Amelioration des plantes.

4è Année

Option

AGRICULTURE GENERALE



CONFORME AU PROGRAMME NATIONAL

EDITION 2025



TABLE DE MATIERE

Préliminaires 1
1. Vision et Finalités du Cours 1
- 1.1 Contexte et Enjeux pour la RDC 1
- 1.2 Vision du Programme 1
- 1.3 Finalités Spécifiques 1

2. Compétences Visées 2
- 2.1 Compétences Conceptuelles et Stratégiques 2
- 2.2 Compétences Techniques et Pratiques 2
- 2.3 Compétences d'Évaluation et de Valorisation 3

3. Approche Pédagogique 4
- 3.1 Apprentissage par Problèmes et Projets 4
- 3.2 Combinaison Théorie-Pratique 4
- 3.3 Immersion dans le Contexte Congolais 5

4. Modalités d'Évaluation 5
- 4.1 Évaluation Continue (50% de la note finale) 6
- 4.2 Épreuve d'Intégration Finale (50% de la note finale) 6

Chapitre 1 : La Conception d'un Programme de Sélection 10
1.1. De la Problématique aux Objectifs 10
- 1.1.1. L'Analyse des Contraintes de la Filière 10
- 1.1.2. La Définition des Objectifs de Sélection 10
- 1.1.3. La Définition de l'Idéotype 10
- 1.1.4. Le Choix de la Stratégie d'Amélioration 11

1.2. La Gestion des Ressources Génétiques du Programme 13
- 1.2.1. La Constitution du Pool de Géniteurs 13
- 1.2.2. L'Évaluation des Géniteurs 13
- 1.2.3. La Création de Populations de Base pour la Sélection 13
- 1.2.4. La Planification à Long Terme 14

Scenarios et Exercices 14
- 1. Exercices à compléter 14
- 2. Exercices de raisonnement 15
- 3. Scénarios d'assimilation 15

Chapitre 2 : Les Bases de la Génétique Quantitative 20
2.1. Hérédité des Caractères Complexes 20
- 2.1.1. Caractères Qualitatifs vs Quantitatifs 20
- 2.1.2. Le Modèle Polygénique 20

- 2.1.3. L'Influence de l'Environnement 20
- 2.1.4. La Notion de Valeur Phénotypique 21

2.2. L'Héritabilité et le Progrès Génétique 23

- 2.2.1. La Variance Phénotypique et ses Composantes 23
- 2.2.2. La Notion d'Héritabilité 23
- 2.2.3. L'Équation du Progrès Génétique 23
- 2.2.4. Applications pour le Sélectionneur 24

Scenarios et Exercices 24

- 1. Exercices à compléter 24
- 2. Exercices de raisonnement 25
- 3. Scénarios d'assimilation 26

RESSOURCES COMPLEMENTAIRES 30

II. Questions et reponses d'approfondissement 30

II. Confusions et erreurs frequentes a eviter 34

- 1. Confusion : Objectifs de sélection (1.1.2) et Idéotype (1.1.3) 34
- 2. Confusion : Pool de géniteurs (1.2.1) et Population de base (1.2.3) 35
- 3. Confusion : Sélectionner une "bonne plante" (Valeur Propre) et sélectionner un "bon parent" (Aptitude à la Combinaison) (1.2.2) 35
- 4. Confusion : Caractère quantitatif (2.1.1) et Influence de l'environnement (2.1.3) 36
- 5. Confusion : Héritabilité faible ($h2$) et Absence de déterminisme génétique 36
- 6. Confusion : Interaction $G \times E$ (2.1.3) comme étant toujours un problème à éliminer 36
- 7. Confusion : L'équation du progrès génétique ($R = i \times h2 \times \sigma p$) et ses leviers 37

III. La fiche de revision prete a l'emploi 37

- 1. Architecture d'un Programme de Sélection (Synthèse Chap. 1) 37
- 2. Gestion Stratégique des Gènes (Synthèse Chap. 1) 38
- 3. Hérédité des Caractères Complexes (Synthèse Chap. 2) 39
- 4. Les Outils de Mesure de la Sélection (Synthèse Chap. 2) 40

Chapitre 3 : La Sélection Généalogique et ses Variantes 44

3.1. La Méthode Généalogique Classique 44

- 3.1.1. Le Principe et le Schéma 44
- 3.1.2. La Sélection en F2 44
- 3.1.3. La Sélection entre et au sein des Lignées 45
- 3.1.4. L'Évaluation des Lignées Fixées 46

3.2. La Méthode de Sélection en Vrac (Bulk) 48

- 3.2.1. Le Principe 48
- 3.2.2. L'Action de la Sélection Naturelle 48

- 3.2.3. L'Intervention de la Sélection Artificielle 48
- 3.2.4. Avantages et Inconvénients 49

Scenarios et Exercices 50

- 1. Exercices à compléter 50
- 2. Exercices de raisonnement 50
- 3. Scénarios d'assimilation 51

Chapitre 4 : Méthodes de Sélection Accélérées 56

4.1. La Méthode « Single Seed Descent » (SSD) 56

- 4.1.1. Le Principe du SSD 56
- 4.1.2. La Conduite Pratique 56
- 4.1.3. Les Avantages du SSD 57
- 4.1.4. L'Application de la Sélection 57

Scenarios et Exercices 57

- 1. Exercices à compléter 57
- 2. Exercices de raisonnement 58
- 3. Scénarios d'assimilation 59

Chapitre 5 : Le Rétrocroisement (Backcrossing) 63

5.1. Le Principe du Transfert de Gènes 63

- 5.1.1. L'Objectif du Rétrocroisement 63
- 5.1.2. Le Schéma du Backcross 63
- 5.1.3. La Récupération du Fond Génétique 64
- 5.1.4. Applications Pratiques 65

Scenarios et Exercices 66

- 1. Exercices à compléter 66
- 2. Exercices de raisonnement 66
- 3. Scénarios d'assimilation 67

RESSOURCES COMPLEMENTAIRES 72

I. Questions et reponses d'approfondissement 72

II. Confusions et erreurs frequentes a eviter 78

- 1. Confondre les objectifs du Rétrocroisement (BC) et de la Sélection Généalogique 78
- 2. Croire que la Sélection Naturelle (Méthode "Bulk") sélectionne pour le rendement agronomique 79
- 3. Appliquer la méthode SSD (Single Seed Descent) sur une petite population F2 79
- 4. Oublier l'autofécondation finale après un programme de Rétrocroisement (BC) 79
- 5. Choisir la méthode généalogique (3.1) pour des raisons de "prestige" sans les ressources nécessaires 80

III. La fiche de revision prete a l'emploi 80

- 1. Contexte : Espèces Autogames 80
- 2. Stratégie 1 : Sélection par Recombinaison (Créer une nouvelle variété) 81
- 3. Stratégie 2 : Sélection par Substitution (Améliorer une variété existante) 83

Chapitre 6 : La Sélection Récurrente 87

6.1. Le Principe d'Amélioration des Populations 87

- 6.1.1. L'Objectif de la Sélection Récurrente 87
- 6.1.2. Les Étapes d'un Cycle de Sélection 87
- 6.1.3. La Sélection Récurrente Simple 88
- 6.1.4. L'Amélioration à Long Terme 89

Scenarios et Exercices 89

- 1. Exercices à compléter 89
- 2. Exercices de raisonnement 90
- 3. Scénarios d'assimilation 91

Chapitre 7 : La Création et l'Évaluation des Lignées 96

7.1. L'Autofécondation et la Fixation 96

- 7.1.1. L'Extraction de Lignées Pures 96
- 7.1.2. La Dépression de Consanguinité 96
- 7.1.3. L'Évaluation des Lignées 97
- 7.1.4. L'Utilisation des Lignées 98

Scenarios et Exercices 98

- 1. Exercices à compléter 98
- 2. Exercices de raisonnement 99
- 3. Scénarios d'assimilation 99

Chapitre 8 : La Création de Variétés Hybrides et Synthétiques 104

8.1. La Création de Variétés Hybrides 104

- 8.1.1. Le Schéma de Création d'un Hybride Simple 104
- 8.1.2. Les Types d'Hybrides 104
- 8.1.3. La Production de Semences Hybrides 105
- 8.1.4. L'Exemple du Palmier à Huile 106

8.2. La Création de Variétés Synthétiques 109

- 8.2.1. Le Principe 109
- 8.2.2. Les Avantages 109
- 8.2.3. La Création d'une Variété Synthétique 109
- 8.2.4. Le Domaine d'Application 110

Scenarios et Exercices 110

- 1. Exercices à compléter 110

- 2. Exercices de raisonnement 111
- 3. Scénarios d'assimilation 112

RESSOURCES COMPLEMENTAIRES 117

I. Questions et reponses d'approfondissement 117

II. Confusions et erreurs frequentes a eviter 121

- 1. Penser que "population améliorée" (Chap. 6) et "variété synthétique" (Chap. 8) sont identiques 121
- 2. Confondre l'objectif de l'autofécondation chez les autogames et les allogames 121
- 3. Sous-estimer le coût de la production de semences hybrides (8.1.3) 122
- 4. Croire que "plus de parents" est toujours mieux pour une variété synthétique 122
- 5. Mal comprendre l'utilisation des testeurs (7.1.3) 122
- 6. Appliquer la sélection récurrente pour un gène de résistance simple 123

III. La fiche de revision prete a l'emploi 123

- 1. Le Défi Central des Allogames : Vigueur et Dépression 123
- 2. Stratégie A : Améliorer la Population (pour le long terme) 123
- 3. Stratégie B : Créer les Parents (les "Briques" de l'Hybride) 124
- 4. Stratégie C : Commercialiser la Vigueur (Hybrides vs Synthétiques) 124

Chapitre 9 : Application à l'Amélioration du Maïs et du Riz 128

9.1. L'Amélioration du Maïs 128

- 9.1.1. Les Objectifs de Sélection 128
- 9.1.2. L'Amélioration des Populations 129
- 9.1.3. Le Développement d'Hybrides 130
- 9.1.4. La Biofortification 131

9.2. L'Amélioration du Riz 133

- 9.2.1. Les Objectifs de Sélection (Riz) 133
- 9.2.2. Les Stratégies (Autogame) 134
- 9.2.3. Le Cas NERICA (New Rice for Africa) 134

Scenarios et Exercices 135

- 1. Exercices à compléter 135
- 2. Exercices de raisonnement 136
- 3. Scénarios d'assimilation 136

Chapitre 10 : Application à l'Amélioration du Manioc et de la Patate Douce 141

10.1. L'Amélioration du Manioc 141

- 10.1.1. Les Objectifs Prioritaires 141
- 10.1.2. Le Schéma de Sélection 142
- 10.1.3. Les Succès de la Recherche 143

- 10.1.4. La Sélection Participative 143

10.2. L'Amélioration de la Patate Douce 146

- 10.2.1. Les Objectifs de Sélection (Patate Douce) 146
- 10.2.2. Le Schéma de Sélection Clonale 147
- 10.2.3. L'Importance de la Multiplication Saine 147

Scenarios et Exercices 148

- 1. Exercices à compléter 148
- 2. Exercices de raisonnement 149
- 3. Scénarios d'assimilation 149

Chapitre 11 : Application à l'Amélioration du Cotonnier et du Soja 154

11.1. L'Amélioration du Cotonnier 154

- 11.1.1. Les Objectifs de Sélection 154
- 11.1.2. La Méthode Généalogique 155
- 11.1.3. La Résistance aux Insectes 155
- 11.1.4. Le Contexte de la Filière Coton 156

11.2. L'Amélioration du Soja 158

- 11.2.1. Les Objectifs de Sélection (Soja) 158
- 11.2.2. Les Méthodes de Sélection (Soja) 159
- 11.2.3. Importance en RDC 159

Scenarios et Exercices 160

- 1. Exercices à compléter 160
- 2. Exercices de raisonnement 160
- 3. Scénarios d'assimilation 161

Chapitre 12 : Introduction aux Biotechnologies Végétales 166

12.1. La Culture in Vitro 166

- 12.1.1. Le Principe 166
- 12.1.2. Le Microbouturage 166
- 12.1.3. L'Haplodiploïdisation 167
- 12.1.4. Le Sauvetage d'Embryons 168

12.2. La Sélection Assistée par Marqueurs (SAM) 170

- 12.2.1. Le Principe des Marqueurs Moléculaires 170
- 12.2.2. Les Avantages de la SAM 170
- 12.2.3. La Sélection Génomique 171
- 12.2.4. La Transgenèse (OGM) 172

Scenarios et Exercices 173

- 1. Exercices à compléter 173

- 2. Exercices de raisonnement 173
- 3. Scénarios d'assimilation 174

RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES 179

I. Questions et reponses d'approfondissement 179

II. Confusions et erreurs frequentes a eviter 183

- 1. Confusion : Sélection Assistée par Marqueurs (SAM) et OGM (Transgenèse) 183
- 2. Confusion : Culture in vitro (12.1.1) et Création de nouvelles variétés 184
- 3. Confusion : Objectif du schéma de sélection Manioc vs Maïs 184
- 4. Confusion : Sélection participative (10.1.4) et "variété paysanne" 184
- 5. Confusion : Biofortification (9.1.4) et Enrichissement 185

III. La fiche de revision prete a l'emploi 185

- 1. Applications par Culture : Objectifs et Stratégies 185
- 2. Outils Biotechnologiques (Synthèse Chap. 12) 187

Chapitre 13 : L'Expérimentation Agronomique Multilocale 190

13.1. Les Dispositifs Expérimentaux 190

- 13.1.1. L'Objectif des Essais Comparatifs 190
- 13.1.2. Les Principes de l'Expérimentation 190
- 13.1.3. La Conduite des Essais 191
- 13.1.4. L'Analyse Statistique 192

Scenarios et Exercices 193

- 1. Exercices à compléter 193
- 2. Exercices de raisonnement 193
- 3. Scénarios d'assimilation 194

Chapitre 14 : La Protection des Obtentions Végétales et le Secteur Semencier 198

14.1. La Propriété Intellectuelle 198

- 14.1.1. Le Certificat d'Obtention Végétale (COV) 198
- 14.1.2. Les Conditions d'Obtention du COV 198
- 14.1.3. Le Rôle de l'UPOV 199
- 14.1.4. Les Enjeux pour la RDC 199

Scenarios et Exercices 200

- 1. Exercices à compléter 200
- 2. Exercices de raisonnement 201
- 3. Scénarios d'assimilation 202

RESSOURCES COMPLÉMENTAIRES 206

I. Questions et reponses d'approfondissement 206

II. Confusions et erreurs fréquentes à éviter 210

- 1. Penser que la Biotechnologie remplace la Sélection au champ 211
- 2. Confondre les objectifs de la Biofortification (9.1.4, 10.2.1) 211
- 3. Négliger la Sélection Participative (10.1.4) pour les cultures "industrielles" 211
- 4. Appliquer les principes DHS (14.1.2) de manière identique à toutes les espèces 212
- 5. Penser que les Essais Multilocaux (Chap 13) servent à trouver "la meilleure" variété... 212
- 6. Minimiser l'importance de la semence saine pour les plantes à multiplication végétative 213

III. La fiche de revision prete a l'emploi 213

- 1. La Phase Finale : L'Évaluation Rigoureuse (Chapitre 13) 214
- 2. Les Outils Biotechnologiques (Chapitre 12) 214
- 3. Protection et Diffusion (Chapitre 14) 215
- 4. Synthèse des Stratégies par Culture 216

ANNEXES ..... a

ANNEXES ..... a

1. Modèles de Fiches de Notation i
   - 1.1 Principes de la Notation au Champ i
   - 1.2 Exemple 1 : Fiche de Notation pour Essai Maïs (Génération F3-F6 ou Hybrides) i
   - 1.3 Exemple 2 : Fiche de Notation pour Essai Manioc (Sélection Clonale) iii
   - 1.4 Exemple 3 : Fiche de Notation pour Essai Soja (Génération F4-F7) v
2. Introduction à l'Analyse de la Variance (ANOVA) vi
   - 2.1 Objectif de l'ANOVA en Amélioration des Plantes vi
   - 2.2 Composantes Clés d'un Tableau ANOVA vi
   - 2.3 Exemple Concret : Interprétation d'un Tableau ANOVA (Essai Riz) vii
   - 2.4 Tests Post-Hoc (Que faire après l'ANOVA ?) viii
3. Le Processus de Certification des Semences en RDC ix
   - 3.1 Acteurs et Cadre Réglementaire x
   - 3.2 Les Différentes Classes de Semences x
   - 3.3 Diagramme de Flux (Description Détaillée des Étapes) xi
   - 3.4 Normes Clés et Contrôle Qualité xii



Préliminaires

1. Vision et Finalités du Cours

1.1 Contexte et Enjeux pour la RDC

Ce cours avancé d'amélioration des plantes est conçu pour répondre aux défis critiques de la République Démocratique du Congo en matière de sécurité alimentaire, de nutrition et de développement économique. Le secteur agricole congolais est confronté à une pression démographique croissante, aux effets croissants du changement climatique (sécheresses, inondations), à une dégradation de la fertilité des sols (notamment les ferralsols acides) et à des pressions parasitaires intenses (telles que la mosaïque et la striure brune du manioc, ou la chenille légionnaire du maïs). Dans ce contexte, l'amélioration génétique des plantes cultivées n'est pas une option, mais une nécessité impérative pour assurer la souveraineté alimentaire et générer des revenus durables.

1.2 Vision du Programme

La vision de ce cours est de former des techniciens et des ingénieurs agronomes qui ne sont pas de simples exécutants, mais des praticiens éclairés et des innovateurs. L'objectif est de les doter des compétences scientifiques, techniques et stratégiques nécessaires pour concevoir, mettre en œuvre et gérer des programmes de sélection végétale efficaces. Ces programmes doivent être spécifiquement adaptés aux divers agro-écosystèmes de la RDC, depuis les plaines alluviales du fleuve Congo jusqu'aux hauts plateaux du Kivu, en passant par les savanes du Kasaï et du Kwilu.

1.3 Finalités Spécifiques

Au terme de cette formation, l'élève doit être capable de contribuer activement au développement agricole national en poursuivant trois finalités principales :

1. **Créer des Variétés Performantes :** La finalité première est de développer des variétés (lignées pures, hybrides, synthétiques ou clones) qui offrent un potentiel de rendement supérieur et une meilleure stabilité face aux contraintes biotiques (maladies, ravageurs) et abiotiques (sécheresse, acidité du sol) locales.

2. **Répondre aux Besoins des Filières :** L'amélioration végétale doit servir des objectifs économiques clairs. La finalité est donc aussi de créer des variétés répondant aux exigences spécifiques des filières de

transformation et d'exportation. Cela inclut l'amélioration des caractéristiques technologiques des fibres de cotonnier (11.1.1), l'augmentation de la teneur en matière sèche du manioc (10.1.1) pour la production de *fufu* et de cossettes, ou l'optimisation de la teneur en huile du palmier (8.1.4) et du soja (11.2.1).

3. **Améliorer la Nutrition :** Le cours vise à former des acteurs capables de répondre aux défis de santé publique par la biofortification (9.1.4, 10.2.1). Il s'agit de développer des variétés de cultures de base (maïs, manioc, patate douce) enrichies en nutriments essentiels comme la provitamine A ou les protéines de haute qualité (QPM) pour lutter contre la malnutrition chronique.

2. Compétences Visées

Ce module est conçu pour développer un ensemble de compétences pratiques et analytiques. L'étudiant diplômé sera capable de :

2.1 Compétences Conceptuelles et Stratégiques

- **Diagnostiquer un Problème Agricole :** Analyser une contrainte de production (ex: épidémie de CBSD dans le Sud-Kivu) et déterminer si une solution génétique est appropriée (1.1.1).
- **Définir des Objectifs de Sélection :** Traduire un problème de terrain en objectifs de sélection clairs, hiérarchisés et mesurables (1.1.2).
- **Concevoir un Idéotype :** Décrire l'architecture morpho-physiologique de la "plante idéale" (1.1.3) pour un environnement cible (ex: un soja "promiscue" (11.2.1) pour les sols pauvres du Kwango).
- **Choisir une Stratégie :** Justifier le choix d'une méthode de sélection (généalogique, bulk, récurrente, clonale) en fonction des objectifs, du mode de reproduction de l'espèce (autogame, allogame) et des ressources disponibles (1.1.4).

2.2 Compétences Techniques et Pratiques

- **Gérer les Ressources Génétiques :** Savoir constituer, évaluer et entretenir un pool de géniteurs (1.2.1).
- **Maîtriser l'Hybridation :** Réaliser techniquement des croisements contrôlés (émasculation, pollinisation) sur diverses espèces (maïs, riz, niébé).

- **Gérer les Descendances :** Mettre en œuvre les schémas de sélection post-hybridation :
  - Conduire une sélection généalogique (3.1) avec tenue rigoureuse d'un carnet de sélection.
  - Gérer un programme de sélection récurrente (6.1), incluant la création de familles (S1, demi-frères) et l'organisation de polycross de recombinaison.
  - Mener une sélection clonale (10.1.2) sur manioc ou patate douce, de la pépinière de semis (graines F1) aux essais clonaux avancés.
  - Appliquer un schéma de rétrocroisement (Backcross) (5.1) pour transférer un gène simple.
- **Appliquer les Biotechnologies :** Comprendre l'application pratique du microbouturage (12.1.2) pour l'assainissement viral du manioc et la multiplication rapide du bananier, et comprendre le principe de la Sélection Assistée par Marqueurs (SAM) (12.2.1) pour accélérer le rétrocroisement.

2.3 Compétences d'Évaluation et de Valorisation

- **Mettre en Place des Essais :** Concevoir et implanter un essai comparatif multilocaux (Chapitre 13) en respectant les trois principes de base : répétition, randomisation et contrôle local (13.1.2).
- **Collecter et Analyser des Données :** Utiliser des fiches de notation standardisées (Annexe 1) pour collecter des données phénotypiques fiables.
- **Interpréter des Résultats :** Comprendre un tableau d'Analyse de la Variance (ANOVA) (Annexe 2), interpréter la significativité (P-value) et les tests de moyennes (PPDS) pour identifier les variétés gagnantes (13.1.4).
- **Comprendre le Cadre Légal :** Connaître les étapes de l'homologation d'une variété, les critères DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité) (14.1.2) pour l'obtention d'un COV, et le rôle du SENASEM dans le processus de certification des semences (Annexe 3).

3. Approche Pédagogique

Pour garantir l'acquisition de ces compétences, ce cours adopte une approche pédagogique active, centrée sur la pratique et l'intégration des savoirs.

3.1 Apprentissage par Problèmes et Projets

Le cours s'articule autour de défis concrets rencontrés par l'agriculture congolaise. Plutôt que de présenter les méthodes de manière isolée, les chapitres sont abordés comme des solutions à des problèmes spécifiques. L'étudiant est constamment mis en situation de "sélectionneur junior".

3.1.1 Le Projet de Sélection (Fil Rouge)

Dès le début du cours, les étudiants, en groupes, se verront attribuer une culture (ex: maïs, soja, manioc) et un objectif de sélection (ex: résistance à la sécheresse dans le Kwilu). Tout au long du semestre, ils devront :

1. **Gérer des parcelles de sélection :** Ils suivront sur le terrain des populations en ségrégation (F2, F3) ou des essais de familles (S1) mis en place par l'institution. Ils pratiqueront la notation (Annexe 1), la sélection individuelle (3.1.2), la gestion du pedigree et les récoltes.
2. **Simuler des décisions :** Ils devront justifier quelles familles ou individus ils conservent et lesquels ils rejettent, en se basant sur leurs propres données et les principes de la génétique quantitative (2.2).
3. **Présenter un plan final :** À la fin du cours, ils présenteront une stratégie complète pour les 5 prochaines années de leur "programme", incluant les plans de croisements futurs et les schémas d'évaluation (13.1).

3.2 Combinaison Théorie-Pratique

Les sessions théoriques en salle sont directement suivies de travaux pratiques au champ, au laboratoire ou en salle informatique.

3.2.1 Travaux Pratiques de Terrain

- **Techniques d'Hybridation :** Séances pratiques sur le maïs (décastration, pollinisation contrôlée) (8.1.3), le soja et le haricot (émasculation manuelle fine).
- **Conduite d'Essais :** Participation au semis (respect de la randomisation) et à la récolte d'essais comparatifs (13.1.3), en gérant les erreurs de bordure et en assurant la traçabilité des échantillons.

- **Sélection Clonale :** Visite de pépinières de semis de manioc (10.1.2) pour pratiquer la sélection visuelle précoce (élimination des plants virosés, sélection sur la vigueur).

3.2.2 Ateliers d'Analyse

- **Analyse de Données Réelles :** Utilisation de logiciels statistiques (ou à défaut, Excel) pour analyser des jeux de données d'essais réels. Les étudiants devront produire et interpréter un tableau ANOVA (13.1.4, Annexe 2) et recommander des variétés.
- **Laboratoire de Biotechnologie :** Sessions de démonstration de techniques *in vitro* (12.1), observation de vitroplants de bananier ou de manioc. Introduction à l'extraction d'ADN et simulation d'une analyse de marqueur moléculaire (12.2.1).

3.3 Immersion dans le Contexte Congolais

L'apprentissage est ancré dans la réalité agronomique de la RDC.

- **Études de Cas Locaux :** Analyse des succès et des défis de l'amélioration de cultures clés :
  - La lutte contre la mosaïque (CMD) et la striure brune (CBSD) du manioc (10.1.1).
  - Le développement des NERICA pour la riziculture pluviale (9.2.3).
  - L'introduction du maïs QPM (9.1.4) et des patates douces à chair orange (10.2.1).
- **Visites de Terrain :** Des visites sont organisées (selon les possibilités logistiques) dans des institutions clés comme une station de l'INERA (Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques), par exemple Mvuazi au Kongo Central (réputée pour ses collections fruitières et le manioc) ou Yangambi (centre historique pour le palmier à huile et le riz). Des rencontres avec des acteurs du secteur semencier (SENASEM, entreprises privées) sont également prévues.

4. Modalités d'Évaluation

L'évaluation est conçue pour mesurer la capacité de l'étudiant à *appliquer* ses connaissances pour résoudre un problème d'amélioration, plutôt que de mémoriser des définitions. Elle combine une évaluation continue des compétences pratiques et une évaluation finale d'intégration.

4.1 Évaluation Continue (50% de la note finale)

Cette composante évalue le travail de l'étudiant tout au long du semestre et se décompose comme suit :

4.1.1 Rapports de Travaux Pratiques (20%)

- **Rapport de Croisement :** Évaluation de la maîtrise technique des hybridations (taux de succès, étiquetage).
- **Carnet de Sélection (Projet Fil Rouge) :** Notation de la rigueur du suivi de la parcelle, de la qualité des observations et de la pertinence des choix de sélection (3.1.3).
- **Rapports d'Analyse :** Capacité à analyser un jeu de données d'essai (ANOVA) et à rédiger une conclusion claire (13.1.4).

4.1.2 Interrogations et Devoirs (15%)

Des tests écrits courts porteront sur la compréhension des concepts théoriques fondamentaux (ex: différence entre héritabilité au sens large et au sens strict (2.2.2), avantages de la sélection récurrente (6.1.1), principes DHS (14.1.2)).

4.1.3 Présentation Orale (15%)

Chaque groupe présentera son projet de sélection (3.1) à mi-parcours, justifiant ses choix de sélection et sa stratégie pour les générations suivantes.

4.2 Épreuve d'Intégration Finale (50% de la note finale)

L'examen final est une étude de cas complexe qui oblige l'étudiant à synthétiser l'ensemble des compétences acquises.

4.2.1 Scénario Pratique

L'étudiant recevra un cahier des charges décrivant une problématique agronomique concrète en RDC.

- **Exemple de Scénario :** "La culture du soja (11.2) est en expansion dans la province de la Lomami pour l'alimentation des populations et des élevages. Les agriculteurs utilisent des écotypes locaux à faible rendement, qui éclatent (déhiscence) au champ et ne nodulent pas bien sans inoculant (non-promiscues). De plus, la rouille asiatique (11.2.1) vient d'être signalée dans la région. L'INERA vous confie la mission de créer une nouvelle variété de soja pour cette zone."

4.2.2 Travail Demandé

L'étudiant devra rédiger un document structuré (plan de sélection) qui doit inclure :

1. **Diagnostic et Objectifs :** L'analyse précise du problème (1.1.1) et la définition de l'idéotype de soja pour la Lomami (1.1.3).
2. **Choix des Géniteurs (1.2.1) :** Identification des parents nécessaires (ex: un parent 'A' pour la promiscuité, un parent 'B' pour les gènes Rpp contre la rouille, un parent 'C' pour la non-déhiscence).
3. **Schéma de Sélection Détaillé (Année 1 à 8) :** Choix et justification de la méthode (ex: Généalogique modifiée, ou SSD) (3.1, 4.1), incluant le plan de croisement, la gestion des générations F2 à F5 (comment et où sélectionner), et l'utilisation éventuelle de la SAM (12.2) pour pyramider les gènes de résistance.
4. **Plan d'Évaluation (Chapitre 13) :** Description du dispositif d'essai (ex: RCBD à 4 répétitions) qui sera utilisé pour les essais multilocaux (sites à Kabinda, Mwene-Ditu) afin de comparer les nouvelles lignées aux témoins locaux.
5. **Plan de Diffusion :** Description sommaire des étapes de certification (14.1 / Annexe 3) et de multiplication (via la culture in vitro (12.1.2) si nécessaire, ou par semences de base).

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.

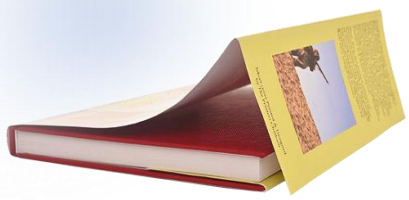
Pour l'excellence de l'éducation en RDC,
Tous les manuels scolaires en un seul endroit,
sur ce site web :
https://manuels-scolaires-rdc.com/

Pour plus de détails, scannez ceci :

PARTIE I

Stratégies et Planification en Amélioration des Plantes 📜

Cette section déplace l'accent des principes de base vers la stratégie. Elle aborde la manière de concevoir un programme de sélection cohérent sur le long terme et introduit les notions de génétique quantitative, indispensables pour comprendre la transmission des caractères complexes comme le rendement.



Chapitre 1 : La Conception d'un Programme de Sélection

1.1. De la Problématique aux Objectifs

1.1.1. L'Analyse des Contraintes de la Filière

🌱 La première étape impérative consiste à réaliser un diagnostic approfondi des goulets d'étranglement qui entravent la performance d'une filière agricole spécifique. Ce diagnostic distingue les problèmes qui relèvent de la gestion agronomique (comme un calendrier cultural inadapté ou une fertilisation déficiente) de ceux qui trouvent leur origine dans les limitations génétiques du matériel végétal utilisé. Par exemple, si les agriculteurs de la plaine de la Ruzizi subissent des pertes de rendement en riz, l'analyse doit déterminer si la cause principale est la salinité des sols (un stress abiotique) ou la sensibilité des variétés actuelles à la maladie virale du "Rice Yellow Mottle Virus" (RYMV). Cette analyse hiérarchise les contraintes pour identifier celles qui peuvent être résolues efficacement par l'amélioration génétique.

1.1.2. La Définition des Objectifs de Sélection

🎯 À partir de ce diagnostic précis, le sélectionneur traduit la contrainte agronomique en objectifs de sélection clairs, quantifiables, hiérarchisés et réalistes. Un objectif vague tel que "améliorer le soja" est inopérant. Un objectif opérationnel sera formulé ainsi : "Augmenter le potentiel de rendement des lignées de soja de 3.0 t/ha à 3.8 t/ha" ou "Incorporer le gène de résistance *Rpp4* pour conférer une résistance totale à la rouille du soja" ou encore "Réduire la durée du cycle cultural du maïs de 120 jours à 100 jours pour s'adapter à la saison des pluies raccourcie dans le Kwilu". La hiérarchisation est cruciale : si une maladie menace l'existence même de la culture, la résistance devient l'objectif prioritaire, avant même l'augmentation du rendement.

1.1.3. La Définition de l'Idéotype

🌿 L'idéotype, ou le concept de "plante idéale", est la description synthétique de l'ensemble des caractéristiques morphologiques, physiologiques, agronomiques et technologiques que la future variété devra posséder pour répondre aux objectifs fixés. C'est un portrait-robot qui guide le sélectionneur. Pour un bananier plantain destiné à l'exportation depuis le Kongo Central, l'idéotype pourrait inclure : un port semi-nain (résistance à la verse), un cycle

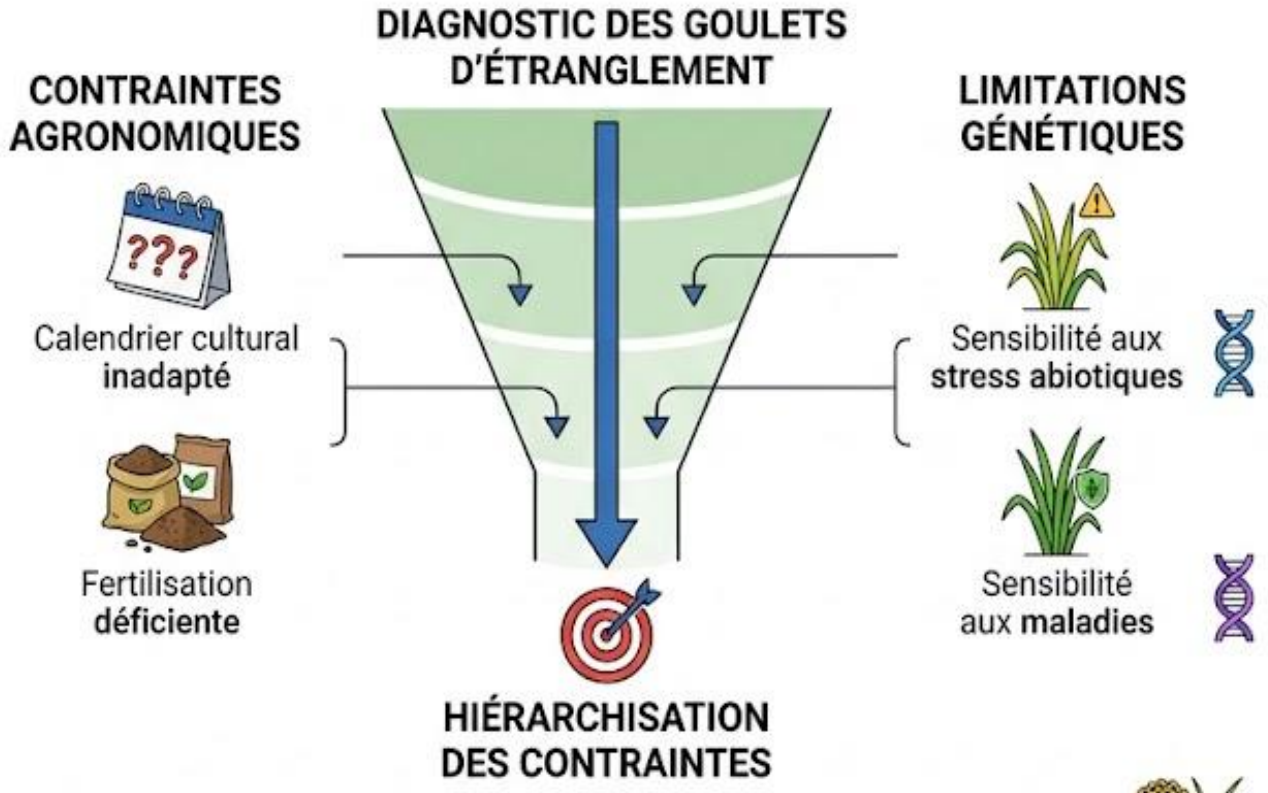
de production court, une résistance aux nématodes (*Radopholus similis*) et à la cercosporiose noire, ainsi qu'un fruit présentant une longue durée de conservation post-récolte (maturation lente).

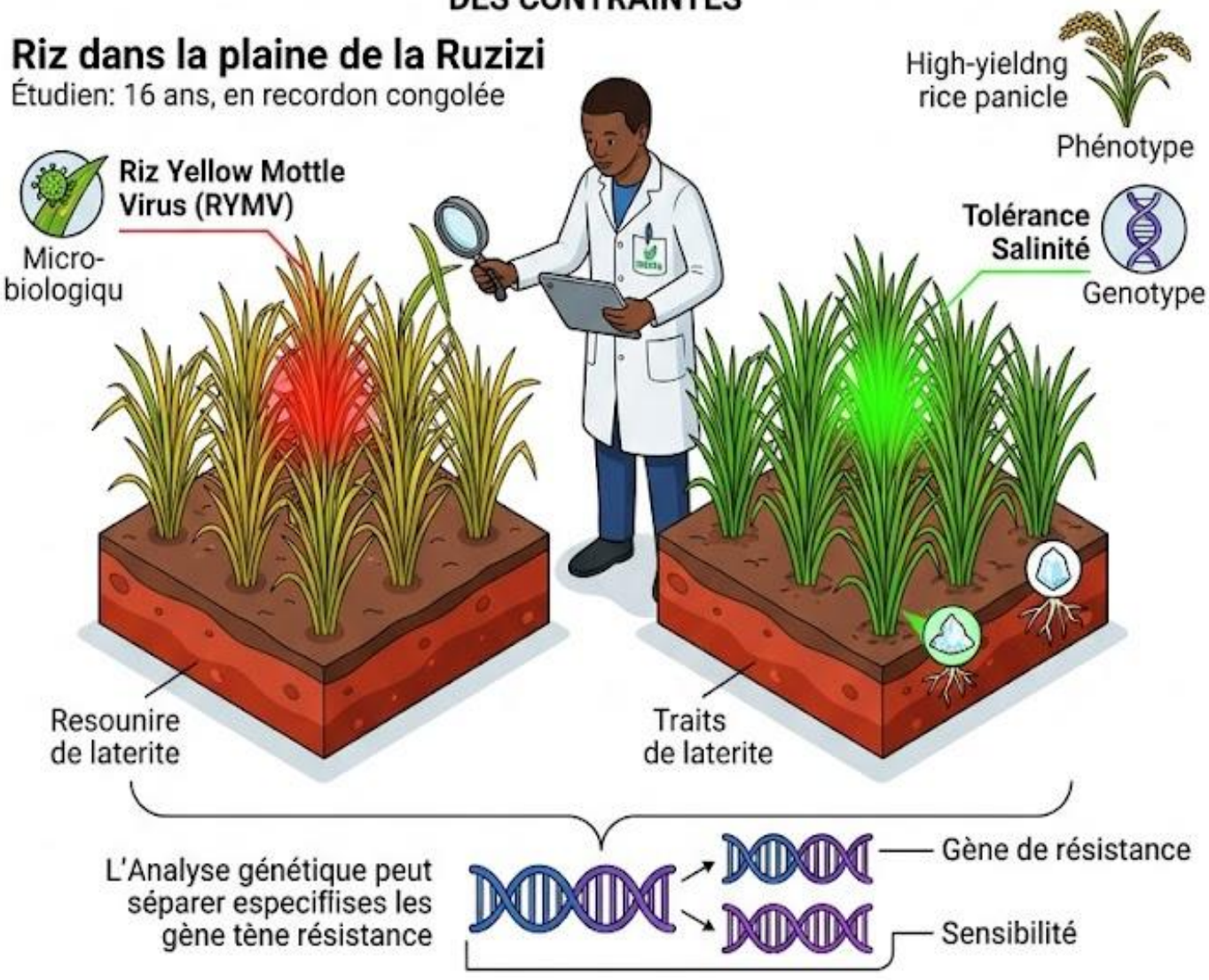
1.1.4. Le Choix de la Stratégie d'Amélioration

En fonction de la nature des objectifs (un gène majeur ou plusieurs polygènes), du mode de reproduction de l'espèce (les plantes autogames comme le haricot se gèrent différemment des plantes allogames comme le maïs) et des ressources disponibles (temps, budget, expertise technique), la méthode de sélection la plus appropriée est choisie. Pour introduire une résistance simple (monogénique) à la mosaïque du manioc, une stratégie de rétrocroisement (backcross) sera privilégiée. Pour améliorer le rendement de l'arachide (caractère quantitatif complexe), une sélection généalogique ou une sélection récurrente sera plus indiquée.

Chapitre 1

1.1.1 L'Analyse des Contraintes de la Filière





1.2. La Gestion des Ressources Génétiques du Programme

1.2.1. La Constitution du Pool de Géniteurs

🔍 La sélection et la collecte des parents, appelés géniteurs, qui possèdent les gènes d'intérêt constituent l'étape fondatrice du programme. Ce pool de géniteurs est la matière première de la sélection ; sans diversité génétique, aucun progrès n'est possible. Il doit être aussi large que possible et peut inclure :

- Des **écotypes locaux** ou variétés traditionnelles (ex: les sorghos du Kasaï, adaptés à la sécheresse).
- Des **lignées améliorées** issues d'autres programmes (ex: des lignées de maïs tolérantes à la striga de l'IITA).
- Des **espèces sauvages apparentées** (ex: *Manihot glaziovii* pour la résistance à la mosaïque du manioc).
- Des **stocks génétiques** maintenus dans des banques de gènes (ex: la collection de l'INERA à Yangambi).

1.2.2. L'Évaluation des Géniteurs

📊 Les parents potentiels ne sont pas utilisés aveuglément ; ils sont d'abord évalués rigoureusement dans des essais comparatifs. Cette évaluation porte sur deux aspects principaux :

1. **La valeur propre (Per se)** : C'est la performance intrinsèque du géniteur lorsqu'il est cultivé seul.
2. **L'aptitude à la combinaison** : C'est la capacité d'un géniteur à produire une descendance performante lorsqu'il est croisé avec d'autres parents. On distingue l'Aptitude Générale à la Combinaison (AGC), qui mesure la performance moyenne de ses descendances, et l'Aptitude Spécifique à la Combinaison (ASC), qui mesure sa performance dans un croisement spécifique (essentiel pour les hybrides).

1.2.3. La Création de Populations de Base pour la Sélection

🔀 Une fois les meilleurs géniteurs identifiés, ils sont inter-croisés pour créer des populations de base à large spectre génétique. L'objectif est de brasser

les gènes et de recombiner les allèles favorables issus des différents parents dans de nouveaux génotypes. Les plans de croisement peuvent être simples (croisement bi-parental : A x B) ou complexes (ex: plan de croisement diallèle, où tous les parents sont croisés entre eux) afin de maximiser la variabilité génétique sur laquelle la sélection va s'opérer dans les générations futures (F2, F3, etc.).

1.2.4. La Planification à Long Terme

Un programme d'amélioration végétale est une entreprise de longue haleine qui s'étale souvent sur une décennie, voire plus. Une planification rigoureuse est indispensable. Elle définit un calendrier précis pour chaque étape : le nombre d'années pour les croisements, pour la sélection des descendances (ségrégation), pour les essais de performance (essais multi-locaux dans différentes zones agro-écologiques de la RDC) et enfin pour l'homologation et la diffusion. Ce schéma de sélection détaille les ressources humaines et matérielles nécessaires à chaque phase, garantissant la pérennité du programme.

Scenarios et Exercices

1. Exercices à compléter

Exercice 1

La définition d'un _____ (1), qui décrit la plante idéale avec toutes les caractéristiques morphologiques et agronomiques souhaitées, est une étape qui suit directement l'analyse des _____ (2) de la filière et la formulation des _____ (3) de sélection ; ce portrait-robot guide ensuite le sélectionneur dans le choix de la _____ (4) d'amélioration la plus efficiente, comme la sélection généalogique pour une plante _____ (5) ou la création d'hybrides pour une espèce _____ (6).

Exercice 2

La constitution d'un _____ (1) diversifié est la pierre angulaire de tout programme, car sans _____ (2) génétique, aucun progrès n'est possible ; ce pool inclut des écotypes locaux, des lignées améliorées et parfois des _____ (3) sauvages apparentées. L'évaluation de ces parents potentiels permet de déterminer non seulement leur _____ (4) propre, mais surtout leur aptitude à la _____ (5), information cruciale avant de créer les populations de base par _____ (6) contrôlés.

Exercice 3

Un programme de sélection commence par un diagnostic précis des _____ (1) qui limitent la production, par exemple la sensibilité du bananier à la cercosporiose noire dans la province de la Tshopo. Cet audit permet de définir des _____ (2) clairs et mesurables, comme le développement d'une variété résistante avec un cycle de production inférieur à 12 mois. La _____ (3) à long terme doit ensuite budgétiser le temps nécessaire, souvent plus de 10 ans, pour les croisements, l'évaluation des _____ (4) et les essais multi-locaux indispensables avant l'homologation.

2. Exercices de raisonnement

Exercice 4

Un programme de sélection sur le manioc dans le Bas-Uélé identifie deux contraintes majeures : la mosaïque africaine (CMD), qui détruit 40% de la récolte, et la faible teneur en matière sèche des tubercules, qui déplaît aux transformateurs en "cossettes". Comment devriez-vous hiérarchiser les objectifs de sélection (1.1.2) et pourquoi ?

Exercice 5

Vous devez démarrer un programme d'amélioration du maïs pour les conditions de savane du Katanga. Vous disposez de deux ressources génétiques : 1) 50 variétés locales collectées dans les champs des agriculteurs de la région, et 2) 5 lignées pures très performantes importées du Mexique. Discutez des avantages et des inconvénients de n'utiliser que le groupe 1 ou que le groupe 2 pour constituer votre pool de géniteurs (1.2.1).

Exercice 6

Vous évaluez deux géniteurs de riz (Parent A et Parent B) pour leur aptitude à la combinaison (1.2.2). Le Parent A a un rendement très élevé (valeur propre excellente) mais, lorsqu'il est croisé, ses descendants sont médiocres. Le Parent B a un rendement faible (valeur propre médiocre) mais, lorsqu'il est croisé avec d'autres lignées, sa descendance est systématiquement supérieure. Quel parent est le plus utile pour un programme de sélection par hybridation et pourquoi ?

3. Scénarios d'assimilation

Scénario d'assimilation 1 : Le haricot du Kivu

Contexte : Vous êtes sélectionneur à la station de l'INERA à Mulungu (Sud-Kivu). Les agriculteurs de Kabare se plaignent que les variétés de haricot nain actuelles, bien que résistantes aux maladies, sont de plus en plus difficiles à

vendre sur le marché de Bukavu. Les consommateurs et les restaurateurs les boudent car leur temps de cuisson est trop long (plus de 2 heures), ce qui augmente considérablement les dépenses en charbon de bois. **Tâche :** En vous basant sur la section 1.1 (De la Problématique aux Objectifs), décrivez les 3 premières étapes (1.1.1, 1.1.2, 1.1.3) que vous mettriez en œuvre pour répondre à ce défi.

Solution 1

1. **Analyse des Contraintes (1.1.1) :** La contrainte principale n'est pas agronomique (rendement ou résistance) mais technologique et commerciale : le temps de cuisson excessif. Cette contrainte génétique (dureté du tégument, composition de l'amande) entraîne une perte de revenu pour les agriculteurs car le produit est déprécié sur le marché.

2. **Définition des Objectifs (1.1.2) :** L'objectif principal et prioritaire est de réduire le temps de cuisson des nouvelles variétés. L'objectif secondaire est de maintenir les acquis de résistance aux maladies (anthracnose, CMM) et le potentiel de rendement. L'objectif quantifiable sera : "Développer des lignées de haricot nain dont le temps de cuisson après 6 mois de stockage est inférieur à 45 minutes, tout en conservant un rendement supérieur à 1.5 t/ha".

3. **Définition de l'Idéotype (1.1.3) :** L'idéotype du haricot pour Kabare est : port nain (type I ou II), haut potentiel de rendement, résistance aux maladies dominantes du Kivu (anthracnose, BCMV), grain de couleur et de taille préférées par le marché de Bukavu (ex: type "Calima" ou "Jaune"), et possédant l'attribut critique d'un temps de cuisson rapide (< 45 min).

Scénario d'assimilation 2 : Planification pour le niébé

Contexte : L'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) à Kalambo (Sud-Kivu) souhaite vous confier la création d'une nouvelle population de base de niébé (Vigna unguiculata) résistante aux pucerons, un ravageur majeur. Vous avez identifié 5 lignées de niébé améliorées (bon rendement mais sensibles) et 2 écotypes locaux (faible rendement mais très résistants aux pucerons). **Tâche :** En vous basant sur la section 1.2 (Gestion des Ressources Génétiques), décrivez les étapes 1.2.1, 1.2.3 et 1.2.4 de votre stratégie.

Solution 2

1. **Constitution du Pool de Géniteurs (1.2.1) :** Le pool sera constitué des 7 lignées identifiées. Les 5 lignées améliorées apportent les gènes