pour préparer un milieu de culture de base 7
- B. Les Grandes Catégories de Milieux 7

FIGURE 2 : RÉF. IMG (5340-0246-8306) **10**

Boîtes de Petri montrant des milieux sélectifs et différentiels en action 10
- Scénarios et Exercices 10
- Une anecdote de laboratoire à Matadi 10

1.2. Procédés de Stérilisation 12
- a. Le principe fondamental 12
- A. La Stérilisation par la Chaleur 12

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 3 : RÉF. IMG (1249-0096-0334)..... 14

Schéma de fonctionnement d'un autoclave de laboratoire.....14

- B. La Stérilisation à Froid..... 14

FIGURE 4 : RÉF. IMG (5242-2333-9394)..... 17

Tableau comparatif des principales méthodes de stérilisation.....17

- Anecdote pour l'examen.....17
- Scénarios et Exercices..... 18

1.3. Ensemencement, Incubation et Analyse des Cultures.....20

- a. De la cuisine à la paillasse du laboratoire.....20
- A. L'Ensemencement : L'art de "semer" les microbes.....20

FIGURE 5 : RÉF. IMG (2036-1228-9003)..... 22

Technique d'ensemencement par striation sur une boîte de Pétri en laboratoire.....22

- B. L'Incubation : Créer un "paradis" pour bactéries.....22

FIGURE 6 : RÉF. IMG (0381-2422-5543)..... 25

Colonies bactériennes distinctes sur un milieu de culture après incubation.....25

- C. L'Analyse des cultures.....25

CHAPITRE 2 : AGENTS ANTIMICROBIENS ET LUTTE BIOLOGIQUE (MSVT 4.2).....28

2.1. Concepts Fondamentaux de la Lutte Antimicrobienne.....28

- a. L'héritage d'un oubli chanceux.....28
- A. Distinction Fondamentale : Antiseptique vs. Antibiotique.....28

FIGURE 7 : RÉF. IMG (0625-0217-0232)..... 30

Différence d'application entre un antiseptique et un antibiotique sur le corps.....30

- B. Mécanismes d'Action : Bactériostase et Bactéricidie.....30

FIGURE 8 : RÉF. IMG (6052-7509-1202)..... 33

Comparaison visuelle des effets bactériostatique et bactéricide sur une popul.....33

- b. L'anecdote de la tisane de Mama Ngalula.....33

2.2. Agents Physiques et Chimiques de la Lutte Antimicrobienne.....35

- a. La sagesse des anciens, la science des modernes.....35
- A. Les agents physiques : la force brute contre les microbes.....35
- B. Les agents chimiques : la guerre moléculaire.....36

2.3. Applications Pratiques et Protocoles d'Hygiène.....39

- a. La science contre l'invisible.....39
- A. Asepsie : Le Principe du "Zéro Microbe".....39
- B. Antisepsie et Désinfection : L'Action Corrective.....39

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 9 : RÉF. IMG (2235-0964-7720)..... 41

Distinguer asepsie, antisepsie et désinfection pour une hygiène maîtrisée..... 41

- L'anecdote du dispensaire de Bumba..... 41

CHAPITRE 3 : BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE ET FERMENTATIONS (MSVT 4.3)..... 44

3.1. Principes de la Fermentation..... 44

- a. Une sagesse ancestrale, une réalité biochimique..... 44
- A. Définition et Contexte Métabolique..... 44

FIGURE 10 : RÉF. IMG (2361-9746-6442)..... 46

Schéma simplifié du processus de la fermentation alcoolique..... 46

- B. Les grands types de fermentation..... 46

FIGURE 11 : RÉF. IMG (4523-9586-4001)..... 49

Comparaison des fermentations alcoolique et lactique à partir du pyruvate..... 49

- b. Anecdote : La science cachée de la chikwangue de Matadi..... 49

3.2. Panification et Rôle des Levures..... 51

- a. L'erreur du débutant..... 51
- A. La Levure : un champignon unicellulaire au service du pain..... 51
- B. La Fermentation Alcoolique : la chimie de la pâte qui gonfle..... 52

FIGURE 12 : RÉF. IMG (6499-4318-4728)..... 54

Mécanisme de la fermentation alcoolique par la levure de boulanger..... 54

- Scénarios et Exercices..... 54
- a. Le secret des "mikate" de Maman Hélène à Lubumbashi..... 54

3.3. Technologie des Produits Laitiers Fermentés..... 56

- a. Du lait frais au yaourt : une affaire de bactéries..... 56
- A. Le principe de la fermentation lactique..... 56

FIGURE 13 : RÉF. IMG (0810-1352-0258)..... 59

Schéma de la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries..... 59

- B. Les ferments lactiques : des ouvriers microscopiques..... 59
- C. Les grandes étapes de la production..... 60

FIGURE 14 : RÉF. IMG (9541-7606-0952)..... 62

Diagramme simplifié de la fabrication industrielle d'un yaourt ferme..... 62

- d. Anecdotes, scénarios et exercices..... 62

3.4. Production de Boissons Fermentées Locales..... 64

- a. Le secret du picotement..... 64
- A. Principes de la fermentation alcoolique locale..... 64

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- B. La réaction biochimique simplifiée.....65
- C. Exemples de boissons fermentées congolaises.....65

CHAPITRE 4 : ÉPIDÉMIOLOGIE ET PATHOLOGIES INFECTIEUSES (MSVT 4.4).....68

4.1. Chaîne de Transmission et Vecteurs.....68
- a. Le chemin invisible de l'infection.....68
- A. Les Maillons de la Chaîne Épidémiologique.....68

FIGURE 15 : RÉF. IMG (6804-3651-7022).....70

Schéma simplifié de la chaîne de transmission d'un agent pathogène.....70
- B. Les Modes de Transmission : Contact Direct et Indirect.....70

FIGURE 16 : RÉF. IMG (2263-2538-9031).....73

Comparaison entre le vecteur mécanique et le vecteur biologique.....73
- b. L'écho de Kikwit.....73

4.2. Maladies Bactériennes et Virales.....75
- a. Du miasme à la bactérie.....75
- A. La menace bactérienne : une cellule autonome.....76
- B. La particularité virale : le pirate cellulaire.....76

FIGURE 17 : RÉF. IMG (4087-7461-5529).....78

Comparaison structurelle entre une bactérie typique et un virus.....78
- b. Scénarios et Exercices.....78

4.3. Maladies Fongiques et Parasitaires.....80
- a. L'ennemi invisible.....80
- A. Les Mycoses : L'invasion Fongique.....80
- B. Les Parasitoses : Des Hôtes Indésirables.....81

FIGURE 18 : RÉF. IMG (7044-2970-4341).....83

Cycle de vie du Plasmodium, l'agent du paludisme.....83
- a. L'anecdote de "Kabila-Kabila".....83

4.4. Prophylaxie et Santé Publique.....85
- a. Le bouclier invisible.....85
- A. Définition et Niveaux d'Action.....85

FIGURE 19 : RÉF. IMG (8353-0312-9274).....87

Les trois niveaux de la prévention en santé publique.....87
- B. Les Outils de la Prophylaxie Collective.....87

FIGURE 20 : RÉF. IMG (7854-3293-5906).....90

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

La chaîne de transmission infectieuse et ses points de rupture.....90
- b. Anecdote : La variole, une victoire de la prophylaxie mondiale.....90

PARTIE 2 : ÉCOLOGIE ET GESTION DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT.....93

L'écologie, science des relations.....93

L'écosystème, une unité fonctionnelle.....93

L'action humaine et les perturbations.....93

La gestion durable, un défi pour l'avenir.....93

CHAPITRE 5 : POLLUTIONS ET NUISANCES (MSVT 4.5).....94

5.1. Typologie des Pollutions Environnementales.....94
- a. Le paradoxe du progrès.....94
- A. Classification selon le milieu affecté.....94
- B. Classification selon la nature du polluant.....94

FIGURE 21 : RÉF. IMG (8794-2539-4473).....97

Les trois visages de la pollution dans notre environnement quotidien.....97
- a. La sagesse du chef de village.....97

5.2. Pollution des Eaux et Risques Sanitaires.....99
- a. Un danger souvent invisible.....99
- A. Typologie des Polluants Aquatiques.....99

FIGURE 22 : RÉF. IMG (8654-7939-5965).....102

Cycle de contamination de l'eau par polluants chimiques et biologiques.....102
- B. Conséquences Sanitaires et Écologiques.....102

FIGURE 23 : RÉF. IMG (4731-6532-1543).....105

Schéma du processus d'eutrophisation d'un lac ou d'une rivière lente.....105
- c. Les maladies hydriques.....105
- SCÉNARIOS ET EXERCICES.....106

5.3. Pollutions Atmosphérique et Sonore : Nuisances et Impacts.....107
- a. Un air et un silence à préserver.....107
- A. La Pollution Atmosphérique : Agents et Conséquences.....107

FIGURE 24 : RÉF. IMG (6855-3051-7414).....110

Schéma simplifié de la formation des pluies acides en milieu industriel.....110
- B. La Pollution Sonore : Une Nuisance Invisible.....110

CHAPITRE 6 : ÉROSION ET DYNAMIQUE DES SOLS (MSVT 4.6).....113

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

6.1. Mécanismes et Types d'Érosion....113
- a. Le sol, un capital en mouvement....113
- A. L'érosion hydrique (par l'eau)....113

FIGURE 25 : RÉF. IMG (3695-2370-6547)....115

Les différentes formes de l'érosion hydrique sur un sol nu....115
- B. L'érosion éolienne (par le vent)....115

FIGURE 26 : RÉF. IMG (3332-8505-9899)....117

Mécanismes de transport des particules de sol par le vent....117
- Anecdote : La mémoire du vieux Mbuyi à Kananga....117

6.2. Facteurs Anthropiques et Naturels....119
- a. La discrétion de l'érosion....119
- A. Les facteurs naturels : le moteur de l'érosion....119
- B. Les facteurs anthropiques : l'accélérateur....120

FIGURE 27 : RÉF. IMG (3355-7256-9613)....122

Comparaison de deux collines sous la pluie : une boisée, une défrichée....122
- b. Scénarios et Exercices....122

6.3. Impacts sur la Biodiversité et les Infrastructures....124
- a. L'érosion, ce voleur silencieux....124
- A. La destruction des habitats et de la biodiversité....124

FIGURE 28 : RÉF. IMG (9359-2521-0038)....127

Ravine d'érosion menaçant une habitation et un écosystème local....127
- B. La dégradation des infrastructures humaines....127

6.4. Techniques de Lutte Antiérosive et Récupération....129
- a. La sagesse des anciens et la science moderne....129
- A. Les techniques mécaniques ou physiques....129

FIGURE 29 : RÉF. IMG (9229-1491-4699)....132

Cultures en terrasses sur une colline pour freiner l'érosion hydrique....132
- B. Les techniques biologiques ou agronomiques....132

FIGURE 30 : RÉF. IMG (0474-5069-0805)....135

Le paillage, une couverture protectrice pour le sol contre l'impact....135
- b. Scénarios et Exercices....135

CHAPITRE 7 : GESTION ET VALORISATION DES DÉCHETS (MSVT 4.7)....138

7.1. Caractérisation et Classification des Déchets....138

- a. L'ordre caché dans le désordre.....138
- A. La classification selon l'origine.....138
- B. La classification selon la nature et la composition.....138

FIGURE 31 : RÉF. IMG (1408-5027-3574).....141

Schéma simplifié du tri des déchets par catégorie de dangerosité.....141

- L'anecdote du quartier Salongo.....141

7.2. Méthodes de Conditionnement et d'Évacuation.....143

- a. Le principe du contenant et du contenu.....143
- A. Le Conditionnement : Isoler et Séparer.....144
- B. L'Évacuation : Collecter et Transporter.....144

7.3. Techniques de Recyclage et Valorisation.....146

- a. Le déchet, une ressource en attente.....146
- A. La Valorisation Organique : Le Cycle de la Vie.....147
- B. Le Recyclage des Matières : Une Seconde Vie pour les Objets.....147

FIGURE 32 : RÉF. IMG (8932-8848-3743).....150

Schéma simplifié des trois filières de valorisation des déchets ménagers.....150

- a. Anecdote : Les Pavés de l'Espoir à Lubumbashi.....150

7.4. Impacts Environnementaux et Sensibilisation.....152

- a. La sagesse du tas d'ordures.....152
- A. Chaînes d'Impacts sur les Écosystèmes.....152

FIGURE 33 : RÉF. IMG (8111-4050-7133).....155

Cycle de contamination du sol et de l'eau par un lixiviat.....155

- B. Principes de la Sensibilisation Communautaire.....155

FIGURE 34 : RÉF. IMG (5399-2293-3312).....158

Stratégie de communication pour un quartier plus propre.....158

- b. Scénarios et Exercices.....158

PARTIE 3 : BIOLOGIE CELLULAIRE, HISTOLOGIE ET GÉOLOGIE.....161

a. De l'infiniment petit au vivant.....161

b. L'union fait la force : le tissu.....161

c. L'architecture du corps : des tissus aux organes.....161

d. Le socle de la vie : la géologie.....161

CHAPITRE 8 : HISTOLOGIE ET TECHNIQUES MICROSCOPIQUES (MSVT 4.8 – 4.10).....162

8.1. Diversité et Fonctions des Tissus Biologiques.....162

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- a. Introduction..... 162
- A. Le Tissu Épithélial : La Frontière Protectrice..... 162
- B. Le Tissu Conjonctif : Le Grand Soutien..... 162

FIGURE 35 : RÉF. IMG (8658-0215-6602)..... 165

Les quatre grands types de tissus fondamentaux du corps humain..... 165
- b. Scénarios et Exercices..... 165

8.2. Microtomie et Préparation des Échantillons..... 167
- a. L'art de trancher l'invisible..... 167
- A. De l'organe à la paraffine : fixation et inclusion..... 167

FIGURE 36 : RÉF. IMG (3182-1082-8776)..... 170

Schéma des étapes de préparation d'un échantillon histologique..... 170
- B. La coupe au microtome et la coloration..... 170

FIGURE 37 : RÉF. IMG (6345-1338-8878)..... 173

Le microtome rotatif, l'instrument de la coupe de précision..... 173
- Scénarios et Exercices..... 173
- Une leçon d'humilité au laboratoire..... 173

8.3. Optique et Mécanique du Microscope..... 175
- a. Le monde au-delà de l'œil..... 175
- A. La partie mécanique : le squelette du microscope..... 175

FIGURE 38 : RÉF. IMG (4247-3411-5863)..... 178

Anatomie mécanique du microscope optique de laboratoire..... 178
- B. La partie optique : le cœur de la vision..... 178

FIGURE 39 : RÉF. IMG (7189-2642-7642)..... 181

Trajet de la lumière dans le système optique du microscope..... 181
- Anecdote : La vie cachée dans une goutte d'eau du fleuve Congo..... 181

8.4. Pratique de l'Observation Microscopique..... 183
- a. Le microscope, un outil de précision..... 183
- A. Mise au point et réglages fondamentaux..... 183
- B. Le passage aux forts grossissements..... 184

CHAPITRE 9 : PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION HUMAINE (MSVT 4.11 – 4.12)..... 187

9.1. Gamétogenèse : Spermatogenèse et Ovogenèse..... 187
- a. L'origine de la vie : une histoire de cellules..... 187
- A. La Spermatogenèse : L'usine à spermatozoïdes..... 187
- B. L'Ovogenèse : Une production limitée et cyclique..... 187

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 40 : RÉF. IMG (6574-0442-5569) **190**

Schéma comparatif de la spermatogenèse et de l'ovogenèse humaines 190

- SCÉNARIOS ET EXERCICES 190

9.2. Cytologie des Gamètes Mâles et Femelles 192

- a. L'étincelle de la vie 192
- A. Le spermatozoïde : une tête chercheuse biologique 192

FIGURE 41 : RÉF. IMG (5469-6942-6688) **195**

Schéma détaillé de la structure d'un spermatozoïde humain et ses organites 195

- B. L'ovocyte II : la réserve stratégique 195

FIGURE 42 : RÉF. IMG (4748-8121-3314) **198**

Coupe transversale d'un ovocyte II humain entouré de ses enveloppes 198

- Scénarios et Exercices 198
- a. Le paradoxe du pêcheur de Mbandaka 198

9.3. Régulation du Cycle Menstruel 200

- a. Un orchestre biologique silencieux 200
- A. Le Dialogue Cerveau-Ovaires : L'Axe Hypothalamo-Hypophysaire 200
- B. Les Hormones Ovariennes : Le Moteur du Cycle 201

FIGURE 43 : RÉF. IMG (6431-0156-2003) **203**

Variations hormonales et utérines durant un cycle menstruel de 28 jours 203

- C. Le Mécanisme des Rétrocontrôles : Le Système de Régulation 203

9.4. Hygiène et Pathologies de la Reproduction 205

- a. Le corps, un champ à cultiver 205
- A. Principes d'hygiène fondamentale 206
- B. Pathologies infectieuses : les IST 206

FIGURE 44 : RÉF. IMG (7576-0750-6266) **208**

Agents pathogènes courants des infections sexuellement transmissibles 208

- C. Pathologies non-infectieuses 208

CHAPITRE 10 : GÉODYNAMIQUE INTERNE : LE VOLCANISME (MSVT 4.13) **211**

10.1. Structure et Caractéristiques des Volcans 211

- a. Les soupapes de la Terre 211
- A. Anatomie d'un volcan 211

FIGURE 45 : RÉF. IMG (6661-7427-9009) **213**

Structure schématique d'un volcan et ses composants principaux 213

- B. Les deux grands types de dynamiques éruptives 213

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

10.2. Volcanisme en République Démocratique du Congo....215
- a. Les premières archives volcanologiques....215
- A. Le Rift Albertin : une déchirure continentale....216

FIGURE 46 : RÉF. IMG (8920-4498-0412)....218

Carte du rift Albertin et des volcans actifs en RDC....218
- B. Les deux géants du Kivu : Nyiragongo et Nyamulagira....218
- C. Risques volcaniques spécifiques en RDC....219

10.3. Risques Volcaniques et Impact Environnemental....221
- a. La mémoire explosive de la Terre....221
- A. Les risques volcaniques directs....221
- B. Les impacts environnementaux et indirects....222

10.4. Surveillance et Prévention des Catastrophes....224
- a. Vivre avec un géant....224
- A. Les Méthodes de Surveillance Volcanique....225

FIGURE 47 : RÉF. IMG (2269-9458-4689)....227

Schéma d'un réseau de surveillance volcanique sur un stratovolcan....227
- B. Plans d'Alerte et de Prévention....227

FIGURE 48 : RÉF. IMG (3820-5895-9626)....229

Carte simplifiée des zones de risques volcaniques autour de Goma....229
- Une rumeur à Bumba et la science à Goma....229

ANNEXES....232

A.1. Protocoles de Laboratoire....232
- A. Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL)....232
- B. Verrerie et Instrumentation....233
- C. Techniques Fondamentales....234

A.2. Guide d'Observation Microscopique....235
- A. Préparation du Microscope et de la Lame....235
- B. Protocole d'Observation....236
- C. Le Dessin d'Observation Scientifique....238
- D. Erreurs Fréquentes et Solutions....238

A.3. Cartographie Géologique et Environnementale....239
- A. Principes Fondamentaux de la Cartographie Géologique....239
- B. Lecture et Interprétation des Données Géologiques....240
- C. Applications en Cartographie Environnementale....241

A.4. Lexique de Biologie et Géologie....242

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

- A. Terminologie Fondamentale en Biologie.....242
- B. Terminologie Fondamentale en Géologie.....244

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

PRÉLIMINAIRES

0.1. Note aux Enseignants

Cet ouvrage propose une approche didactique spécifique. Sa finalité est de consolider le raisonnement scientifique chez l'élève de l'option scientifique. L'acquisition des savoirs factuels demeure un objectif, mais elle est subordonnée au développement de compétences analytiques et déductives. Chaque chapitre est structuré pour encourager une transition de la mémorisation brute vers la compréhension des mécanismes biologiques.

0.1.1. Didactique de la Conceptualisation

La biologie générale souffre souvent d'une approche taxinomique ou descriptive. Il est donc préconisé de lier systématiquement chaque concept à une fonction, un processus ou une interaction. La progression pédagogique favorise la méthode hypothético-déductive. L'enseignant guidera l'élève dans la formulation d'hypothèses à partir d'observations, puis dans leur validation ou réfutation à travers les données théoriques et expérimentales présentées.

0.1.2. Utilisation des Scénarios Pratiques

Les exercices et scénarios de fin de chapitre ne sont pas de simples applications. Ils ancrent les concepts abstraits dans des contextes concrets, souvent inspirés du quotidien congolais. Leur résolution exige de l'élève une mobilisation active des connaissances. Il doit identifier le principe biologique pertinent, le modéliser et l'appliquer à une situation nouvelle. Cette démarche fortifie la capacité de transfert des compétences. L'évaluation portera ainsi moins sur la restitution que sur l'aptitude au raisonnement.

0.2. Profil de Sortie et Compétences Visées

0.2.1. Maîtrise des Fondamentaux Biologiques

Au terme de ce programme, l'apprenant doit faire preuve d'une connaissance approfondie des concepts fondamentaux de la biologie. Cette maîtrise couvre la biologie cellulaire, la génétique moléculaire, la physiologie des grands systèmes et les principes de l'écologie. L'évaluation portera sur sa capacité à définir, expliquer et interconnecter ces savoirs, conformément au référentiel national.

0.2.2. Développement du Raisonnement Scientifique

L'aptitude à analyser une problématique biologique est une compétence centrale. L'élève doit pouvoir formuler une hypothèse pertinente, proposer un protocole expérimental simple pour la tester et interpréter de manière critique des résultats. L'objectif est de structurer sa pensée selon la démarche hypothético-déductive, socle de toute investigation scientifique.

0.2.3. Acquisition des Compétences Pratiques et Techniques

Sur le plan méthodologique, le programme vise à familiariser l'élève avec les outils de base du biologiste. Cela inclut l'utilisation correcte du microscope optique, la réalisation de préparations microscopiques et la schématisation rigoureuse d'observations. Ces gestes techniques valident la compréhension théorique par une application concrète.

0.2.4. Capacité de Synthèse et de Mise en Contexte

Finalement, la compétence terminale réside dans la mobilisation intégrée des savoirs. L'élève est capable de lier des concepts biologiques à des enjeux de société concrets, tels que la santé publique au Kasaï, la gestion de la biodiversité dans le parc de la Garamba ou les problématiques agricoles dans le Kwilu. Il sait argumenter et communiquer ses connaissances avec clarté et précision.

0.3. Méthodologie et Approche par Situations

0.3.1. Fondement de l'Approche par Situations (APS)

L'Approche par Situations ancre les concepts biologiques dans un contexte tangible et signifiant. Elle développe des compétences d'analyse, de raisonnement hypothético-déductif et de résolution de problèmes. Chaque situation-problème s'inspire de réalités observables en RDC, qu'il s'agisse d'un enjeu de santé publique au Kongo Central, d'un défi agronomique dans la province de l'Équateur ou d'une question environnementale liée à l'exploitation minière. Cet ancrage contextuel favorise une maîtrise durable des savoirs. Il prépare l'élève à agir en citoyen éclairé face aux défis scientifiques de son environnement.

0.3.2. Articulation Pédagogique

Pédagogiquement, la méthode s'articule en trois temps distincts, transformant la dynamique de la classe. Le rôle de l'enseignant évolue de celui de

transmetteur de savoir à celui de facilitateur et de guide méthodologique. La mise en œuvre de cette approche suit une progression logique.

- **Phase 1 : L'immersion.** L'enseignant présente une situation-problème complexe et authentique, formulée comme une énigme à résoudre ou un phénomène à expliquer.
- **Phase 2 : La mobilisation des savoirs.** Les élèves, guidés par un questionnement, identifient le problème biologique sous-jacent. Ils formulent des hypothèses et recherchent activement les informations théoriques nécessaires dans le manuel pour les valider ou les infirmer.
- **Phase 3 : La structuration.** L'enseignant orchestre la mise en commun et la synthèse des connaissances. Cette étape permet d'aboutir à une compréhension structurée du concept et à une solution argumentée, formalisant ainsi l'apprentissage.

Partie 1 : MICROBIOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Le monde invisible des micro-organismes

Un univers microscopique peuple notre environnement. Des eaux du fleuve Congo aux terres fertiles du Kwilu, des milliards d'êtres vivants échappent à notre vue. Bactéries, virus, champignons et protistes forment cet écosystème secret. Leur existence influence directement la nôtre, de la santé des sols à la qualité de l'air. Cette section initie l'étude rigoureuse de ces formes de vie fondamentales.

Bénéfiques ou pathogènes : un double visage

Certains micro-organismes sont des partenaires essentiels de la vie. Ils permettent la fermentation du manioc pour le *fufu* ou la décomposition de la matière organique dans la forêt de l'Équateur. D'autres, qualifiés de pathogènes, sont la source de maladies redoutables. Le choléra à Goma ou la fièvre typhoïde sont des rappels constants de leur potentiel destructeur. La microbiologie distingue et classifie ces acteurs ambivalents.

L'immunologie : la science de nos défenses

Face à une agression microbienne, le corps humain ne reste pas passif. Il déploie un système de défense sophistiqué : le système immunitaire. Cette armée intérieure est capable de reconnaître un ennemi, de le neutraliser et de garder sa mémoire pour des rencontres futures. L'immunologie étudie précisément ces mécanismes de protection et de surveillance, qui garantissent l'intégrité de notre organisme.

Maîtrise et applications : de la paillasse au vaccin

La connaissance de ce monde invisible ouvre des perspectives médicales immenses. Les vaccins, par exemple, éduquent notre système immunitaire avant l'infection. Les antibiotiques ciblent spécifiquement les bactéries pathogènes. La microbiologie et l'immunologie sont donc des disciplines jumelles, au cœur de la santé publique, de l'agroalimentaire et de la biotechnologie moderne. Leur maîtrise est un enjeu majeur pour le développement.

Chapitre 1 : Techniques de Culture et Développement Microbien (MSVT 4.1)

1.1. Préparation des Milieux de Culture

a. Le "restaurant" des bactéries

Un des faits les plus surprenants en microbiologie est qu'une bactérie, invisible à l'œil nu, a des exigences alimentaires aussi précises qu'un être humain. Elle ne mangera pas n'importe quoi. Pour la faire grandir en laboratoire, il faut lui préparer un "repas" sur mesure : le milieu de culture.

Ce repas artificiel fournit tous les nutriments nécessaires à sa multiplication. Sa composition varie selon le micro-organisme étudié. C'est un peu comme préparer du fufu pour un habitant du Kivu et du saka-saka pour un Congolais de l'Équateur : chaque "invité" a ses préférences.

A. Composition Fondamentale d'un Milieu de Culture

Fondamentalement, un milieu de culture est une solution aqueuse nutritive. Sa préparation respecte une recette stricte, car un seul ingrédient manquant peut empêcher toute croissance. Les composants essentiels sont presque toujours les mêmes.

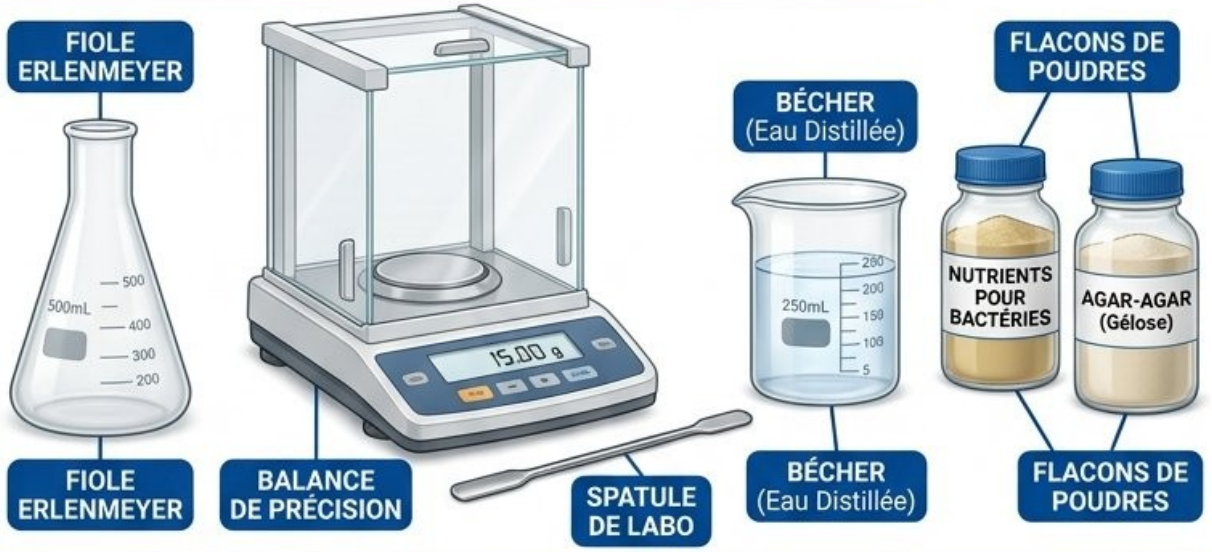
Voici les ingrédients de base :

- **Eau distillée ou déminéralisée** : C'est le solvant universel. L'eau du robinet contient des minéraux qui peuvent interférer.
- **Source d'énergie et de carbone** : Souvent un sucre simple comme le glucose.
- **Source d'azote** : Essentielle pour la synthèse des protéines. Elle provient souvent de peptones ou d'extraits de viande.
- **Sels minéraux** : Phosphates, sulfates, chlorures. Ils agissent comme cofacteurs enzymatiques.
- **Facteurs de croissance** : Certaines bactéries "exigeantes" nécessitent des vitamines ou des acides aminés spécifiques.

Figure 1 : Réf. IMG (6096-5084-6807)

Équipement et ingrédients pour préparer un milieu de culture de base

1. VUE D'ENSEMBLE DE L'ÉQUIPEMENT ET DES INGRÉDIENTS



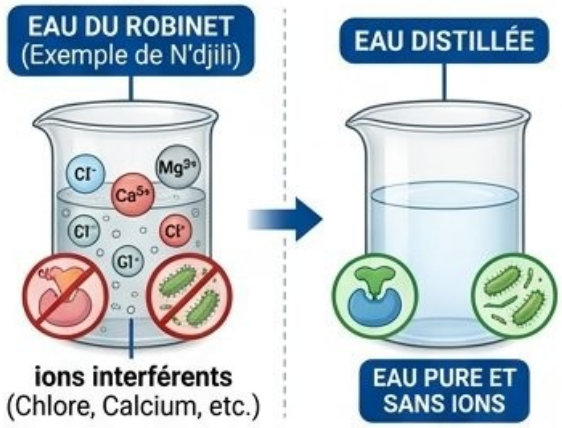
2. LA PESÉE PRÉCISE DES POUDRES



Garantit le respect exact des concentrations pour la croissance bactérienne.

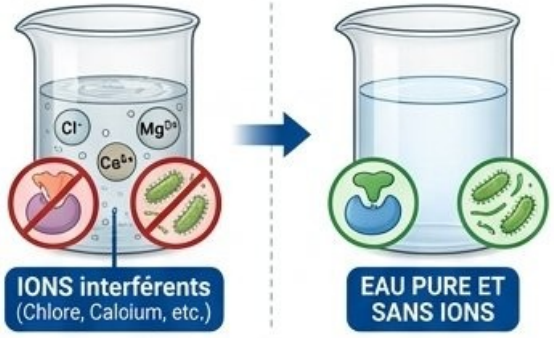
3. L'IMPORTANCE DE L'EAU DISTILLÉE

L'utilisation d'eau distillée est non négociable pour éviter les inhibitions.



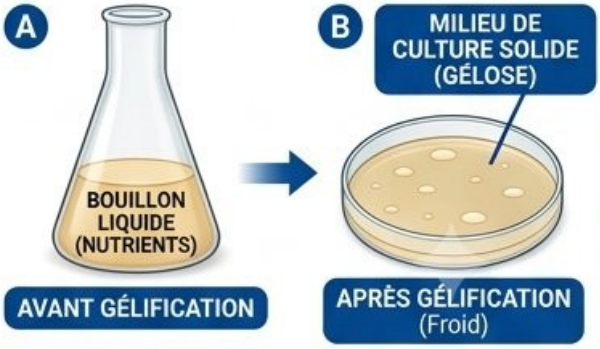
L'utilisation d'eau distillée est non négociable pour éviter les inhibitions.

3. L'IMPORTANCE DE L'EAU DISTILLÉE



L'utilisation d'eau distillée est non négociable pour éviter les inhibitions.

4. LE RÔLE DE L'AGAR-AGAR



L'agar transforme le bouillon liquide en gel solide pour isoler les colonies.

Figure 1 : Réf. IMG (6096-5084-6807)

Équipement et ingrédients pour préparer un milieu de culture de base

a. Analyse visuelle

L'image montre les éléments d'une préparation en laboratoire. On distingue une fiole Erlenmeyer, une balance de précision pour peser les poudres (nutriments, agar), une spatule et un bécher contenant de l'eau distillée. Chaque outil a un rôle précis dans la recette.

b. La pesée précise des poudres

La balance garantit le respect exact des concentrations de la recette. Une erreur de pesée, même minime, peut rendre le milieu trop pauvre pour la croissance ou, au contraire, toxique pour les bactéries. La rigueur commence ici, bien avant l'inoculation.

c. L'importance de l'eau distillée

L'utilisation d'eau distillée est non négociable. L'eau du robinet, même potable comme à N'djili, contient des ions (chlore, calcium) qui peuvent inhiber les enzymes bactériennes ou précipiter avec les composants du milieu. L'eau doit être la plus pure possible.

d. Le rôle de l'agar-agar

L'agar est un polymère extrait d'algues rouges. Inerte et non nutritif, il sert uniquement de gélifiant. Il transforme le bouillon liquide en un gel solide à température ambiante, permettant aux bactéries de former des colonies isolées en surface.

B. Les Grandes Catégories de Milieux

Selon l'objectif de l'analyse, le biologiste choisit un type de milieu spécifique. La composition et la fonction permettent de les classer en plusieurs catégories principales.

- **Milieux synthétiques** : Leur composition chimique est entièrement connue et définie. Chaque composant est pur. Ils sont utilisés pour la recherche fondamentale.

- **Milieux empiriques (ou complexes)** : Leur composition n'est pas précisément définie (ex: bouillon de viande, extrait de levure). Ils sont très riches et permettent la croissance d'un grand nombre de bactéries.
- **Milieux sélectifs** : Ils contiennent des agents (antibiotiques, sels biliaires) qui inhibent la croissance de certains germes, favorisant ainsi ceux que l'on recherche. C'est un "filtre".
- **Milieux différentiels** : Ils contiennent un indicateur (souvent un indicateur de pH) qui change de couleur en fonction du métabolisme de la bactérie. Ils permettent de distinguer plusieurs espèces sur la même boîte.

Figure 2 : Réf. IMG (5340-0246-8306)

Boîtes de Petri montrant des milieux sélectifs et différentiels en action

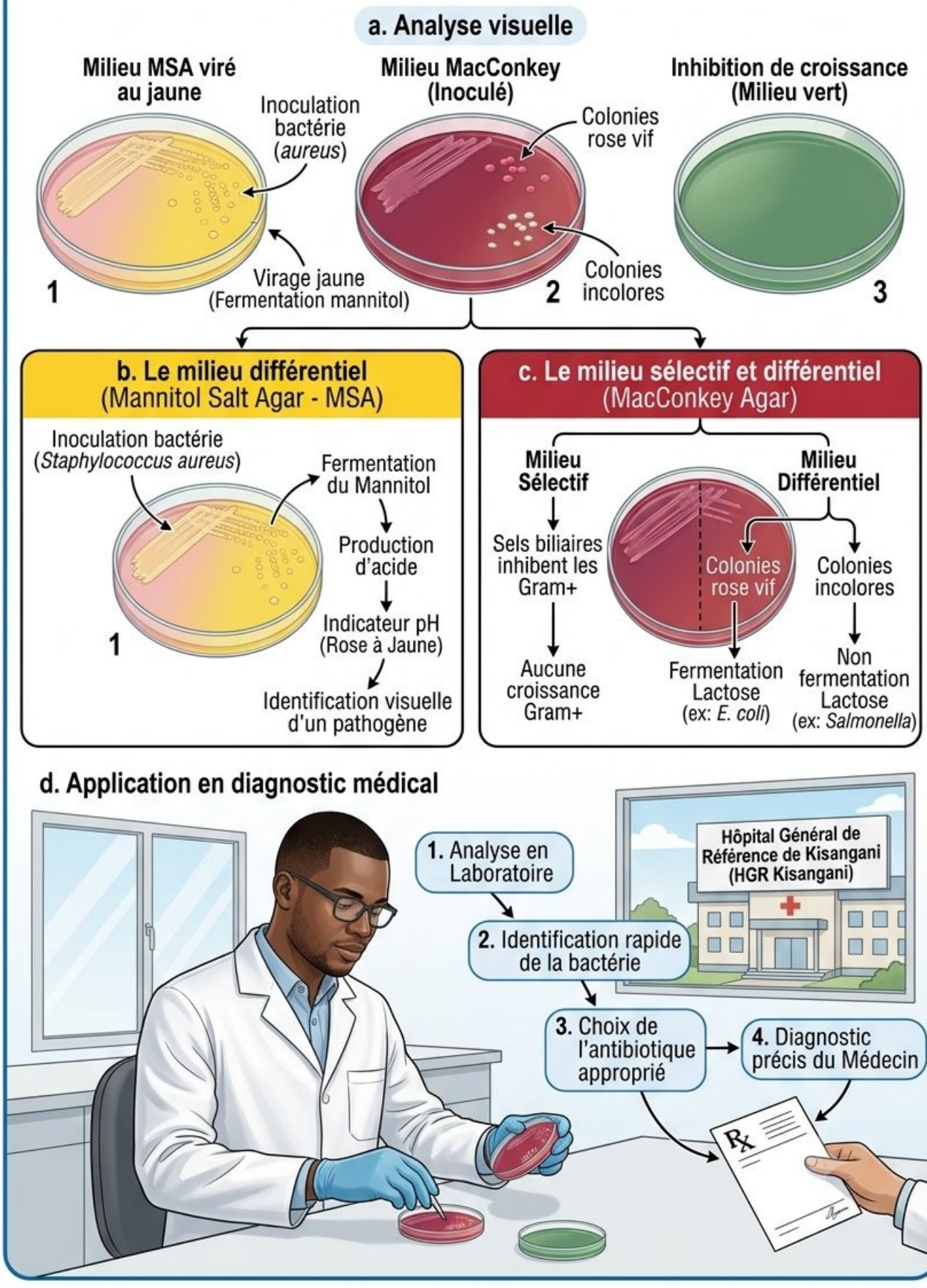


Figure 2 : Réf. IMG (5340-0246-8306)

Boîtes de Petri montrant des milieux sélectifs et différentiels en action

a. Analyse visuelle

On observe trois boîtes de Petri avec des milieux de couleurs différentes. La première (rose pâle) montre une croissance bactérienne qui a fait virer le milieu au jaune. La seconde (rouge) montre deux types de colonies distinctes. La troisième (verte) inhibe toute croissance.

b. Le milieu différentiel en action

La boîte passant du rose au jaune est un milieu de Mannitol Salt Agar. Le changement de couleur indique que la bactérie présente (*Staphylococcus aureus*) est capable de fermenter le mannitol, produisant de l'acide qui fait virer l'indicateur de pH. C'est une identification visuelle.

c. Le milieu sélectif et différentiel

La boîte rouge est probablement une gélose MacConkey. Elle est sélective (sels biliaires inhibant les Gram+) et différentielle. Les colonies rose vif fermentent le lactose (comme *E. coli*), tandis que les colonies incolores ne le fermentent pas (comme *Salmonella*).

d. Application en diagnostic médical

Cette technique est vitale dans les hôpitaux. À l'Hôpital Général de Référence de Kisangani, ces milieux permettent d'identifier rapidement la bactérie responsable d'une infection et de choisir le bon antibiotique. Le choix du milieu guide le diagnostic du médecin.

■ ■ ■

Scénarios et Exercices

Une anecdote de laboratoire à Matadi

Un jeune technicien, appelons-le Zola, travaillait tard au laboratoire provincial du Kongo Central. Il devait préparer un milieu de culture pour analyser un prélèvement suspecté de contenir *Vibrio cholerae*, l'agent du choléra. Fatigué, et la réserve d'eau distillée étant vide, il a utilisé de l'eau du robinet traitée au

chlore, se disant que "l'eau, c'est de l'eau". Il a suivi toutes les autres étapes à la perfection : pesée, dissolution, stérilisation à l'autoclave. Le lendemain, après incubation, aucune bactérie n'avait poussé. Le milieu était stérile. Son chef de laboratoire, expérimenté, a tout de suite compris. Le chlore résiduel dans l'eau du robinet, même en faible quantité, avait agi comme un désinfectant, tuant les quelques vibrions présents dans l'échantillon. La leçon fut simple et dure : en microbiologie, chaque détail compte.

Exercice 1 : Le défi du technicien de laboratoire à Mbandaka

Énoncé : Papa Bolingo est technicien dans un centre de santé à Mbandaka, en Équateur. Il reçoit un échantillon d'eau de rivière suspecté de contenir des bactéries pathogènes, notamment *Salmonella*. Il dispose de deux milieux stériles : un bouillon nutritif simple (milieu empirique) et une gélose SS (Salmonella-Shigella), un milieu connu pour être sélectif. Pour isoler *Salmonella*, quel milieu doit-il utiliser et pourquoi ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier l'objectif** L'objectif n'est pas de faire pousser toutes les bactéries de la rivière, mais d'isoler spécifiquement *Salmonella*.
2. **Étape 2 : Analyser les fonctions des milieux disponibles** Le bouillon nutritif est un milieu riche et non sélectif. Toutes les bactéries (ou presque) de l'échantillon y pousseront en grand nombre, formant un liquide trouble. Il sera impossible d'isoler *Salmonella*. La gélose SS est un milieu sélectif. Elle contient des substances qui bloquent la croissance de la plupart des bactéries (notamment les Gram+ et beaucoup de coliformes), mais laissent pousser *Salmonella*.
3. **Étape 3 : Conclure logiquement** Pour isoler une bactérie spécifique dans un échantillon mixte, il faut utiliser un milieu sélectif. Papa Bolingo doit donc ensemencer l'échantillon sur la gélose SS.

Exercice 2 : L'erreur de la stagiaire à Mbuji-Mayi

Énoncé : Maman Hélène, une stagiaire en biologie médicale à Mbuji-Mayi, doit préparer une série de géloses nutritives en boîtes de Petri. Elle pèse correctement le bouillon nutritif en poudre, le mélange avec la bonne quantité d'eau distillée, mais, distraite par un appel, oublie d'ajouter la poudre d'agar-agar. Elle verse ensuite son mélange dans les boîtes et les place à l'étuve pour stérilisation puis les laisse refroidir. Quel sera l'état de ses milieux le lendemain ?

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Identifier le composant manquant** Le composant oublié dans la préparation est l'agar-agar.
2. **Étape 2 : Définir la fonction de ce composant** L'agar-agar est l'agent gélifiant. Sa fonction n'est pas nutritive, mais structurale. Il transforme le milieu liquide en un gel solide après chauffage et refroidissement.
3. **Étape 3 : Prédire le résultat final** Sans l'agent gélifiant, le milieu ne se solidifiera jamais. Même après refroidissement, le contenu des boîtes de Petri restera un liquide (un bouillon nutritif). Les boîtes sont inutilisables pour l'isolement de colonies, qui exige une surface solide. La préparation est à refaire.

1.2. Procédés de Stérilisation

a. Le principe fondamental

Pendant des siècles, nos ancêtres au Kasaï ou dans le Kongo Central conservaient le poisson sans connaître le mot "microbe". Le séchage au soleil et le fumage (le *mbisi ya ko kawuka*) sont des techniques ancestrales. Elles visaient un but commun : empêcher la pourriture de s'installer. Ces gestes empiriques sont les précurseurs de la stérilisation.

La microbiologie moderne a systématisé ce principe. Elle ne cherche pas seulement à inhiber les micro-organismes, mais à les éliminer totalement et de façon irréversible. La stérilisation est la destruction ou l'élimination de toute forme de vie microbienne (bactéries, virus, champignons, spores) d'un objet ou d'une préparation. Un milieu stérile est, par définition, exempt de tout micro-organisme vivant.

A. La Stérilisation par la Chaleur

La chaleur est la méthode de stérilisation la plus fiable et la plus utilisée. Son action détruit les protéines et les enzymes vitales des micro-organismes. Deux grandes techniques existent.

a. La chaleur sèche (Four Poupinel)

Ce procédé utilise de l'air chaud. L'action stérilisante provient de l'oxydation des constituants cellulaires. Le four Poupinel est l'appareil de référence. Il est

efficace pour la verrerie de laboratoire (pipettes, boîtes de Petri en verre) et les instruments métalliques. L'opération requiert des températures élevées sur une longue durée.

Un cycle de stérilisation standard est : - 180°C pendant 30 minutes. - 170°C pendant 60 minutes. - 160°C pendant 120 minutes.

b. La chaleur humide (Autoclave)

Cette technique utilise de la vapeur d'eau sous pression. Elle est bien plus efficace que la chaleur sèche. La pression augmente le point d'ébullition de l'eau, permettant d'atteindre des températures supérieures à 100°C. La vapeur d'eau chaude pénètre les matériaux et provoque une dénaturation rapide et irréversible des protéines microbiennes.

L'autoclave est l'appareil de choix pour stériliser les milieux de culture, les solutions aqueuses, le matériel chirurgical et les déchets contaminés. Le cycle de référence est de 20 minutes à 121°C, sous une pression de 1 bar (ou 1 atm) au-dessus de la pression atmosphérique.

Figure 3 : Réf. IMG (1249-0096-0334)

Schéma de fonctionnement d'un autoclave de laboratoire

a. Le principe de la marmite à pression

L'autoclave fonctionne comme une cocotte-minute sophistiquée. L'enceinte hermétique permet à la pression d'augmenter, forçant ainsi la température de la vapeur d'eau bien au-delà de 100°C. C'est le couple pression-température qui garantit l'efficacité.

b. La chambre de stérilisation

La cuve interne, souvent en acier inoxydable, est l'espace où l'on dépose les objets à stériliser. Paniers et supports permettent d'organiser le matériel pour une pénétration optimale de la vapeur sur toutes les surfaces.

c. Le rôle de la vapeur sous pression

La vapeur humide transfère la chaleur beaucoup plus efficacement que l'air sec. Elle coagule les protéines des bactéries, y compris les plus résistantes comme les spores bactériennes, ce qui entraîne leur mort certaine.

d. L'évacuation de l'air et le manomètre

Avant que la température ne monte, une purge élimine l'air de la chambre. La présence de poches d'air empêcherait une stérilisation uniforme. Le manomètre est l'instrument qui mesure et affiche la pression interne, garantissant que les conditions du cycle sont respectées.

B. La Stérilisation à Froid

Certains produits ne supportent pas la chaleur (plastiques, solutions de vitamines, antibiotiques). Des méthodes alternatives sont donc nécessaires.

a. La filtration stérilisante

Ce procédé ne tue pas les micro-organismes. Il les élimine physiquement. Le liquide à stériliser est forcé à travers une membrane dont les pores ont un diamètre très faible, typiquement 0.22 micromètre (µm). Les bactéries sont retenues par la membrane, tandis que le liquide filtré (le filtrat) est stérile.

b. Les agents chimiques

Des gaz comme l'oxyde d'éthylène sont utilisés pour stériliser le matériel thermosensible à usage unique (seringues en plastique, sondes). Ce gaz est très efficace mais aussi toxique et inflammable, ce qui impose des précautions strictes. Des solutions comme le glutaraldéhyde sont utilisées pour la "stérilisation" chimique d'instruments (endoscopes).

c. Les radiations

Les rayonnements peuvent détruire l'ADN des micro-organismes. - **Rayons ultraviolets (UV)** : Ils ont un faible pouvoir de pénétration. Leur usage est limité à la stérilisation de surfaces, de l'air (dans une hotte à flux laminaire) ou de l'eau. - **Rayons ionisants (Gamma, Bêta)** : Très pénétrants et efficaces, ils sont utilisés à l'échelle industrielle pour stériliser du matériel médical emballé (gants, compresses, boîtes de Petri en plastique).

Figure 4 : Réf. IMG (5242-2333-9394)

Tableau comparatif des principales méthodes de stérilisation

L'axe de la température

HAUTES TEMPÉRATURES

MÉTHODES A FROID

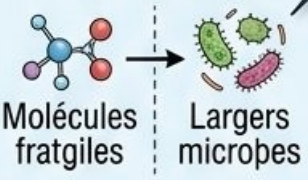
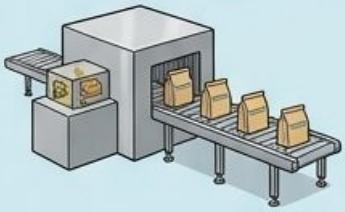
Méthode	Mode d'Action	Applications / Nature de l'Objet
1 **Autoclave** (Chaleur Humide) 	1. Vapeur sous pression (ex: 121°C) 2. Température élevée 3. Contact direct	Objets **non thermosensibles** et hydratés Milieux de culture microbiologique Décontamination de déchets
2 **Four Poupinel** (Chaleur Sèche) 	Oxydation à l'air chaud (ex: 160-180°C)	Instruments métalliques Verrerie
3 **Filtration** 	Séparation physique (pas de destruction)  Molécules fratgiles / Largers microbes	Formation liquides for **liquides délicates** Liquides thermosensibles (protéines, vitamines)
4 **Radiations Ionisantes** (ex: Rayons Gamma) 	Ionisation pour détruire les microbes 	Utilisation **industriel**, **Maintainance a sterilité jusqu'a avoi l'ouverture** Stérilisation de produits DEJA EMBALLES Dispositifs médicaux, produits agroalimentaires
5  **Agents Chimiques** (ex: Gaz Oxyde d'éthylène)	Alkylating agents	Heat-sensitive non-liquids, complex instruments

Figure 4 : Réf. IMG (5242-2333-9394)

Tableau comparatif des principales méthodes de stérilisation

a. L'axe de la température

Le tableau distingue clairement les méthodes à haute température (autoclave, four Poupinel) des méthodes dites "à froid" (filtration, radiations, agents chimiques). Le choix dépend directement de la nature de l'objet ou du liquide à traiter.

b. La polyvalence de l'autoclave

La chaleur humide est la référence pour tout ce qui est non sensible à la chaleur et hydraté. L'autoclave est donc l'outil central de tout laboratoire de microbiologie pour la préparation des milieux de culture et la décontamination.

c. Le cas des liquides thermosensibles

La filtration occupe une place unique. Elle est la seule méthode applicable aux liquides contenant des molécules fragiles comme des protéines ou des vitamines, qui seraient détruites par la chaleur. C'est une séparation physique, non une destruction.

d. La spécificité des radiations

Les radiations ionisantes sont une méthode industrielle. Elles permettent de stériliser des produits déjà emballés dans leur conditionnement final, assurant ainsi que la stérilité est maintenue jusqu'à l'ouverture. C'est impossible avec la chaleur.

■ ■ ■

Anecdote pour l'examen

Le Dr Mpoyi, fraîchement diplômé, est affecté dans un centre de santé isolé dans la province du Kwilu. Il constate avec effroi que l'infirmière titulaire a l'habitude de "stériliser" les quelques seringues en verre en les faisant simplement bouillir dix minutes dans une casserole d'eau ouverte. Avec patience, il lui explique la différence capitale entre la désinfection et la stérilisation.

Faire bouillir l'eau à pression ambiante (100°C) tue la plupart des bactéries, mais pas les spores bactériennes très résistantes (comme celles du tétanos ou de certaines gangrènes). Pour les détruire, il faut une température plus élevée, uniquement atteignable sous pression. Il lui montre comment un simple autocuiseur ("cocotte-minute") peut servir d'autoclave de fortune pour atteindre les 121°C nécessaires à une vraie stérilisation et protéger les patients de Mbandaka des infections.

Scénarios et Exercices

Exercice 1 : Le dilemme du milieu de culture à Goma

Énoncé : Un technicien de laboratoire à Goma doit préparer 1 litre d'un milieu de culture gélosé pour étudier une bactérie. La recette indique que le milieu contient des peptones, des extraits de levure, de l'agar et une solution de vitamines qui se dégrade au-dessus de 80°C. Proposez une méthode de stérilisation complète et sûre.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse des composants** Le milieu contient des composants thermostables (peptones, agar) et un composant thermosensible (la solution de vitamines). Une stérilisation unique de l'ensemble par la chaleur est impossible.
2. **Étape 2 : Séparation des procédures** Il faut stériliser les deux fractions séparément.
   - La base du milieu (eau + peptones + agar) peut et doit être stérilisée par la chaleur.
   - La solution de vitamines doit être stérilisée à froid.
3. **Étape 3 : Application des bonnes méthodes**
   - **Pour la base du milieu :** Utiliser l'autoclave. Placer le mélange dans un flacon de 2 litres (pour éviter les débordements) et lancer un cycle de 20 minutes à 121°C.
   - **Pour la solution de vitamines :** Utiliser la filtration stérilisante sur une membrane de 0.22 µm.
4. **Étape 4 : Assemblage final aseptique** Après autoclavage, laisser la base du milieu refroidir aux alentours de 50°C (l'agar est encore liquide mais la température n'endommagera pas les vitamines). Travailler sous une hotte stérile ou près d'une flamme (bec Bunsen)