

République du Cameroun

Paix – Travail – Patrie

\*\*\*\*\*

Ministère de l'Enseignement Supérieur

\*\*\*\*\*

Université de Maroua

\*\*\*\*\*

Ecole Nationale Supérieure

Polytechnique de Maroua

\*\*\*\*\*

Unité de formation Doctorale en

Sciences de l'Ingénieur

\*\*\*\*\*



B.P./P.O. Box: 58 Maroua

<http://www.enspm.univ-maroua.cm>

[enspm@univ-maroua.cm](mailto:enspm@univ-maroua.cm)

Republic of Cameroon

Peace – Work – Fatherland

\*\*\*\*\*

Ministry of Higher Education

\*\*\*\*\*

The University of Maroua

\*\*\*\*\*

National Advanced School of

Engineering of Maroua

\*\*\*\*\*

PhD Training Unit in Engineering

sciences

\*\*\*\*\*

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Recherche en  
Sciences de l'Ingénieur

Option : Sciences Agronomiques

**Criblage des géotypes de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en  
vue de la mise au point de variétés à double usage dans la zone  
soudano-sahélienne du Cameroun**

Par :

**BA-ADA SAWIL**

Ingénieur Agronome

Mle : CM-UMA-22ENSPM0660

Sous l'encadrement de :

**Dr SOBDA GONNE**

Maître de Recherches

CRAM/IRAD

**Dr YAKOUBA OUMAROU**

Chargé de cours

ENSPM/UMA

Devant le Jury composé de :

Président : ..... Pr Hamawoua Yougouda

Rapporteur : ..... Dr Yakouba Oumarou

Rapporteur : ..... Dr Sobda Gonné

Examineur : ..... Dr Wassouo Félix-Alain

**Année académique : 2023-2024**

## ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je soussigné **BA-ADA SAWIL** ; reconnais avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat pour le dépôt définitif du mémoire intitulé : Criblage des génotypes de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en vue de la mise au point de variétés à double usage dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun.

Présenté publiquement par nous le.....21 décembre 2024...en vue de l'obtention du diplôme de master recherche en sciences de l'ingénieur.

Fait à Maroua le 21 décembre 2024

Signatures :

L'étudiant



BA-ADA SAWIL

Le Directeur du Mémoire



Dr. Yakouba Oumarou  
Chargé de Cours

## **DEDICACE**

**A**

**Mon regretté père NDJIDDA ISSAKAR et ma mère GOUDINE CELINE**

## REMERCIEMENTS

Le présent travail n'aurait été sans le soutien et l'accompagnement d'un grand nombre de personnes à qui j'exprime toute ma reconnaissance. Elle va à l'endroit de :

**Dr YAKOUBA OUMAROU** : Chargé de cours à l'ENSPM/UMa, encadreur académique de ce mémoire pour la confiance qu'il m'a accordé, sa disponibilité ses conseils pratiques, son sens du travail et sa sympathie ;

**Dr SOBDA GONNE** : Maître de Recherches et Chef de la Station Polyvalente de Recherches Agricoles de l'IRAD de Garoua, mon encadreur professionnel pour toute la confiance qu'il a placé en moi, sa disponibilité, son suivi et toute son aide dont j'ai sans cesse bénéficié ;

**Pr GOUDOUM Augustin** : Directeur des Affaires Académiques de la Recherche et de la Coopération ; pour son accompagnement rigoureux et sa disponibilité durant tout le processus de formation.

**Pr PONKA Roger** : Chef du département du parcours AGEPD de l'ENSPM pour son accompagnement permanent tout au long de notre formation ;

L'Organisme Caritative **KIRKHOUSE TRUST** pour la subvention de ce travail et son accompagnement.

Tout le personnel de l'ENSPM et du Département d'AGEPD en particulier ;

Tout le personnel du CRAM/IRAD-Maroua et en particulier la Section Niébé à savoir :

**Dr ZAIYA ZAZOU Arlette, Dr IYALE Liliane, Dr METSENA Pierre ; Dr SAKATAI Dérrik Pierre ;**

**M. AMEDEP DAVID, M. GNAPOU Dieudonné, M. DAAWE MANHOULI Daniel, M. DANBE Nicodème, Mme DJEOUFO Yvonne, Mme FANKOU Merline Y ;**

**M. ALHADJ ABBA BABA, M. NABESTAI Martin, M. NDAOEME KODEME, BEREKWEM, M. WAKOU Vincent, M. BEVOULE BOUBA etc. ;**

Tous mes camarades de promotion qui m'ont apporté leur soutien ;

**Dr KONAI Noël** pour tout son soutien matériel et moral ;

Tous les membres de ma famille (**GOUDINE, DJAMRI YOTTAN, SINALE RAOUL, HADAISA DARAK, YANI TITUS, GRAMDI ORPA et TCHINABI KETURA**) pour leur soutien inconditionnel.

Tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire dont les noms ne figurent trouvent également ma reconnaissance.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS .....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES .....	xi
RESUME.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCTION GENERALE.....	3
1. Contexte et justification .....	4
2. Problématique.....	5
3. Questions de recherche.....	6
3.1. Question principale .....	6
3.2. Spécifiques .....	6
4. Objectifs .....	6
4.1. Objectif principal .....	6
4.2. Objectifs spécifiques .....	7
6. Importance de l'étude.....	7
6.1. Sur le plan théorique.....	7
6.2. Sur le plan pratique .....	7
CHAPITRE I. CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LA LITTERATURE .....	8
I.1. Présentation d'un cadre conceptuel .....	9
I.1.1. Génotype .....	9
I.1.2. Criblage.....	9
I.1.3. Variété.....	9
I.1.4. Double usage.....	10

I.2. Généralités sur le niébé .....	11
I.2.1. Origine et dispersion .....	11
I.2.2. Biologie.....	11
I.2.3. Exigences écologiques .....	15
I.2.4. Systèmes de culture de niébé .....	15
I.2.5. Production .....	16
I.2.6. Importances du niébé .....	17
I.2.7. Les contraintes liées à la production du niébé .....	19
I.2.8. Itinéraire technique de la culture.....	21
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES .....	24
II.1. Présentation de la zone d'étude .....	25
II.1.1. Le site de Guiring .....	25
II.1.2. Le site de Djalingo.....	27
II.2. Matériel.....	30
II.2.1. Matériel végétal .....	30
II.2.2. Matériel technique .....	32
II.2.3. Matériel d'entretien .....	32
II.3. Méthodes .....	32
II.3.1. Dispositif expérimental.....	32
II.3.2. Conduite de l'essai.....	33
II.3.3. Prise des paramètres .....	35
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION .....	39
III.1. Le cycle de production .....	40
III.1.1. Durée du cycle pour le début et 50% de floraison des plants .....	40
III.1.2. Durée du cycle pour le début et 95% de maturation des gousses.....	42
III.2. Le rendement.....	45

III.2.1. Les taux de levée et de survie des plants.....	45
III.2.2. Le rendement en fanes sèches .....	47
III.2.3. Le rendement en gousses sèches .....	48
III.2.4. Le rendement en graines .....	49
III.2.5. Le poids de 100 graines.....	51
III.3. Relation entre les paramètres .....	53
III.4. Disposition spatiale des géotypes en fonction des paramètres étudiés .....	56
CONCLUSION GENERALE.....	65
PERSPECTIVES.....	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....	67
ANNEXES .....	G

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> classification taxonomique du niébé .....	11
<b>Tableau 2:</b> production du niébé de 10 principaux pays .....	16
<b>Tableau 3:</b> éléments nutritifs du niébé .....	18
<b>Tableau 4:</b> récapitulatif des différents génotypes/varétés .....	31
<b>Tableau 5:</b> Début et 50% de floraison des différents génotypes .....	41
<b>Tableau 6:</b> Début et 95% de maturation des gousses .....	44
<b>Tableau 7:</b> Taux de levée et de survie des génotypes .....	46
<b>Tableau 8:</b> Poids de 100 graines des génotypes .....	52
<b>Tableau 9:</b> Corrélation entre les différents paramètres .....	54
<b>Tableau 10:</b> Corrélation entre les paramètres.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>



## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Morphologie de <i>Vigna unguiculata</i> .....	14
<b>Figure 2:</b> carte de localisation du site de Guiring.....	25
<b>Figure 3:</b> Carte de localisation du site de Djalingo .....	28
<b>Figure 4:</b> Echantillons de niébé des différents génotypes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 5:</b> Dispositif expérimental de l'essai.....	33
<b>Figure 6:</b> a ; Surface apprêtée pour semis , b ; Semis de l'essai. ....	34
<b>Figure 7:</b> a. observation du début de floraison , b. parcelles avec des gousses à 95% de maturation .....	36
<b>Figure 8:</b> Comptage du nombre de plants après levée.....	37
<b>Figure 9:</b> Pesage ; a. fanes, b. gousses, c. graines et d. 100 graines.....	38
<b>Figure 10:</b> Rendement en fanes sèches des différents génotypes .....	47
<b>Figure 11:</b> Rendement en fanes sèches des génotypes .....	48
<b>Figure 12:</b> Rendement en gousses sèches des génotypes .....	49
<b>Figure 13:</b> Rendement en gousses sèches des génotypes .....	49
<b>Figure 14:</b> Rendement en graines des différents génotypes .....	50
<b>Figure 15:</b> Rendement en graines des différents génotypes .....	50
<b>Figure 16:</b> Nuage de points des différents composants de l'analyse .....	57
<b>Figure 17:</b> Nuage de points des différents composants de l'analyse .....	57
<b>Figure 18:</b> Dendrogramme de classification .....	59
<b>Figure 19:</b> Dendrogramme de classification .....	59

## LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe 1:</b> Tableau de l'ANOVA à site de Guiring .....	G
<b>Annexe 2:</b> Tableau de l'ANOVA pour le site de Djalingo .....	I
<b>Annexe 3:</b> piquetage de l'essai .....	K
<b>Annexe 4:</b> Plantes du dispositif expérimental en plein développement .....	K
<b>Annexe 5:</b> plants du dispositif expérimental en pleine croissance .....	L
<b>Annexe 6:</b> Gousses de niébé en phase de maturation .....	L
<b>Annexe 9:</b> Récolte des gousses sèches .....	M

## **LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES**

**50% F(JAS)** : 50% de floraison en jours après semis

**95% MGs (JAS)** : 95% de maturité de gousses en jours après semis

**AFD** : Agence Française pour le Développement

**AGEPD** : Agriculture Elevage et Produits Dérivés

**AGRI-SAT** : Annuaire des Statistiques Agricoles

**ANOVA** : Analyse de Variance

**BIRD-IDA** : Association Internationale de Développement liée à la Banque Mondiale

**C2D** : Contrat de Développement et de Désendettement

**CIRAD** : Centre International de Recherches Agricole pour le Développement

**CRAM** : Centre de Recherches Agricoles de Maroua

**DF (JAS)** : Début de floraison en jours après semis

**DMGs (JAS)** : Début de maturité des gousses en jours après semis

**ENSPM/UMa** : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua/ Université de Maroua

**FAO** : Fond des Nations Unis pour l'Agriculture et l'Alimentation

**FAOSTAT** : Base Statistique de l'Organisation pour l'Agriculture et l'Alimentation

**IITA** : Institut International pour l'Agriculture Tropicale

**IRAD** : Institut de Recherche Agricole pour le Développement

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

**JAS** : Jour Après Semis

**MINADER** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

**MINEPAT** : Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

**P100 Gr(g)** : Poids de 100graines en gramme

**PFS(g)** : Poids des fanes sèches en grammes

**PGr(g)** : Poids des graines en grammes

**PGsS(g)** : Poids des gousses en grammes

**TL (%)** : Taux de levée en pourcentage

**TS (%)** : Taux de survie en pourcentage

## RESUME

Le niébé [*Vigna unguiculata* (L). Walp] est une légumineuse annuelle très prisée des populations de la zone soudano-sahélienne du Cameroun où il est exploité pour ses graines, ses feuilles et comme fourrage. Malgré ces qualités, des recherches pour la mise en place de variétés à double usage restent marginales au Cameroun. Le but est de sélectionner des génotypes de niébé à haut rendement en graines et en biomasse. Pour y parvenir, un dispositif en bloc complètement randomisé constitué de 45 génotypes de niébé avec trois répétitions a été mis en place sur deux sites d'expériences de l'IRAD de ladite zone d'étude (Guiring et Djalingo). Les données collectées ont porté sur le cycle de production (date d'observation de la 1<sup>ère</sup> fleur et 50% de floraison des plants, date de maturité de la 1<sup>ère</sup> gousse et 95% de maturité des gousses) et le rendement (le taux de levée, le taux de survie, le poids de fanes sèches, le poids des gousses sèches, le poids des graines et le poids de 100graines). Les résultats ont révélé une répartition en 3 classes aux caractéristiques différentes pour chacun des deux sites. Sur le site de Guiring, la première classe regroupe les génotypes les plus intéressants à l'instar de G34 avec une meilleure combinaison de rendement en fanes sèches, gousses sèches et graines (5t/ha ; 1,9t/ha et 1,2t/ha) malgré la longueur du cycle ( $93 \pm 2$ JAS). Sur le site de Djalingo, c'est également la première classe qui regroupe les génotypes les plus importants comme G3 avec une meilleure combinaison de rendement (3,3t/ha, 1,6t/ha et 1,2t/ha). Le génotype G32 est le meilleur en production de fanes sur les deux sites (4,4 t/ha et 5,6 t/ha) et le génotype G3 en production de graines (1t/ha et 1,2t/ha). L'utilisation des parents d'intérêt dans le programme de sélection pour la mise en valeur de génotypes à double usage pourraient accroître la production du niébé au Cameroun et réduire les conflits agro-pastoraux liés au déficit du fourrage.

**Mots clés :** Niébé, Criblage, génotype, double usage, variété, soudano-sahélienne.

## ABSTRACT

Cowpea [*Vigna Unguiculata* (L). Walp] is an annual legume highly prized by populations in the Sudano-Sahelian zone of Cameroon where it is exploited for its seeds, leaves and fodder. Despite these qualities, research into the implementation of dual-use varieties remains marginal in Cameroon. Indeed, it is a question of selecting cowpea genotypes with high yield both in seeds and in biomass in the said study area. To achieve this, a completely randomized block design composed of 45 cowpea genotypes made available by IRAD were submitted to the study with 3 repetitions on two of its experimental sites (Guiring and Djalingo). The verified data was recorded on the production cycle (start and 50 of flowering of the plants, start and 95 of physiological maturity of the pods) and yield (the emergence rate, the survival rate, the weight of dry tops, the weight of dry pods, weight of seeds and weight of 100 seeds). The results revealed a distribution into 3 classes with different characteristics for each of the two sites. On the Guiring site, the first class brings together the most interesting genotypes like G4 (5t/ha; 1.9t/ha and 1.2t/ha) with a better combination of yield in dry tops, dry pods and seeds despite the length of the cycle ( $93\pm 2$ JAS). On the Djalingo site, it is also the first class which brings together the most important genotypes such as G3 (3.3t/ha, 1.6t/ha and 1.2t/ha) with a better combination of yield. The G32 genotype (4.4 t/ha and 5.6 t/ha) is the best in haulm production on both sites and the G3 genotype (1t/ha and 1, 2t/ha) in seed production. The use of parents of interest in the selection program for the development of dual-use genotypes could increase cowpea production in Cameroon and reduce agro-pastoral conflicts linked to fodder deficit.

Keywords: Cowpea, Screening, genotype, dual use, variety, Sudano-Sahelian.

# **INTRODUCTION GENERALE**

## 1. Contexte et justification

La population de l’Afrique subsaharienne estimée en 2020 à 1,1 milliard, soit 14% de la population pourrait varier entre 1,9 milliard et 2,3 milliards d’habitants en 2050 ; soit 22% de la population mondiale (BIRD- IDA, 2022).

Depuis 2020, la sécurité alimentaire au Cameroun a été impactée par plusieurs facteurs, notamment la crise de la COVID 19, les troubles climatiques, ainsi que les conflits en cours dans les régions du l’Extrême-Nord, du Nord-Ouest et du Sud-Ouest du pays. Ces facteurs continuent de perturber les activités de production sur l’ensemble du pays conduisant à la hausse du prix des denrées agricoles de base et des intrants agricoles (FAO, 2022).

Le secteur agricole aujourd’hui est en majorité constitué de jeunes de moins de 25 ans (62,4%). Malgré cette croissance d’intérêt de la jeunesse pour l’agriculture, une frange de la population souffre encore des problèmes de la malnutrition de suite de régime alimentaire inadéquat notamment en termes de protéines et micronutriments (FAO, 2009). La forte croissance démographique de l’après 2010 a conduit à une augmentation du cheptel entraînant du même coup une augmentation de la demande en produits végétaux utiles à l’homme et à l’animal, et d’importantes quantités de déchets (projet C2D légumineuses, 2013).

La zone soudano-salienne du Cameroun représente plus d’un tiers de la superficie du pays et concentre 34% de sa population. Faute de secteurs secondaires et tertiaire développés, l’agriculture et l’élevage de ces régions contribuent à la sécurité alimentaire de la zone, à la création de richesses et d’emplois, à la fourniture en bois énergétique et à la paix dans un environnement instable (AFD, 2021).

En zone agropastorale, les résidus de récolte constituent 30 à 50% des rations alimentaires des ruminants domestiques en saison sèche (Dièye et al, 1998). De nos jours, les agriculteurs font face à la baisse de récolte et les éleveurs aux difficultés d’alimentation du bétail (Montcho et al, 2017). Les résidus de culture et les fourrages aériens complètent les rations ingérées sur les prairies naturelles en saison sèche (Camara et al, 2015). Le système de commercialisation des plantes fourragères en zone soudano sahélienne est de ce fait rentable et essentiellement issu des zones péri-urbaines. Par conséquent c’est une source de revenus pour les agriculteurs qui valorisent leurs sous-produits comme moyens de survie et pour les besoins familiaux (Sakatai et al, 2021).

Les légumes secs font depuis longtemps partie des cultures de base des petits exploitants agricoles d’Afrique subsaharienne. Le niébé [*Vigna unguiculata* (L). walp.], par exemple, est utilisé depuis des millénaires en Afrique, et est actuellement considéré comme légume sec le

plus important des zones arides de l’Afrique tropicale. C’est l’une des plus anciennes plantes cultivées, elle est capable de pousser dans des conditions difficiles (dans des sols sableux et en se contentent de précipitations rares (Snapp *et al*, 2018).

Le niébé est une légumineuse à graine, une importante denrée de base pour l’alimentation des ménages en Afrique subsaharienne. Il joue un rôle important dans la nutrition humaine, la sécurité alimentaire et la création de revenus pour les agriculteurs et les vendeurs de produits alimentaires de la région (Omoigui *et al*, 2018). La graine est riche en protéines ( $\geq 25\%$ ), en glucides, en vitamines ainsi qu’en minéraux, et complète le régime alimentaire principalement constitué de céréales dans les pays où le niébé est une culture vivrière majeure. En plus de la graine, les feuilles juvéniles et gousses immatures vertes sont consommées comme légume par la population ; les fanes (biomasse) des plantes fournissent un fourrage nutritif important aux ruminants, en particulier pendant la saison sèche (Omoigui *et al*, 2018). L’essentiel de la production du niébé provient des zones les plus sèches de la savane guinéenne, de la savane soudanaise et des zones agroécologiques du Sahel. Il est généralement adapté aux sols pauvres et à la sécheresse (FAO, 2017).

## **2. Problématique**

La zone soudano-sahélienne du Cameroun, est une partie du Territoire national qui fait continuellement face à l’augmentation de la population rurale, l’instabilité climatique et la détérioration des sols (AFD, 2021). Dans les quatre pays semi-arides situés autour du lac Tchad, l’élevage constitue la seconde richesse, après la culture du coton (Clanet, 1999). Les sécheresses consécutives et la forte pression démographique ont favorisé l’afflux des agriculteurs et la sédentarisation des éleveurs vers des zones plus humides et moins saturées de la région (Balna *et al*, 2015). C’est ainsi que des conflits entre agriculteurs et éleveurs transhumants sont récurrents et violents (AFD, 2021).

Les ressources fourragères font l’objet d’une commercialisation surtout en milieux urbains et péri-urbains de la zone soudano-sahélienne du Nord Cameroun (Sakatai *et al*, 2021). Cette activité économique constitue une source importante de revenus pour les ménages. Néanmoins, elle fait face à une forte pression sur ces ressources de la part des acteurs induisant en plus des sécheresses une raréfaction des ressources fourragères (Arbonnier, 2004). Les légumes secs et les légumineuses en général ont joué un rôle important dans la préservation et l’amélioration des sols africains pauvres en nutriments tout comme l’alimentation humaine et animale (Snapp *et al*, 2018).



Le niébé est un aliment de base très prisé pour ses feuilles, ses gousses vertes, et ses graines sèches pour l'alimentation humaine, ou pour ses fanes riches en protéines, qui constituent un fourrage de qualité pour l'alimentation animale (IRD, 2022). De multiples recherches ont été menées tel que par Abdou et al (2018) sur l'identification des variétés de niébé à double usages et l'adaptabilité à la culture de contre saison au Niger. Au Cameroun, Ndouhad et al (2020) ont menés des études sur l'adaptabilité des variétés améliorées de sorghos pluviaux à double usage aux conditions climatiques de la zone soudano sahélienne pour faire face au déficit du fourrage dans la zone soudano sahélienne du Cameroun bien que celui du niébé soit de qualité supérieure. Un certain nombre de facteurs contribuent à l'incapacité du système de semences actuel à fournir aux petits exploitants agricoles un accès à des variétés améliorées d'oléagineux et de légumineuses (Sanginga et al, 2015) et encore plus à des variétés à double usage. Des recherches ont également été menées dans l'optique d'amélioration variétale de la culture du niébé au Cameroun tel que par Sobda et al (2017) sur le criblage de QTL (Quantitative Trait Loci) associées à la résistance aux thrips des bourgeons floraux pour la gestion des ravageurs, par Fankou et al (2022) sur la diversité morphologique et biométrique du *Colletotricum capsici* associé à la maladie de la tâche brune. Malgré l'importance et les avantages qu'offre la culture du niébé, des données de recherche sur la mise en place des géotypes de niébé à double usage et leurs vulgarisations restent limitées au Cameroun. Suite à l'intérêt grandissant de sa culture et les avantages multifformes qu'elle présente, des travaux de recherche sur la mise au point des variétés à double usage dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun serait d'une grande considération.

### **3. Questions de recherche**

#### **3.1. Question principale**

Quels sont les géotypes de niébé pouvant servir comme plants à double usage dans la zone soudano sahélienne du Cameroun ?

#### **3.2. Spécifiques**

- Quels sont les cycles de production des différents géotypes ?
- Quel sont les géotypes qui produisent un bon rendement aussi bien en graines qu'en biomasse ?

### **4. Objectifs**

#### **4.1. Objectif principal**

Sélectionner des variétés de niébé à haut rendement en grains et en biomasse dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun.

#### **4.2. Objectifs spécifiques**

- Evaluer les cycles de production des différents génotypes ;
- Déterminer les génotypes qui produisent un bon rendement en graines et en biomasse.

#### **5. Hypothèses**

- Les génotypes diffèrent par leur cycle de production ;
- Le rendement en graines et en biomasse des génotypes diffère.

#### **6. Importance de l'étude**

##### **6.1. Sur le plan théorique**

L'essai visant la mise au point de variété de niébé à double usage à travers une sélection de génotypes les plus adaptées dans ladite zone garde un intérêt multisectoriel pour l'enrichissement de la recherche scientifique et par ricochet le développement. Les résultats de l'étude pourront contribuer à enrichir la littérature sur les variétés de niébé testées par rapport à leurs rendements, leurs adaptabilités et de caractéristiques diverses.

##### **6.2. Sur le plan pratique**

Cette étude vise à sélectionner parmi ces génotypes soumis à l'étude celles pouvant être utilisées pour leur qualité de production aussi bien en graine qu'en biomasse ; mais aussi dans des programmes d'amélioration variétale avec des génotypes d'intérêt utilisés comme parents pour des croisements. Ceci dit, ils peuvent faire l'objet de vulgarisation après test et essais appropriés ou alors servir pour des recherches à travers de publications et/ou dans des structures de recherche. A terme il est question de mettre aux profits des producteurs notamment les agro éleveurs diverses possibilités de choix en fonction des objectifs de production. Cette étude trouve également son importance dans l'utilisation du niébé non seulement pour l'alimentation humaine et animale mais aussi en prenant en compte sa rentabilité. De ce fait elle permettra d'inciter les paysans à s'intéresser davantage à la mise en valeur du niébé grâce à son intérêt économique, son rôle joué dans la préservation du sol et aussi sa rusticité.

# **CHAPITRE I. CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LA LITTERATURE**

## **I.1. Présentation d'un cadre conceptuel**

### **I.1.1. Génotype**

Le génotype désigne l'ensemble des gènes constituant l'ADN (identité et constitution génétique) d'un organisme ou d'une population. Chaque gène, individuellement ou en coopération, contribue de manière différente au développement, à la physiologie et au maintien fonctionnel de l'organisme. Le génotype fait référence à l'information génétique que possède un organisme sous forme d'ADN. Normalement, le génome d'une espèce comprend de nombreuses variations ou polymorphismes dans plusieurs de ses gènes. Le génotypage est utilisé pour déterminer quelles variations spécifiques existent chez l'individu (Aquaportail, 2008). En systématique, le génotype est une espèce type dont les caractères (génotypiques) servent de base à l'établissement d'un genre. En génétique, il est l'ensemble des facteurs héréditaires constitutionnels d'un individu ou d'une lignée. En génomique, il est la totalité de l'information génétique contenue dans un organisme ; représente les propriétés potentielles d'un organisme (Aquaportail, 2008).

### **I.1.2. Criblage**

Dans les domaines de la Biologie/Biochimie et biologie moléculaire-Génétique, il renvoie à un tri effectué au sein d'une population afin d'isoler les individus qui possèdent des caractères particuliers. C'est une opération d'identification et de triage d'un ensemble, en vue du classement basé sur un critère de sélection particulier. Il permet notamment de sélectionner, dans des cultures cellulaires, des gènes conférants la résistance aux antibiotiques dans une population végétale, des plantes résistantes à certaines maladies et dans une population animale des individus choisis pour leurs propres groupes sanguin (France terme, 2011).

### **I.1.3. Variété**

En systématique, une variété est un groupe d'organismes similaires au sein d'une espèce qui visiblement diffèrent des autres membres de cette espèce avec un rang taxonomique inférieur. Les organismes d'une variété transmettent leurs caractéristiques à leur descendance, mais leur croisement avec d'autres variétés de la même espèce est aussi possible. Le terme « variété », dont l'usage historique se limitait généralement aux espèces végétales, s'est étendu aux invertébrés, puis aux vertébrés. Pour les poissons on parle souvent de sous espèces et pour les animaux, de race. La variété est un rang secondaire entre les sous-espèces et les formes utilisée pour les populations qui ne diffèrent que légèrement. En agriculture, la variété

correspond à une population de plantes d'une espèce donnée qui a été sélectionnée et cultivée pour des caractères répondant aux besoins des hommes (Geves, 2017).

En botanique, une variété comprend plusieurs populations qui s'écartent de la forme type en un seul ou très peu de caractéristiques, mais contrairement à la sous-espèce n'ont pas leur propre zone. Souvent, une variété n'est pas un groupe de parenté naturel, mais comprend un groupe de traits notables mais moins pertinents en rang taxonomique. Il existe une différence entre variété et cultivar en botanique. L'une est d'origine naturelle et le second est d'origine strictement horticole, « fabriqué » par l'homme. En écriture scientifique, le cultivar est toujours écrit avec une majuscule alors que la variété botanique est écrite avec une minuscule (Geves, 2017).

#### **I.1.4. Double usage**

Un bien à double usage désigne un équipement, une technologie, un logiciel, un savoir-faire immatériel ou intangible (y compris leur transfert par tout moyen électronique) susceptibles d'avoir une utilisation tant civile que militaire ou pouvant contribuer même partiellement au développement, à la production, au maniement, au fonctionnement, à l'entretien au stockage et au développement (Dictionnaire du commerce international, 2013).

## I.2. Généralités sur le niébé

### I.2.1. Origine et dispersion

Le niébé [*Vigna unguiculata* L. Walp] est une légumineuse très ancienne dont l'origine varie suivant la littérature (Pasquet, 1996). Bien que très répandue à travers les tropiques, aujourd'hui, l'Afrique semble être l'origine centrale de cette espèce (Vavilov, 1951).

D'après Ng et Maréchal (1985), *V. unguiculata* serait parti d'Afrique de l'Est en Asie, il y a plus de 2000 ans, avec des céréales telles que le mil et le sorgho. Ce produit aurait été introduit à travers le monde au 17<sup>e</sup> siècle par les Espagnols à la suite du commerce d'esclaves d'Afrique de l'Ouest et a atteint le sud des Etats-Unis au début du 19<sup>e</sup> siècle (Steele, 1976). L'Afrique australe serait le centre primaire de diversité des formes sauvages et l'Afrique occidentale le centre primaire de domestication et de diversité des formes cultivées.

### I.2.2. Biologie

#### I.2.2.1. Taxonomie

La position systématique du niébé a été décrite par Marechal et *al.* (1978) ; Padulosi et Ng (1997). Selon les conclusions de leurs travaux, sa systématique est la suivante :

**Tableau 1:** Classification taxonomique du niébé

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Ordre	Rosales
Super famille	Légumineuses
Famille	Papilionacées
Tribu	Phaseolées
Sous tribu	Phaseolinées

Caractérisée par un style barbu sous le stigmate, cette sous-tribu comprend les genres : *Phaseolus*, *Vigna*, *Macroptillum* et *Ramiralla*.

### **I.2.2.2. Description botanique**

Le niébé est une légumineuse herbacée tropicale autogame dont le génome comprend 11 paires de chromosomes ( $2n- 2x-22$ ) (Fery, 1985). Sommerfeld *et al.* (1974), Kay (1979) et Fox et Young (1982) ont décrit le niébé comme une plante annuelle atteignant la taille de 80 cm avec une racine pivotante bien développée et plusieurs racines latérales étalées à la surface du sol. L'architecture de la plante est très variable selon le génotype et les conditions de température et de photopériode : depuis les formes érigées avec quelques courtes branches latérales jusqu'aux formes rampantes ou volubiles portant des tiges de cinquième ordre et plus, les branches de premier et de deuxième ordre peuvent dépasser 5 mètres de long. Généralement c'est une plante à croissance intermédiaire lorsque les conditions sont favorables. La germination du niébé est épigée. Les réserves contenues dans les cotylédons qui vont perdre tout leur poids avant de tomber assurant une croissance vigoureuse à la plantule.

#### ➤ **Les racines**

La racine pivotante permet au niébé de suivre la descente des nappes d'eau en culture de décrue (Anoun et Echikh, 1990). Les racines portent des nodules qui renferment des bactéries fixatrices d'azote. La fixation de l'azote atmosphérique est considérée comme satisfaisante (Mulongoy, 1985) ;

#### ➤ **Les tiges**

La tige du niébé est cylindrique, volubile, quelquefois glabre et creuse. La germination du niébé est érigée, c'est à dire les cotylédons sont soulevés au-dessus de la surface du sol (Stanlon *et al.*, 1970). Chaque nœud de la tige porte deux stipules prolongées sous l'insertion et trois bourgeons axillaires, capables de donner une tige latérale ou inflorescence (Fery, 1985).

#### ➤ **Les feuilles**

Les feuilles sont alternes, pétiolées et trifoliolées. Les deux premières feuilles sont, simples, opposées, sessiles et entières. Les feuilles présentent une variation considérable en taille (6-16 ; 4-11 cm) et forme (linéaire, lancéolée, à ovale) et sont généralement de couleur vert sombre. Le pétiole a une longueur allant de 5 à 25 cm. Outre une feuille, chaque nœud de la tige porte deux stipules prolongées sous l'insertion ce qui caractérise *V. unguiculata* et trois bourgeons axillaires capables de donner une tige latérale ou une inflorescence, même si un seul se développe, en général.

➤ **Les inflorescences et les fleurs**

Les inflorescences sont des grappes axillaires, supportées par un axe de 20 à 25 cm, le long duquel sont disposées les fleurs par paires. Les fleurs sont hermaphrodites du type papilionacé. Elles sont de grande taille, blanches, jaunâtres, bleu pâle, roses ou violettes (Raemakers, 2001). Les croisements sont faciles à réaliser (Fery, 1985). Chez les formes cultivées, les fleurs s'ouvrent en général à la fin de la nuit pour se fermer en fin de matinée. Mais la déhiscence des anthères se produit plusieurs heures avant que la fleur ne s'ouvre alors que le stigmate est réceptif depuis deux jours (Ladeinde et Buss, 1977).

➤ **Les fruits ou gousses**

Les fruits sont des gousses dont le nombre par pédoncule varie de 2 à 4 (Davis et al, 1991). Elles font de 12 à 20 cm de long (Raemakers, 2001), et renferme en général 12 graines (Anoun et Echikh, 1990). La gousse peut être entièrement pourpre, brune, rouge, rose pigmentée sur les valves, sur les sutures ou à son extrémité, marbrée ou dépourvue de pigments. Elles sont cylindriques et peuvent être courbées ou droites.

➤ **Les graines**

Les graines de niébé ont une taille qui varie de 5 à 12mm de longueur et de 4 à 6mm de largeur, leur forme peut être réniforme, rhomboïde, ou ovulaire (Raemakers, 2001), les graines sont lisses ou ridées ; de coloration blanche, rouge, noire, marron, marron ocre ou marron olive. La distribution de la coloration est uniforme ou jaspée, avec ou sans anneau noir entourant le hile. Le poids de 100 graines varie de 5 à 30 grammes (Duke, 1981 ; Raemakers, 2001).



### I.2.2.3. Phases végétatives

Le cycle végétatif du niébé comprend les phases suivantes :

➤ **Phase de germination**

Les graines lèvent en 4 à 8 jours suivant la température. Elles doivent toutes être sorties de terre au bout de 8 jours. Un à deux jours après l'apparition des crosses, les cotylédons sortis du sol se sont ouverts et la première paire de feuilles apparaît (Hubert, 1978).

➤ **Phase de croissance**

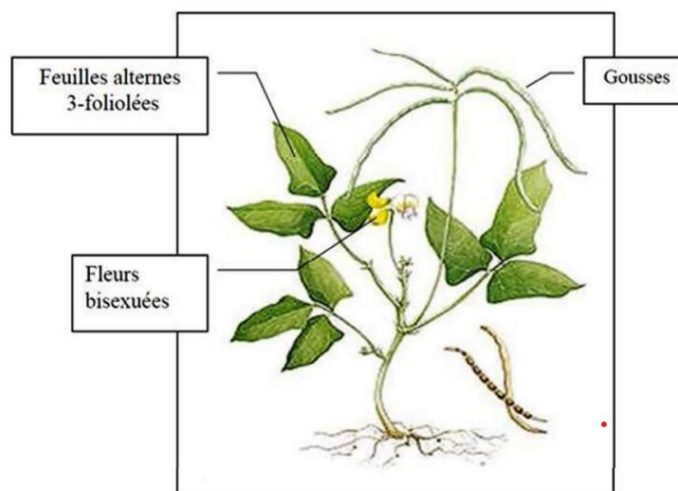
Trois à quatre jours après la levée, les cotylédons commencent à se faner, 5 à 6 jours après la levée, apparaît la première feuille trifoliolée et 5 à 6 jours après l'apparition de la première feuille trifoliolée, apparaît la deuxième. Au bout d'un mois, le pied de niébé possède une dizaine de feuilles trifoliolées et atteint sa hauteur définitive de 30 à 40 cm pour les variétés naines (Hubert, 1978).

➤ **Phase de floraison**

Elle débute 3 semaines à 1 mois environ après le semis Elle dure 1 mois à 1,5 mois suivant les conditions climatiques. La jeune gousse met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive (Hubert, 1978).

➤ **Phase de maturation**

Une fois la taille définitive atteinte, les graines se forment en 15-20 jours. Il faut attendre encore 20 à 30 jours pour que les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes, les graines étant mûres (Hubert, 1978).



**Figure 1:** Morphologie de *Vigna unguiculata* (Anonyme 2008)

### **I.2.3. Exigences écologiques**

#### **I.2.3.1. Exigences climatiques**

Le niébé est une plante tropicale qui exige les températures comprises entre 15 et 36°C pour un bon développement, la chaleur excessive peut réduire sa croissance (Raemakers, 2001) ; la température optimale se situe autour de 28°C (Craufurd et al. 1997). Les plantes de niébé sont très sensibles au gel (Craufurd et al. 1997 ; Raemakers, 2001). Il croit principalement en conditions humides. Le niébé est aussi bien cultivé en régime irrigué que non (Davis et al. 1991). C'est une plante de jours-courts, et plusieurs accessions de niébé présentent leur sensibilité à la photopériode à travers l'initiation du bourgeon floral et d'autres sont de jours neutres (Ehlers and Hall 1996 ; Craufurd et al. 1997). Pour certains génotypes, le degré de sensibilité à la photopériode (étend le délai de floraison) est modifié par la température (Wein and Summerfield 1980, Ehlers and Hall 1996).

Le niébé tolère bien les précipitations entre 28 et 410 mm avec une moyenne de 142 mm Il est tolérant à la chaleur et à la sécheresse, son système racinaire est développé pour aller en profondeur chercher de l'eau (Miller et al. 1989). La résistance à la sécheresse est une raison pour laquelle le niébé est une légumineuse très intéressante dans beaucoup de pays à climat sec.

#### **I.2.3.2. Exigences édaphiques**

Le niébé est bien adapté à une large gamme de sols et conditions. Il requiert un sol à texture limoneuse sableuse bien drainé ou les sols sableux dont le pH est compris entre 5,5 et 6,5 (Davis et al. 1991). Le niébé est connu pour être tolérant à l'aluminium, aux sols pauvres, à pH élevé ou pH bas (Elawad & Hall 1987), avec une préférence des sols à pH neutre et acide ; il est moins dépendant des éléments nutritifs du sol que les céréales et tire l'azote dont il a besoin de l'atmosphère (Duke, 1981).

### **I.2.4. Systèmes de culture de niébé**

Le niébé peut être cultivé en monoculture ou en association avec d'autres cultures. Dans les régions plus humides (régions côtières, savane guinéenne), le niébé est cultivé en association avec l'arachide, l'igname, le manioc et le maïs (Mortimore et al, 1997). En zone soudano-sahélienne du Cameroun, principale zone de production, le niébé est plutôt cultivé en association avec le mil et le sorgho.

## I.2.5. Production

La production mondiale du niébé s'élève à plus de 5,7 millions de tonnes de graine sèche par an sur 5 à 7,5 millions ha. La production africaine représente plus de 70% de cette production et occupe 80% des superficies mondiales (Tengomo, 2011). Celle du Cameroun est estimée à 1% de la production mondiale, soit environ 155.000 tonnes de niébé (FAO, 2013).

Au Cameroun, le niébé est cultivé dans toutes les zones agroécologiques du pays mais il est très apprécié des populations des régions du Nord, du Littoral, du Sud-ouest, du Nord- Ouest et de l'Ouest. La production est destinée à l'autoconsommation et à la vente. Cependant la culture demeure artisanale et limitée aux exploitations familiales. Selon les estimations du DSCE en 2009, la demande en graines de niébé était très élevée (184.744 tonnes/an) mais la production était faible avec seulement 130101 tonnes/an (MINADER, 2010). La production du niébé au Cameroun a certes évolué mais reste très inférieure comparée à celle des pays comme le Nigeria et le Niger, meilleurs producteurs sur le continent africain avec respectivement 2.500.000 et 1.329.514 tonnes par an (FAO, 2013).

**Tableau 2:** production du niébé de 10 principaux pays (FAOSTAT 2021)

Rang	Pays	Pays (2021)	Volume de production en tonnes (2021)	Quantité sur un an (2020-2021)	Quantité sur 3ans (2018-2021)	Quantité sur 5ans
1	Nigéria	40,38%	3,63B	-0,47%	+3,67%	-3,25%
2	Niger	29,62%	2,66B	+0,93%	+12,00%	+33,96%
3	Burkina Faso	7,85%	705,77M	+0,17%	+3,31%	+27,33%
4	Kenya	2,78%	250,26M	-5,26%	+29,07%	+70,47%
5	Sénégal	2,66%	239,19M	-5,79%	+56,58%	+127,77%
6	Mali	2,57%	230,67M	-22,55%	-10,57%	+45,04%
7	Ghana	2,27%	203,87M	-0,46%	-5,33%	-1,22%
8	Cameroun	1,99%	178,75M	-1,15%	-0,33%	+2,41%
9	Soudan	1,83%	164,80M	+11,20%	-5,77%	-0,12%
10	Tanzanie	1,68%	151,10M	+5,68%	+24,08	-13,98%

B : Billion (Milliard) ; M : Million ; + : en augmentation ; - : en baisse

## **I.2.6. Importances du niébé**

Le niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] est une culture émergente et son importance ne cesse de croître vu la place qu'elle occupe dans les systèmes de culture (Théophile, 2009). Le niébé est en effet un palliatif face aux difficultés écologiques (sécheresse) et même économiques (revenus) rencontrées par les agriculteurs en zone soudano-sahélienne. Ainsi, cette culture présente une importance capitale aussi bien pour les agriculteurs que pour les consommateurs sur divers plans : économiques, nutritionnelles, agronomique, sociale et industriels considérables.

### **I.2.6.1. Importance alimentaire**

Les légumineuses sont des plantes très riches en protéines (leur teneur en protéine dépassant de 2 à 3 fois celle des céréales) qui renferment les 24 acides aminés indispensables à l'alimentation dans les proportions correspondant aux besoins humains (à l'exception des acides aminés soufrés). Presque toutes les parties aériennes du niébé sont consommées : les jeunes feuilles (riches en vitamines et en sels minéraux), les gousses vertes tendres, les gousses fraîches en maturation, les graines sèches entières ou transformées (Lienard et Seck, 1994). En matière de transformations locales pour la consommation humaine, on peut citer les plats et mets suivants: kossai, bérroua ou wassa-wassa, soupe, pâte, purée, dan waké, taguiguilé, motalbalichinka, fadawaké, potage (jeunes feuilles), en vert (jeunes gousses, gousses mures). Dans les pays tropicaux, le niébé est une importante source de protéines végétales (Ngamo et al., 2007). Il possède d'autres constituants comme l'eau (11%), les hydrates de carbone (56,8%), les lipides (13%), les fibres (39%), les cendres (36%), la vitamine A (32,42mg/100g), la vitamine D (26-78,02mg/100g), la vitamine E (3,07-5,07mg/100g), le calcium (90mg/100g), le fer (6-7mg/100g), l'acide nicotinique (2mg/100g) et la thiamine (0,9mg/100g) (Ehlers, 1997). Le niébé est aussi considéré comme la viande (graines dans la sauce), excellente source de protéines bon marché pour les couches pauvres de la population (Agazounon et al, 2002). Du fait de leur forte richesse en protéines les fanes du niébé constituent un fourrage de qualité pour le bétail en saison sèche dans les zones sahéliennes (Emechebe et al, 1997 ; Tarawali et al, 1997) ; les enveloppes des graines après le battage constituent un aliment d'embouche très apprécié par les animaux.

**Tableau 3:** Eléments nutritifs du niébé

Eléments	Extrémités des tiges feuillées	Jeunes gousses avec graines	Graines immatures	Graines mûres
Eau (g)	89,8	86	77,2	12
Energie (KJ)	121	184	377	1407
Protéines (g)	4,1	3,3	3,0	23,5
Lipides (g)	0,3	0,3	0,4	1,3
Glucides (g)	4,8	9,5	18,9	60
Calcium (mg)	63	65	126	110
Magnésium (mg)	43	58	51	184
Phosphore (mg)	9	65	53	424
Fer (mg)	1,9	1,0	1,1	8,3
Zinc (mg)	0,3	0,3	1,0	3,4
Vitamine A (UI)	712	1600	0	50
Thiamine (mg)	0,35	0,15	0,1	0,85
Riboflavine (mg)	0,2	0,15	0,1	0,23
Niacine (mg)	1,1	1,2	0,4	2,1
Folates (µg)	101	53	62	633
Acide ascorbique (mg)	36	33	19	1,5
Fibres (g)	-	-	5	10,6

(Source : Brink et *al* 2006) Valeurs obtenues pour 100 grammes de matières sèches de parties comestibles.

### I.2.6.2. Importance agronomique et écologique

Le niébé est une plante qui possède des caractères adaptatifs lui permettant une croissance rapide, une adaptation à la sécheresse du fait de sa tolérance en eau. Ses racines sont munies de nodosités renfermant des bactéries (Rhizobiums) qui contribuent à la fixation de l'azote atmosphérique (Dugje et *al*, 2009) jouant ainsi un rôle dans l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols (Kergna, 2001). De ce fait, sur sols riches en matières organiques, on place en général les légumineuses enfin de rotation, tandis que sur sols pauvres, elles viennent en tête de rotation (Bado, 2002 ; Makungu, 2002 ; Konaté et *al*, 2012). Il protège aussi le sol contre l'érosion (plante de couverture) et est le plus souvent utilisé comme engrais vert.

### **I.2.6.3. Importance économique**

Au cours de ces deux dernières décennies, le niébé est passé dans plusieurs pays d'une culture de subsistance à une culture de rente assez importante. La production a atteint 100.000T, 300.000T et 200.000T respectivement au Bénin, au Burkina et au Ghana. Elle est due à l'augmentation des superficies ou à l'utilisation de nouvelles technologies (FAO, 2000). Les graines de niébé sont produites pour la consommation domestique, le surplus de la production est vendu sur les marchés locaux. Les pays exportateurs se situent dans la zone sèche sahélienne. Les pays importateurs dans la région côtière humide plus densément peuplée. Sa commercialisation subit certaines contraintes au premier rang desquelles la fluctuation des prix sur le marché au cours de l'année. Cette fluctuation peut être due au volume des pertes lors du stockage ou à l'intensité des demandes sur le marché (Ndiaye, 2007). En période de rareté de grains alimentaires et de foin pour le bétail dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest et du Centre, la valeur monétaire du niébé stocké devient très élevée (Dugué et al, 1994). D'où l'intérêt à accorder à la conservation des stocks jusqu'à la période où le prix est plus rentable

### **I.2.6.4. Importance pastorale**

Le niébé procure un fourrage de qualité à l'alimentation du bétail. Séchées, les fanes de niébé constituent une alternative en saison sèche quand l'herbe fraîche devient rare en zone soudano-sahélienne (Dabire, 2001). Leur valeur fourragère est estimée à 0,45 unité fourragère (UF) / kg et 100 à 200g de matière azotée digestive (MAD) par kg (Mazzela-Second et al, 2002). L'obtention suffisante de fanes de niébé permet donc un meilleur élevage et une augmentation parallèle des protéines animales

### **II.2.6.5. Importance médico-sanitaire**

Au Burkina Faso, le niébé est utilisé pour soigner beaucoup de maladies. Ainsi les gousses vides permettent de guérir la goutte, le diabète, l'obésité, les calculs urinaires, les maladies de la prostate. Elles sont également utilisées comme contraceptif pour l'espacement des naissances. Les fleurs soulagent les patients atteints de coliques néphrétiques, de lumbago. Enfin les feuilles et les graines sont utilisées dans le soin des otites, des abcès, des panaris, des enflures et du ver de Guinée.

### **I.2.7. Les contraintes liées à la production du niébé**

La culture du niébé est confrontée à de nombreuses contraintes aussi bien d'ordre socioéconomique que d'ordre biotiques et abiotiques qui occasionnent d'énormes pertes de production.

### **I.2.7.1. Contraintes socio-économiques**

D'après Drabo et *al.* (2008) les contraintes socio-économiques de la culture du niébé se présentent comme suit :

- La difficulté pour les producteurs d'avoir accès aux crédits et intrants agricoles (semences améliorées, engrais) susceptibles d'améliorer et d'augmenter la production du niébé ;
- L'inorganisation de la filière et les prix non rémunérateurs ;
- Les stratégies de vulgarisation et de diffusion de variétés améliorées inappropriées ;
- Le manque d'appui technique par les services compétents à l'exemple du MINADER ;
- Les pratiques agricoles archaïques. Or à l'heure actuelle l'agriculture devrait utiliser des équipements plus modernes et sophistiqués pour produire de façon intensive ;
- La rigidité des habitudes alimentaires des populations qui sont trop attachées aux céréales (mil, sorgho, riz...).

### **I.2.7.2. Contraintes biotiques**

Les contraintes biotiques qui entravent la production du niébé sont :

- Les insectes nuisibles composés d'insectes de préfloraison tels que les Jassides, les insectes de postfloraison dont les plus importants sont les thrips des fleurs, les foreuses des gousses, les punaises et les insectes de stocks ;
- Les maladies cryptogamiques, bactériennes et virales ;
- Les phanérogames parasites qui sont constituées essentiellement du *Striga gesnerioides* et *Alectravogellii*. Le *Striga* provoque le jaunissement des portions du limbe compris entre les nervures, le flétrissement prématuré des plants ainsi que leur dépérissement conduisant ainsi à la baisse de production.

### **I.2.7.3. Contraintes abiotiques**

Les contraintes abiotiques constituent l'une des principales contraintes de la production du niébé. Elles sont essentiellement de type pédoclimatique. Les contraintes climatiques sont liées à la pluviométrie, les températures, et les vents. La mauvaise répartition spatiale et temporelle de la pluviométrie ainsi que les températures élevées et les vents violents accentuent la sécheresse qui entrave la production du niébé. Les contraintes pédologiques sont liées essentiellement à une faible fertilité des sols en éléments minéraux nécessaire à la croissance et au développement de la plante.

## **I.2.8. Itinéraire technique de la culture**

### **I.2.8.1. Multiplication**

La multiplication chez le niébé est essentiellement générative, par conséquent est faite au moyen de graines. Toutefois, graines et gousses sont largement utilisées pour décrire les cultivars (Pasquet et Fotso, 1994) et identifier les cultigrupes (Pasquet, 1996b).

### **I.2.8.2. Préparation du sol**

La terre doit être parfaitement ameublie en surface ; Faire un sous-solage à 40 cm de profondeur, suivi d'un épandage de fumier de ferme et fumure phospho-potassique. La profondeur du labour doit être à 15 – 20 cm. Il est conseillé de laisser le sol au repos durant un mois pour permettre la décomposition de la matière organique. Ensuite, faire une pulvérisation et affinage du sol avant le semis proprement dit. Dans le cas de terrain en pente, confectionner des billons parallèles aux courbes de niveau de 15 à 20 cm de haut et espacés de 35 cm (Hubert, 1978).

### **I.2.8.3. Choix des semences**

Il faut toujours trier les semences, c'est-à-dire choisir les plus grosses, bien formées, saines et qui ne sont pas attaquées par les charançons et les bruches, les graines ayant une bonne faculté germinative, éliminer les graines ridées, brisées, avortées, moisies. Ensuite, désinfecter les semences triées avec 200g de Manèbe à 80% pour 100g de semences, afin de lutter contre la fonte de semis et la pourriture du collet (Hubert, 1978).

### **I.2.8.4. Quantité de semences/ha**

Elle dépend essentiellement de la densité de semis à adopter et du poids moyen de la graine d'où l'importance du paramètre poids de 100 graines lors de l'expérience. C'est alors que pour une densité de 62 500 plants/ha avec une variété ayant un poids 195g pour 1000 graines, nous pouvons prévoir 12187,5g, soit 12,19 kg de semences.

### **I.2.8.5. Profondeur de semis**

Il est conseillé de mettre les graines à moins de 5cm de profondeur pour avoir une levée régulière. En période humide ou avec irrigation : 2 à 3 cm de profondeur (Hubert, 1978). Les semis très profonds peuvent occasionner la pourriture des semences et une levée qui ne sera pas uniforme.



#### **I.2.8.6. Densité de semis**

La densité de semis est fonction du type de culture qui pourrait être associée, pure ou mécanisée. L'utilisation des densités 27777,77 et 62500 plants/ha en culture pure permettrait d'accroître efficacement le rendement des variétés de niébé dans les zones rurales du Cameroun (Taffouo et *al.* 2008). Les écartements sont respectivement de 0,60 m dans la ligne, 0,60 m entre les lignes et 0,40 m dans la ligne, 0,40 cm entre les lignes.

#### **I.2.8.7. Fertilisation**

Le niébé fabrique son propre azote mais a besoin d'apport en d'autres éléments. Une fumure de fond constituée de fientes de poules ou de compost est recommandée (SAILD, 1998). Elle peut être épanchée à la volée une semaine avant le semis sur les billons ou deux semaines sur les planches (SAILD, 1998). La fumure doit être bien mélangé au sol de surface jusqu'à obtention d'une homogénéité. D'après la même référence, on peut aussi utiliser un engrais riche en phosphore et surtout en potassium tel que le N-P-K+ MgO (6-12-26+5). L'application se fera en bande (dans un microsillon formé le long de la ligne de semis, à environ 10 cm de celle-ci) au moment du semis à raison de 200 Kg/ha de culture.

#### **I.2.8.8. Récolte**

Le niébé peut être récolté à trois différents stades de maturité, gousses immatures. Matures mais verte et lorsque sec. En fonction de la température et de la qualité de la demande sur le marché, les gousses sont prêtes pour la récolte 16 à 17 jours après la floraison (60 à 100 jours après semis). La récolte peut être mécanique ou manuelle. Toutefois, la récolte manuelle entraîne moins de dommage et la période de récolte peut s'étaler de 1 à 3 semaines. (Davis, W. et *al.* 1991). La maturité se détermine par les fruits qui deviennent jaune durant le dernier stade de croissance, devient brun plutôt cassant alors on a atteint la maturité. Les variétés de type déterminé et certains de type indéterminé ont encore assez de fruits à la maturité, et la plante a généralement perdue la plupart de ces feuilles ; à ce moment les gousses sont mûres. Les variétés intermédiaires avec une maturité non uniforme sont récoltées en plusieurs cueillettes lorsque celles de type déterminé sont récoltées une seule fois au moment où les gousses sont sèches.

La récolte doit se faire avant que la plante ne soit devenue trop sèche pour éviter d'endommager les graines (Cameron, A.G., 1999). La procédure de récolte est déterminée par le choix du cultivar. Le type rampant est récolté et battu, le type déterminé est arraché et battu le même jour. La récolte manuelle est recommandée pour des petites surfaces. (Rij,

N.V., 1999). Les graines doivent être stockées à une humidité de 10% et moins pour une meilleure conservation.

#### **I.2.8.9. Rendement**

En Afrique, les rendements excèdent rarement 400 à 500 kg de graines par hectare en culture traditionnelle (Langyintuo, et *al.* 2003). L'institut international de l'Agriculture tropicale (IITA) a estimé que le niébé est actuellement cultivé sur à peu près 12,5 millions d'hectares, avec une production annuelle autour de 3 millions de tonnes dans le monde (Nkouannessi, 2005).

Le niébé est largement distribué dans tous les tropiques, mais l'Afrique centrale et Ouest fournissent plus de 64% dans le monde (avec environ 8 millions d'hectares, suivit par l'Amérique Centrale et du Sud avec environ 2,5 millions, 1,3 million d'hectares en Asie et environ 0,8 million d'hectares) (Nkouannessi, 2005). Le Cameroun fait partie des pays où d'importantes quantités de niébé sont cultivées. C'est alors qu'en 1998, selon la CRSP d'Afrique de l'Ouest sur le Haricot/ niébé, la production annuelle de niébé dans la région du Nord Cameroun des dernières décennies variait de 15 000 à 45 000 MT. Toutefois, sa production annuelle a été estimée en 2010 à environ 166 145 tonnes sur une surface totale de 249.486 hectares, soit 666 Kg/ha (AGRISTAT, 2010). Cependant, ce rendement varie en milieu paysan de 150-300 Kg/ha avec un potentiel de production estimé à 2 tonnes à l'hectare.

## **CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES**

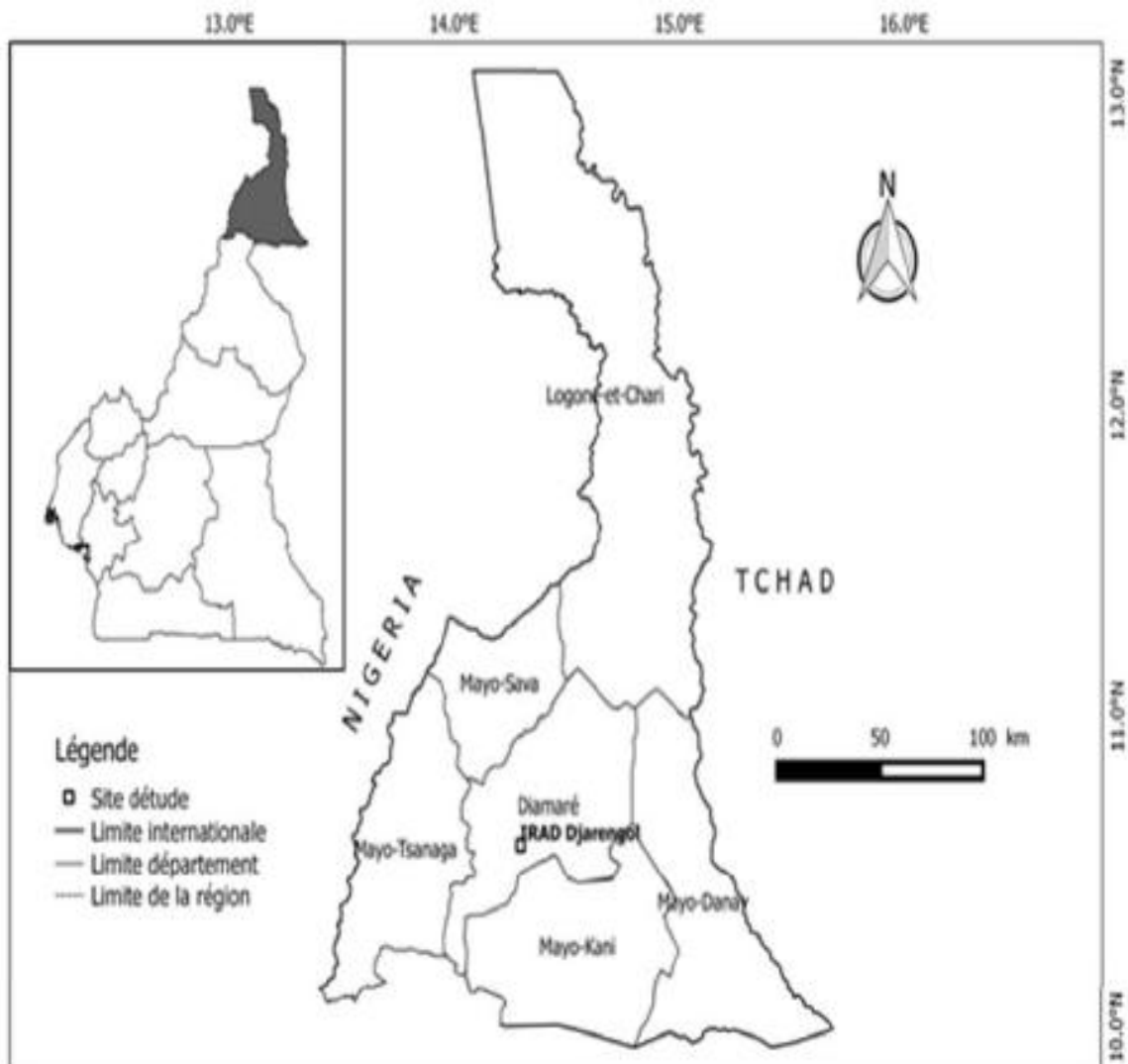
## II.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été menée sur deux sites expérimentaux de l'IRAD dans la Zone Soudano-sahélienne du Cameroun à savoir Guiring dans l'Extrême nord et Djalingo dans la région du Nord).

### II.1.1. Site de Guiring

#### II.1.1.1. Localisation du site

Guiring est situé dans l'arrondissement de Maroua 3<sup>e</sup>, département du Diamaré de la Région de l'Extrême-Nord Cameroun. Les coordonnées géographiques : 10°37'12'' de latitude Nord et 14°22'12'' de longitude Est à une altitude de 387 m permettent de le situer. La figure 10 présente la carte de localisation dudit site l'étude.



**Figure 2:** Carte de localisation du site de Guiring (Données GPS, 2015)

### **II.1.1.2. Milieu Physique**

#### **II.1.1.2.1. Climat**

La pluviométrie moyenne annuelle est comprise dans l'intervalle de 500 mm vers le nord de l'Extrême-Nord et 1500 mm en bordure du 8<sup>e</sup> parallèle (Brabant et Gavaud, 1985). La répartition des précipitations soumet toute la région à un climat tropical à deux saisons très contrastées. La répartition des pluies tout au long de la saison des pluies est erratique. A la fin de la saison des pluies, les interruptions des pluies deviennent fréquentes (Bring, 2006). Les risques climatiques sont concentrés au début et à la fin des saisons des pluies à cause des sécheresses intercalaires. Ces phénomènes sont particulièrement contraignants pour déterminer la date de semis. Trop tôt, les plants risquent de souffrir des poches de sécheresse. Trop tard, la récolte risque être tardive ; la période de soudure plus longue et parfois l'interruption hâtive des pluies ne permettent pas le développement complet des plantes (Pennec, 2009).

La température moyenne annuelle est de 30°C avec des minimas mensuels entre 12 et 15°C en décembre et en janvier. Il existe d'importants écarts journaliers des températures. Les variations journalières sont maximales au mois d'avril et minimales au mois d'août ; elles sont dues à l'effet de la nébulosité et des précipitations. L'humidité relative est de 80% en saison pluvieuse et elle descend à 30 ou 40%, parfois à moins de 10% en saison sèche (Bring, 2006).

L'harmattan est le vent dominant. Il souffle suivant la direction Nord - Est avec une formation des brumes sèches en saison sèche. La vitesse moyenne est de 2 à 4 m/s dans les 50% des cas (Olivry, 1996). En saison pluvieuse, des vents violents sévissent avant les orages (Brabant et Gavaud, 1985). L'insolation reste élevée toute l'année (8 à 10 heures/jour sauf pendant les périodes pluvieuses ou les périodes de brume sèche qui accompagne l'harmattan). L'insolation annuelle varie de 2500 à 3000 heures (Bring, 2006).

#### **II.1.1.2.2. Sols**

Les sols de Maroua sont variés mais instables et à dominance sablo- argileuse. On trouve majoritairement 4 types de sols : les sols peu évolués sur arène, les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, les sols ferralitiques et les vertisols (Raunet, 2003). Le sol de notre zone d'étude est sable-argileux.

#### **II.1.1.2.3. Végétation**

Dans le Diamaré, la végétation est d'une part caractérisée par la présence des steppes épineuses constituées d'arbres et d'arbustes. Les espèces ligneuses les plus fréquentes sont

*Acacia spp.*, *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulatum*, *Ximenia americana*, *Tamarindus indica* et *Ziziphus spp* (Letouzey, 1980). D'autre part elle est caractérisée par les prairies périodiquement inondées (yaérés) ou moyennement inondées sur les vertisols communément appelés karal. On y trouve également quelques espèces de mauvaises herbes telles que *Pennisetum ramosum*, *Echinochloa obtusa trifolia*, *Hyparrhenia rufa*, *Comelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Ageratum conyzoides* (le roi des herbes) et les espèces du genre *Striga* notamment le *Striga hermonthica* et le *Striga gesnerioides* lesquelles constituent de véritables menaces pour la production des légumineuses et des céréales dans cette zone. Dans les plaines du Diamaré, la végétation est essentiellement dominée par les espèces savanicoles, en dépit de quelques bosquets de forêt claire. L'antécédent culturel de la parcelle expérimentale est le niébé (*Vigna unguiculata*).

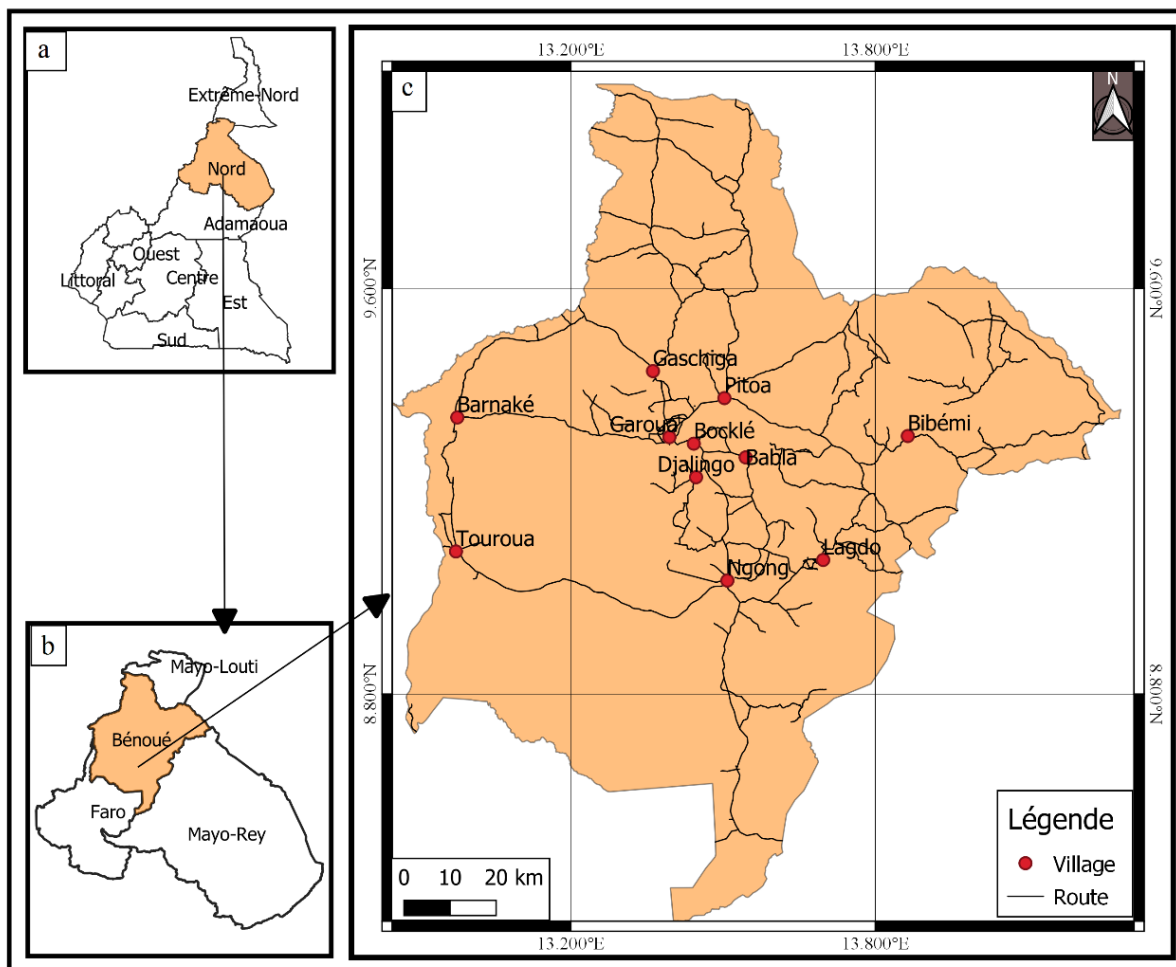
### **II.1.1.3. Milieu socio-économique**

Sur le plan démographique, la ville de Maroua compte plus de 450.000 habitants dont les premiers habitants sont les Guiziga, Moufou et foubés. Le taux d'accroissement de la population est estimé à 3,5% par an. L'activité économique repose essentiellement sur le petit commerce, l'agriculture, l'élevage et l'artisanat. Au point de vue économique. On estime entre 66 à 77% la proportion des ménages pauvres dans la région. Ce qui ne permet pas d'accéder aux besoins les plus élémentaires : nutrition, santé, et éducation (PNUD- MINEPAT, 2010).

### **II.1.2. Site de Djalingo**

#### **II.1.2.1. Localisation du site**

Il est quant à lui un site expérimental de la station polyvalente de l'IRAD de Garoua faisant partie de l'Arrondissement de Garoua III (Bockle), Département de la Bénoué, Région du Nord Cameroun. Appartenant également à la zone agroécologique Soudano Sahélienne. Cet arrondissement est limité : au Nord par Bibémi, au Sud par Mayo Hourna et de Poli, à l'Est par Ngong, à l'Ouest par Garoua II (PNDP, 2015).



**Figure 3:** Carte de localisation du site de Djalingo (googlemap, 2022)

## II.1.2.2. Milieu Physique

### II.1.2.2.1. Climat

#### ➤ Pluviométrie

Le climat de la région est de type soudanien avec une faible pluviosité dans la vallée de la Bénoué (Suchel, 1971). Saison sèche et saison des pluies sont presque d'égales durées et les précipitations annuelles sont d'environ 1000 mm (figure 2). Au sud, jusqu'à la falaise de l'Adamaoua la pluviosité augmente, s'étale sur 7 mois et l'on entre dans le climat soudanien de tendance humide dont Poli (1477 mm) adossé à des massifs montagneux. Les températures sont très élevées, contrastées, avec deux oscillations annuelles dues l'une au régime des masses d'air, l'autre au mouvement apparent du soleil (minimum de Décembre).

### ➤ **Température et humidité**

La température moyenne est élevée, 28°C et peut atteindre les 40 et 45° en mars et avril (Martin, 1962). L'humidité relative approche 80 % en saison de pluies et descend vers 40 % en saison sèche. L'évaporation mesurée (Piche) est de 2 380 mm par an. L'insolation (héliographe Campbell) est de 2 776 heures par an avec un minimum en septembre et en avril (Le Bourgeois, 1992).

#### **II.1.2.2.2. Sols**

Les sols de la région du Nord-Cameroun se répartissent en sept classes à savoir : les sols minéraux bruns, les sols peu évolués, les vertisols, les sols ferrugineux tropicaux, les sols rouges tropicaux, les sols hydromorphes et les sols sodiques. C'est dans la classe des sols ferrugineux tropicaux sur socle et grès que se situe notre zone d'étude.

### ➤ **Végétation**

La végétation est constituée de savane boisée et des galeries forestières par endroits (le long des cours d'eau). Les espèces floristiques rencontrées sont constituées de *Hyparrhenia rufa* le long des rivières, *Borassum aethiopium*, *Boswelli dalzielii*, *Commiphora africana*, de *C. Pedunculata*, *Dalbergia melanoxylon*, *L.microcarpa*, *Bombax costatum*, *Prosopis africana*, *Anogeissus leicarpus*, *Vitellaria paradoxa*, les plantations d'*Azadirachta indica*, d'*Eucalyptus camadulendis*. On peut également signaler l'importance de diverses graminées sur le tapis herbacé de la région (*Andropogon goyanus*, *Cymbogon giganteus*, *Loudetia SPP*). Le rônier *Borassus arthropum* constitue également la flore particulière des zones marécageuses ou inondées. Cependant, la pression agricole, les besoins en bois de chauffe, en bois d'œuvres et la production du charbon pour la vente ont dégradé le paysage qui est devenu plus ou moins arbustif aujourd'hui.

#### **II.1.2.3. Activités socioéconomiques**

La population de la région du Nord-Cameroun est caractérisée par une grande hétérogénéité. On a majoritairement les Fali, Foulbé (bourgades), Guidar, de Mambaye, Koma, Dourou, Bata, Moundang, Toupouri et aussi de Kongou, Batavere et Lakka. Dans l'ensemble, cette population est essentiellement musulmane (Boulet et al., 1972). Les groupes minoritaires sont constitués par : les Njegn, les Panon-Pape et les Guewe, les Voko, les Kolbila, qui ont des liens de parenté avec les Tchamba et les Mboum, cousins des Doayo, (MINEPAT, 2012).



Les activités économiques concernent l'agriculture, l'élevage, l'artisanat, le commerce. L'agriculture est l'activité économique dominante. On rencontre différents types de culture : Sorgho rouge, mouskwari, maïs, coton, cultures maraichères, mil, niébé, patate douce, arachide. La principale zone d'élevage est la grande pénéplaine de 200 m à 300 m d'altitude qui s'étend du département du Faro à celui de Mayo-Rey. Il s'agit de l'élevage bovin, ovin, caprin, équin, porcin et volaille. Une partie des produits issus de l'agriculture et de l'élevage est commercialisée. Le commerce concerne également la distribution des produits manufacturés de première nécessité tels que le sucre, le riz, les huiles, le thé, les savons. Le secteur artisanal concerne les activités des menuisiers, des tisserands, des bijoutiers.

## **II.2. Matériel**

### **II.2.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est constitué de 45 génotypes de issus des ressources génétiques de l'IRAD pour les besoins de criblage. Il s'agit de :

**Tableau 4:** récapitulatif des différents génotypes

N°	Codes	N°	Codes	N°	Codes
1	G1	16	G16	31	G31
2	G2	17	G17	32	G32
3	G3	18	G18	33	G33
4	G4	19	G19	34	G34
5	G5	20	G20	35	G35
6	G6	21	G21	36	G36
7	G7	22	G22	37	G37
8	G8	23	G23	38	G38
9	G9	24	G24	39	G29
10	G10	25	G25	40	G40
11	G11	26	G26	41	G41
12	G12	27	G27	42	G42
13	G13	28	G28	43	G43
14	G14	29	G29	44	G44
15	G15	30	G30	45	G45

## II.2.2. Matériel technique

Pour le bon déroulement de l'essai, il a été nécessaire de s'acquérir d'un ensemble de matériel suivant :

Matériel	Caractéristiques	Rôle
Machettes	Métal et bois	Nettoyage de la parcelle
Houes	Métal et bois	Préparation des parcelles et sarclage
Piquets et ficelles	Bois et plastique	Piquetage et semis
Pied à coulisse et règles graduées	Electronique (0,01mm) et plastique	Prise de mesures du diamètre au collet et la taille
Décamètre	Ruban	Délimitation des parcelles
Sachets et sacs	Plastiques et plastique	Récoltes
Balances	Electronique (0,001 g)	Pesées de graines, des gousses et des fans
Pulvérisateur à dos et produits phytosanitaires	A Pression et produits de synthèse	Traitements
Appareil photo	Numérique (Canon)	Prises de vue
Cahier, crayons, stylos, marqueurs, gommes et fiche	Divers	Prise des paramètres et l'étiquetage

## II.2.3. Matériel d'entretien

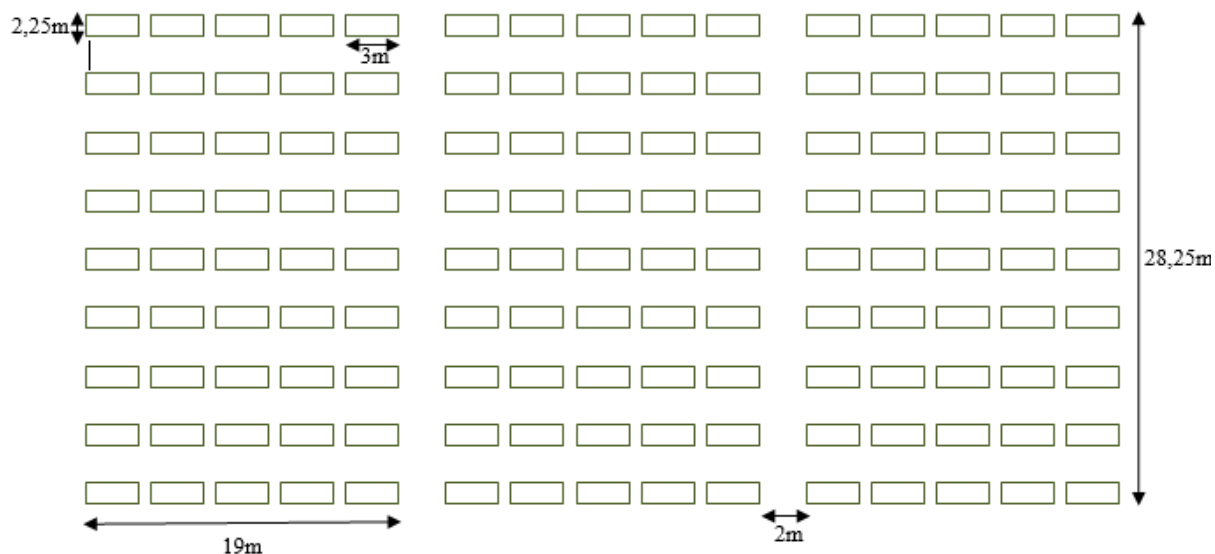
Le matériel d'entretien utilisé pour la bonne installation de la culture doit prendre en compte le traitement phytosanitaire à effectuer suivant l'itinéraire technique de la culture du niébé. Ainsi, nous avons :

## II.3. Méthodes

### II.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc complètement randomisé constitué de 45 géotypes avec 3 répétitions. Les répétitions ou blocs étaient distantes de 2 m. Les espacements entre les parcelles élémentaires étaient de 1m au sein d'un bloc. L'unité expérimentale (parcelle) était constituée de 4 lignes de 3m chacune séparé de 0,75m au sein de la parcelle, et des espacements de 0,2m entre les poquets d'une même ligne. L'unité expérimentale était constituée de 128

plants. Deux essais ont été mis en place à Guiring et à Djalingo selon la configuration sur le terrain comme suit :



**Figure 4:** Dispositif expérimental de l'essai

### II.3.2. Conduite de l'essai

Pour atteindre les objectifs de notre étude, la procédure adoptée a été la suivante :

#### II.3.2.1. Préparation de la parcelle

La préparation du nid de semis a commencé par le défrichage et nettoyage de l'ensemble de la surface expérimentale. Il a été effectué dans le but de se débarrasser des souches de maladie mais aussi des débris de récolte.

Après le nettoyage du site, le labour a suivi puisqu'après les récoltes, la surface du sol est généralement compacte, c'est ainsi qu'il a été nécessaire pour ameublir le sol et la rendre perméable.

#### II.3.2.2. Mise en place de l'essai

La mise en place a commencé par le piquetage qui permet de délimiter les différents sous-ensembles de la parcelle expérimentale. Ainsi, les piquets (en bois) ont été placés au niveau de chaque unité expérimentale mesuré grâce au décamètre et ficelles pour le redressement. Il a été effectué juste avant le semis. Les semis ont eu lieu le 19 Juillet 2022 sur le site de Guiring et le 27 Juillet 2023 pour celui de Djalingo correspondant à la période de semis du niébé dans la zone d'étude.



**Figure 5:** A; Surface apprêtée pour le semis (Guiring), A; Semis de l'essai (Djalingo).

### II.3.2.3. Entretien des plantes

Dans le but de contrôler les mauvaises herbes, deux Sarclages ont été effectués : le premier à au 14<sup>ème</sup> jour après semis et le second 35 jours après le premier sarclage.

Le niébé est une plante extrêmement sensible aux ravageurs et maladies. De ce fait des traitements phytosanitaires ont été appliqués avec des produits divers.

Le fongicide et insecticide Insector T, avec pour matière active Imidaclopride 350g/kg + Thirame 100g/kg ; utilisé à la dose d'un sachet de 35g pour 5kg de semences pour la protection avant levée. Après le semis,

Un herbicide systémique non sélectif (Glyphader 360 SL) avec pour matière active le Glyphosate 360 g/l a été appliqué à la dose de 1,5l/ha, soit 75 mL par pulvérisateur à dos de 16L pour éliminer les mauvaises herbes sources de menace pour l'installation des plantes.

L'insecticide Tema 135 WG, produit de formulation granulé destiné à être appliqué après délitage et dispersion dans l'eau a été utilisé. Il est composé de l'Emamectine benzoate 60 g/ka, du Teflubenzeron 75g/kg à la dose recommandée de 200g/ha. Ses matières actives agissent synergiquement par contact et par ingestion, à l'intérieur et à l'extérieur de la feuille et des organes touchés pour contrôler les ravageurs qui s'y nourrissent. Il cible les insectes piqueurs-suceurs.

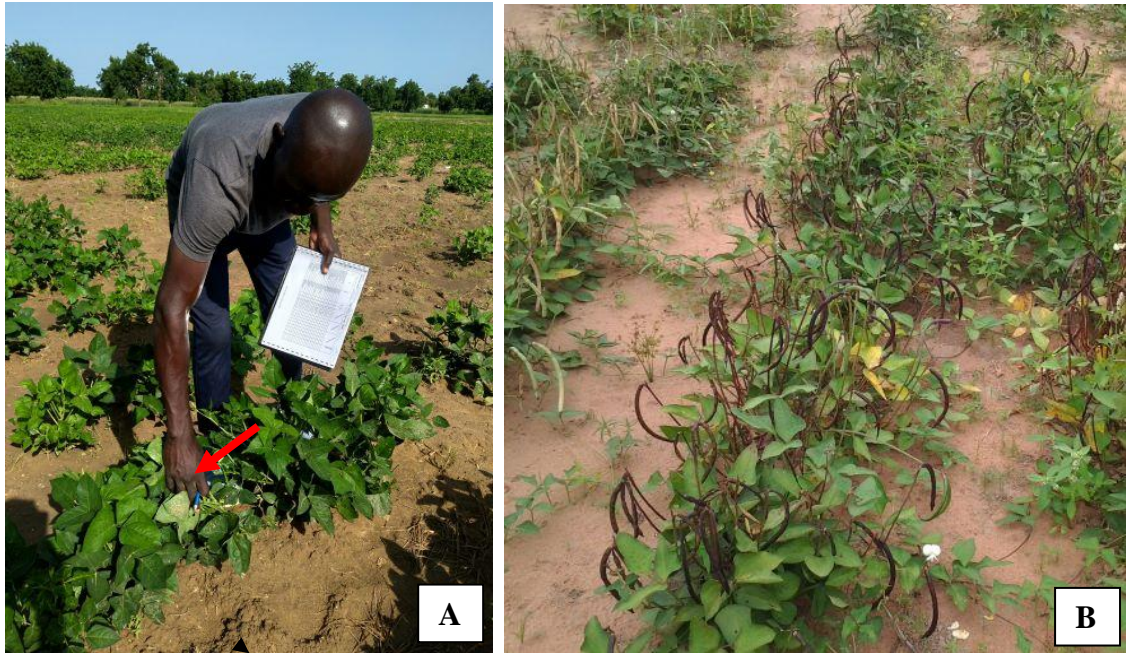
L'insecticide Benji 700 WG est également un produit de formulation granulé destinée à être appliquée après délitage et dispersion dans l'eau. Il est quant à lui composé de L'Acétamipride 700 g/ka, à la dose recommandée de 28,8g/ha, Ces matières actives agissent aussi en synergie ; par contact et par ingestion, à l'intérieur et à l'extérieur de la feuille et des

organes touchés pour contrôler les ravageurs qui s'y nourrissent. Il cible de son côté les Aleurodes, pucerons et mineuses.

### **II.3.3. Prise des paramètres**

#### **II.3.3.1. Evaluation du cycle de production**

La date du début de floraison (apparition de la première fleur) de chaque parcelle a été enregistrée en observant quotidiennement mettre en évidence la tendance de la floraison des différentes variétés très importantes dans l'amélioration génétique. La date de floraison de 50% des plantes a également été enregistrée en sillonnant aussi quotidiennement les parcelles. Elle trouve également une importance capitale dans l'estimation de la précocité tout comme dans l'utilisation génétique pour le croisement car constitue la période favorable. La date de maturité de la première gousse a aussi été enregistrée suite à l'observation du changement de sa couleur virant du vert à autre (blanc laid, brune, noir, violet...) qui est signe de maturité. Elle est importante dans l'évaluation du cycle et ainsi que la conduite de l'essai avec les opérations culturales. La date de maturité de 95% des gousses a été évaluée en faisant le rapport du nombre de gousses arrivées à maturité sur l'ensemble de gousses observées de l'unité expérimentale. Elle fait partie des critères les plus déterminants pour la récolte et par ricochet l'estimation du cycle de production aussi bien en gousse qu'en graine. Une récolte basée sur une bonne maturité permet la bonne conservation de la graine néanmoins sa prolongation excessive induit une perte considérable de la biomasse utile pour le fourrage.



**Figure 6:** A. observation du début de floraison (site de Guiring), B. parcelles avec des gousses à 95% de maturation (site de Djalingo)

### II.3.3.2. Estimation du rendement

La détermination du rendement est la plus importante de l'atteinte de nos objectifs. C'est ainsi que la prise de paramètres a été effectuée sur les deux lignes centrales pour l'ensemble des observations et paramètres évalués. Les lignes de bordures quant à elles n'ont permis que de protection contre d'éventuelles pollinisations croisées entre les variétés. De ce fait, un bon nombre de paramètres ont été considérés. Pour y parvenir différentes méthodes ont permis de déterminer le poids des différentes parties de la plante de chaque variété afin d'en évaluer le rendement à travers les résultats escomptés. Le taux de levée a été déterminé en comptant le nombre de plants levés deux semaines après le semis, en divisant ce nombre par le nombre de graines semées avant de le ramener au pourcentage. Suivant le même principe, le taux de survie a été évalué en comptant le nombre de pieds de chaque unité expérimentale au moment de la récolte. Ces paramètres sont importants pour l'évaluation du rendement car se rapportent directement à la production relative à un nombre de plante précis.



**Figure 7:** Comptage du nombre de plants après levée

Le poids des fanes sèches est un élément clé de l'évaluation du rendement en général et dans l'estimation du poids de la partie aérienne considérée comme fourrage en particulier. De ce fait, il a été évalué en pesant les fanes deux semaines après la récolte des gousses matures et la coupe du reste de la partie aérienne (poids devenu stable). Ce paramètre permet de déterminer la quantité de matière.

Le poids des gousses a aussi été pris en considération car important dans l'évaluation du rendement du fait qu'il permet de déterminer la proportion de la coque après quantification du poids de la graine. Il est évalué après récolte et séchage répétitif jusqu'à ce que le poids sec devienne stable.

Le poids des graines est le paramètre le plus considérable de l'évaluation du rendement du niébé. C'est la graine du niébé qui fait le principal intérêt de sa culture. Il est évalué après décorticage ou battage des gousses. Le poids de 100 graines est un paramètre important dans l'estimation du calibre des graines. Il est généralement utilisé pour déterminer la quantité de semences nécessaire pour une parcelle donnée. Il est évalué tout comme le poids de la graine après décorticage ou battage des gousses.





**Figure 8:** Pesage ; a. fanes, b. gousses, c. graines et d. 100 graines

### II.3.4. Analyse de données

Les données ont été saisies à l'aide d'un tableur Excel 2016. Des tableaux statistiques ont été établis, suivis des représentations graphiques et du calcul des paramètres tels que la moyenne et l'écart type. Pour chacun des paramètres étudiés, les analyses de variance (ANOVA) ont été effectuées à l'aide du logiciel STATGRAPHICS Centurion, version 16.1.11. Le logiciel XLSTAT version 2007 a été utilisé pour l'analyse en composantes principales (ACP), la Classification Ascendante Hiérarchisée (CAH). Le test de corrélation de Pearson a été réalisé afin de mettre en évidence le lien existant entre les différents caractères quantitatifs recensés.

## **CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Cycle de production

#### III.1.1. Début et 50% de floraison des plants

Le tableau 5 présente la durée pour la floraison des génotypes de niébé étudiés. Les résultats obtenus montrent que la floraison a commencé par G38(49±2 JAS) sur le site de Guiring et G39 (37±1 JAS) sur le site de Djalingo. Elle a commencé de façon tardive chez les génotypes G24 (63±5 JAS) sur le site de Guiring et G33 (45±1 JAS) sur le site Djalingo. En ce qui concerne la floraison de 50% des plants, elle a été observée en premier chez la variété G45 sur les deux sites de Guiring (54±2 JAS) et Djalingo (45±1 JAS). La variété G18 a été 50% de floraison en dernier sur les deux sites : Guiring (68±4 JAS) et Djalingo (53±4 JAS).

L'analyse de variances de la durée du cycle pour le début de floraison de ces différents génotypes de niébés soumis à l'étude indique une différence significative sur le site de Guiring ( $P<0,0001$ ) et sur le site de Djalingo ( $P<0,001$ ). Les résultats obtenus révèlent une variation de 49 JAS et 63JAS sur le site de Guiring et entre 37 JAS et 45 JAS sur le site de Djalingo. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Peksen et *al* (2013) avec des variétés locales pour lesquelles les variations de 35JAS à 43JAS ont été observées. Cependant ces résultats diffèrent avec le cycle de floraison des variétés de niébé développées en Turquie qui fleurissent entre 45 JAS et 61 JAS. Ces valeurs corroborent les propos de Pandey et *al*. (2006) dans le guide de production du niébé en Afrique de l'ouest. La différence en jours de floraison pourrait être due au caractère variétal, au temps de semis et à l'environnement de croissance.

Pour la floraison de 50% des plants, l'analyse de la variance des différents génotypes de niébé soumis à l'étude montre une différence significative sur les deux sites Guiring ( $P< 0,001$ ) et Djalingo ( $P<0,01$ ). Tout comme le début de floraison, les génotypes révèlent des cycles différents pour la variable floraison de 50% des plants. Dans ce cas le nombre de jours du semis à l'observation de 50% de floraison de ces génotypes se situe entre 54JAS et 68JAS sur le site de Guiring et entre 45JAS et 53JAS sur le site de Djalingo. Ces résultats corroborent ceux de Vural et *al*. (2000) ayant travaillé sur la diversité agronomique des cultivars de niébé en Turquie ayant indiqué des nombres de jours à l'observation de 50% des fleurs variant entre 5 et 9 semaines après semis. Selon Ouédraogo et *al*. (2005), la diversité phénologique des cultivars est liée à l'expression des gènes adaptés aux éléments minéralogiques et à la température du milieu de culture.

**Tableau 5:** Début et 50% de floraison des différents génotypes

Sites Génotypes	Guiring		Djalingo	
	DFI (JAS)	50% FI (JAS)	DFI (JAS)	50% FI (JAS)
V1	50±2,1 <sup>abcd</sup>	59±2,1 <sup>bcdefgh</sup>	42±2,3 <sup>defgh</sup>	50±2,3 <sup>defgh</sup>
V2	50±0,6 <sup>abcd</sup>	59±0,6 <sup>bcdefgh</sup>	42±2,6 <sup>defgh</sup>	51±2,5 <sup>defgh</sup>
V3	51±1,7 <sup>abcde</sup>	59±1,7 <sup>bcdefg</sup>	41±2,5 <sup>abcdef</sup>	48±1,0 <sup>abcde</sup>
V4	50±0,6 <sup>abc</sup>	57±0,6 <sup>abc</sup>	42±0,6 <sup>defgh</sup>	49±0,0 <sup>bcdefg</sup>
V5	52±1,2 <sup>abcdefg</sup>	58±1,2 <sup>abcd</sup>	44±2,6 <sup>fgh</sup>	51±2,5 <sup>defgh</sup>
V6	50±0,6 <sup>abcd</sup>	61±10,2 <sup>bcdefghij</sup>	41±1,5 <sup>abcdef</sup>	48±1,0 <sup>abcde</sup>
V7	54±2,6 <sup>defghgh</sup>	61±2,6 <sup>bcdefghij</sup>	42±2,0 <sup>defgh</sup>	48±1,0 <sup>abcde</sup>
V8	53±0,6 <sup>bcdefgh</sup>	60±0,6 <sup>bcdefghi</sup>	42±0,0 <sup>defgh</sup>	49±1,7 <sup>bcdefg</sup>
V9	51±3,6 <sup>abcde</sup>	59±3,6 <sup>bcdefg</sup>	41±1,0 <sup>bcdef</sup>	48±1,0 <sup>abcde</sup>
V10	50±4,5 <sup>ab</sup>	58±4,5 <sup>abcde</sup>	38±0,6 <sup>ab</sup>	46±1,0 <sup>ab</sup>
V11	52±1,7 <sup>abcdefg</sup>	62±1,7 <sup>cdefghijk</sup>	40±2,6 <sup>abcde</sup>	49±0,6 <sup>abcdef</sup>
V12	54±3,6 <sup>defghgh</sup>	62±3,6 <sup>cdefghijk</sup>	41±3,0 <sup>bcdef</sup>	49±3,0 <sup>bcdefg</sup>
V13	50±0,6 <sup>ab</sup>	59±0,6 <sup>abcdef</sup>	40±1,5 <sup>abcde</sup>	48±1,7 <sup>abcde</sup>
V14	52±3,8 <sup>abcdefg</sup>	58±3,8 <sup>abcde</sup>	41±1,5 <sup>abcdef</sup>	48±1,5 <sup>abcd</sup>
V15	57±3,1 <sup>ghij</sup>	65±3,1 <sup>ijkl</sup>	44±1,7 <sup>fgh</sup>	51±2,0 <sup>defgh</sup>
V16	55±1,7 <sup>fghghi</sup>	62±1,7 <sup>cdefghijk</sup>	41±0,6 <sup>cdefg</sup>	48±0,6 <sup>abcdef</sup>
V17	61±1,5 <sup>jk</sup>	65±1,5 <sup>ijkl</sup>	43±0,0 <sup>efgh</sup>	51±1,5 <sup>defgh</sup>
V18	58±4,5 <sup>hij</sup>	68±4,5 <sup>l</sup>	43±2,1 <sup>efgh</sup>	53±4,6 <sup>h</sup>
V19	50±4,6 <sup>abc</sup>	58±4,6 <sup>abcde</sup>	42±1,5 <sup>defgh</sup>	50±2,0 <sup>cdefgh</sup>
V20	53±2,6 <sup>bcdefgh</sup>	63±2,6 <sup>efghijk</sup>	41±1,0 <sup>bcdef</sup>	48±1,5 <sup>abcd</sup>
V21	56±1,2 <sup>ghghi</sup>	62±1,2 <sup>defghijk</sup>	43±1,0 <sup>efgh</sup>	51±1,5 <sup>defgh</sup>
V22	54±0,0 <sup>cdefghg</sup>	63±0,0 <sup>efghijk</sup>	44±2,6 <sup>fgh</sup>	50±2,3 <sup>defgh</sup>
V23	53±0,6 <sup>bcdefgh</sup>	60±0,6 <sup>bcdefghi</sup>	40±2,6 <sup>abcde</sup>	49±2,3 <sup>bcdefg</sup>
V24	63±5,5 <sup>k</sup>	65±5,5 <sup>ijkl</sup>	43±1,0 <sup>efgh</sup>	50±1,2 <sup>cdefgh</sup>
V25	59±1,5 <sup>ij</sup>	65±1,5 <sup>ijkl</sup>	43±2,5 <sup>efgh</sup>	50±1,7 <sup>cdefgh</sup>
V26	52±1,2 <sup>abcdefg</sup>	62±1,2 <sup>defghijk</sup>	42±1,5 <sup>defgh</sup>	50±1,2 <sup>cdefgh</sup>
V27	53±4,6 <sup>bcdefgh</sup>	64±4,6 <sup>hijkl</sup>	45±3,2 <sup>gh</sup>	52±3,5 <sup>fgh</sup>
V28	55±0,6 <sup>fghghi</sup>	63±0,6 <sup>fghijk</sup>	44±1,7 <sup>fgh</sup>	52±3,5 <sup>gh</sup>
V29	56±0,6 <sup>ghghi</sup>	63±0,6 <sup>efghijk</sup>	44±3,5 <sup>fgh</sup>	49±0,6 <sup>abcdef</sup>
V30	50±3,8 <sup>ab</sup>	59±3,8 <sup>abcdef</sup>	39±2,3 <sup>abcd</sup>	47±2,3 <sup>abc</sup>
V31	52±1,2 <sup>abcdef</sup>	62±1,2 <sup>defghijk</sup>	41±3,5 <sup>cdefg</sup>	50±3,6 <sup>cdefgh</sup>
V32	55±1,7 <sup>fghghi</sup>	63±1,7 <sup>efghijk</sup>	41±2,9 <sup>abcdef</sup>	49±2,5 <sup>bcdefg</sup>
V33	52±0,6 <sup>abcdef</sup>	60±0,6 <sup>bcdefghi</sup>	45±0,6 <sup>gh</sup>	51±2,1 <sup>efgh</sup>
V34	53±1,0 <sup>bcdefgh</sup>	61±1,0 <sup>bcdefghij</sup>	42±4,0 <sup>defgh</sup>	50±3,8 <sup>cdefgh</sup>
V35	53±1,0 <sup>bcdefgh</sup>	61±1,0 <sup>bcdefghij</sup>	42±1,5 <sup>defgh</sup>	49±1,5 <sup>bcdefg</sup>
V36	52±0,6 <sup>abcdefg</sup>	60±0,6 <sup>bcdefghi</sup>	41±1,0 <sup>bcdef</sup>	49±0,0 <sup>bcdefg</sup>
V37	53±1,0 <sup>abcdefg</sup>	63±1,0 <sup>efghijk</sup>	44±2,6 <sup>fgh</sup>	51±2,1 <sup>efgh</sup>
V38	49±2,3 <sup>a</sup>	57±2,3 <sup>ab</sup>	39±1,0 <sup>abcd</sup>	47±1,5 <sup>abc</sup>
V39	50±2,5 <sup>abcd</sup>	58±2,5 <sup>abcde</sup>	37±0,6 <sup>a</sup>	45±1,5 <sup>a</sup>
V40	52±1,5 <sup>abcdefg</sup>	61±1,5 <sup>bcdefghij</sup>	41±1,0 <sup>bcdef</sup>	48±1,0 <sup>abcde</sup>
V41	56±2,3 <sup>hghi</sup>	64±2,3 <sup>ghijkl</sup>	45±1,7 <sup>h</sup>	48±3,6 <sup>abcde</sup>
V42	53±8,1 <sup>bcdefgh</sup>	67±8,1 <sup>kl</sup>	45±1,0 <sup>h</sup>	51±1,5 <sup>defgh</sup>
V43	51±2,9 <sup>abcde</sup>	60±2,9 <sup>bcdefgh</sup>	41±4,6 <sup>abcdef</sup>	49±4,0 <sup>bcdefg</sup>
V44	54±1,2 <sup>efghgh</sup>	64±1,2 <sup>ghijkl</sup>	42±3,1 <sup>defgh</sup>	49±2,9 <sup>bcdefg</sup>
V45	49±1,7 <sup>a</sup>	54±1,7 <sup>a</sup>	38±0,0 <sup>abc</sup>	45±1,2 <sup>a</sup>

*Les valeurs moyennes portant les mêmes lettres suivant les colonnes sont statistiquement homogènes au seuil de probabilité 0,05*

### **III.1.2. Début et 95% de maturation des gousses**

Le tableau 6 présente la durée du cycle de maturité physiologique des gousses. Elle a débuté par le génotype G3 ( $65\pm 1$  JAS) sur le site de Guiring et par G29 ( $55\pm 1$  JAS) sur le site de Djalingo. Elle a commencé de façon tardive chez le génotype G18 sur les deux sites à  $78\pm 3$  JAS (Guiring) et  $62\pm 4$  JAS (Djalingo). Pour la maturité de 95% des gousses elle a été observée en premier chez les génotypes G23 ( $88\pm 4$  JAS) sur le site de Guiring et chez G29 ( $64\pm 2,6$  JAS) sur le site de Djalingo. Elle a été tardive chez les génotypes G18 ( $97\pm 3$  JAS) sur le site de Guiring et G31 ( $72\pm 4$  JAS) sur le site de Djalingo.

L'analyse de variances des dates du début de maturité des gousses de niébé des différents génotypes testés indique une différence significative sur le site de Guiring ( $P < 0,01$ ). Sur le site de Djalingo la différence de la durée du cycle pour le début de maturation des gousses n'est pas significative au seuil de 0,05 ( $P = 0,1029$ ). Les résultats de l'étude avec des variations allant de 65 JAS à 78 JAS sur le site de Guiring et de 55 JAS à 62 JAS sur le site de Djalingo, concordent avec les études menées par Kimou (2013) sur la variabilité morphologique et phénologique de 10 variétés de niébé cultivées en Côte d'Ivoire. Ils ont obtenu une différence de dates de maturation de gousses significative allant de 57 JAS à 93 JAS. L'intervalle de variation faible pourrait s'expliquer par la nature génétique des variétés utilisées mais aussi les facteurs environnementaux qui prévalent. Ces résultats sont également similaires à ceux de Lalsaga et Drabo (2017) portant sur l'évaluation de quinze génotypes de niébé sous conditions pluviales dans le Nord et le Centre Ouest du Burkina Faso.

L'analyse de variances du cycle de maturation de 95% des gousses de ces différents génotypes indique une différence significative au seuil de 0,05 sur le site de Guiring ( $P < 0,05$ ). Sur le site de Djalingo, la différence est également significative ( $P < 0,01$ ). Les résultats variants entre  $88\pm 4$  JAS et  $97\pm 3$  JAS sur le site de Guiring et entre  $64\pm 2,6$  JAS et  $72\pm 4$  JAS sur le site de Djalingo, corroborent les études menées par Gbaguidi et *al* en 2015 en vue de la caractérisation des variétés de niébé cultivées au Bénin. Ces derniers ont mis en exergue une variation du cycle (95% maturité) comprise entre 52 JAS et 93 JAS. Selon ces auteurs les variétés à cycle de maturation inférieur à 60 JAS peuvent être considérées comme très précoces, de 60 JAS à 70 JAS comme précoces, de 71 à 90 comme semi-précoces et supérieur à 90 comme tardives. Ceci dit, nous pouvons déterminer les classes de nos variétés selon ces auteurs. Ils sont également similaires aux travaux effectués par Omokanye et *al.* (2003) sur la maturité des gousses. Ainsi, les variétés qui ont produit précocement les fleurs et les gousses, ont atteint très tôt

la maturité. Aussi, les variétés qui initient tardivement les fleurs et les gousses atteignent tardivement la maturité physiologique.

**Tableau 6:** Début et 95% de maturité des gousses

Sites Génotypes	Guiring		Djalingo	
	DMGs (JAS)	95% MGs (JAS)	DMGs (JAS)	95% MGs (JAS)
V1	72±6,1 <sup>bcdefgh</sup>	93±1,2 <sup>defgh</sup>	57±4,7 <sup>abc</sup>	67±1,2 <sup>abcdefg</sup>
V2	67±2,6 <sup>abc</sup>	94±1,5 <sup>defgh</sup>	61±2,9 <sup>ef</sup>	70±1,5 <sup>fgh</sup>
V3	65±1,0 <sup>a</sup>	93±1,5 <sup>bcdefgh</sup>	60±0,6 <sup>cdef</sup>	67±1,7 <sup>abcdefg</sup>
V4	66±1,2 <sup>abc</sup>	91±1,0 <sup>abcde</sup>	60±2,1 <sup>cdef</sup>	67±2,5 <sup>abcdefg</sup>
V5	69±2,0 <sup>abcdef</sup>	89±0,6 <sup>abc</sup>	58±2,0 <sup>bcd</sup>	65±2,0 <sup>abc</sup>
V6	70±2,6 <sup>abcdef</sup>	91±2,0 <sup>abcde</sup>	60±0,6 <sup>cdef</sup>	69±2,3 <sup>defg</sup>
V7	74±2,1 <sup>defgh</sup>	94±1,5 <sup>defgh</sup>	58±0,6 <sup>abcd</sup>	66±0,0 <sup>abcde</sup>
V8	66±0,0 <sup>abc</sup>	94±2,0 <sup>defgh</sup>	58±0,0 <sup>bcd</sup>	67±0,6 <sup>abcdefg</sup>
V9	66±2,6 <sup>abc</sup>	92±1,2 <sup>abcdefg</sup>	60±0,6 <sup>cdef</sup>	67±2,5 <sup>abcdefg</sup>
V10	66±1,5 <sup>ab</sup>	91±3,8 <sup>abcdef</sup>	58±1,0 <sup>bcd</sup>	69±2,3 <sup>defg</sup>
V11	68±3,0 <sup>abcde</sup>	94±0,6 <sup>defgh</sup>	60±2,1 <sup>cdef</sup>	70±0,6 <sup>fgh</sup>
V12	67±2,0 <sup>abc</sup>	92±5,5 <sup>abcdefg</sup>	58±0,0 <sup>bcd</sup>	69±1,7 <sup>efgh</sup>
V13	66±2,3 <sup>abc</sup>	91±2,3 <sup>abcde</sup>	59±0,6 <sup>bcde</sup>	67±1,5 <sup>abcdefg</sup>
V14	67±2,1 <sup>abc</sup>	93±1,2 <sup>bcdefgh</sup>	58±0,6 <sup>abcd</sup>	65±1,2 <sup>abcd</sup>
V15	70±2,3 <sup>abcdefg</sup>	91±6,6 <sup>abcde</sup>	59±1,7 <sup>bcde</sup>	66±3,2 <sup>abcdef</sup>
V16	75±3,5 <sup>fgh</sup>	93±1,5 <sup>abcde</sup>	60±2,1 <sup>cdef</sup>	70±0,6 <sup>fgh</sup>
V17	75±7,6 <sup>fgh</sup>	94±0,6 <sup>efgh</sup>	59±1,0 <sup>bcde</sup>	68±1,0 <sup>bcdefg</sup>
V18	78±3,0 <sup>h</sup>	97±2,5 <sup>h</sup>	62±4,9 <sup>f</sup>	70±4,6 <sup>gh</sup>
V19	67±1,5 <sup>abc</sup>	90±3,5 <sup>abcde</sup>	59±3,0 <sup>bcde</sup>	70±0,6 <sup>fgh</sup>
V20	70±5,1 <sup>abcdefg</sup>	92±2,0 <sup>abcdefg</sup>	59±1,2 <sup>bcde</sup>	69±0,6 <sup>efgh</sup>
V21	71±3,2 <sup>abcdefg</sup>	91±2,5 <sup>abcde</sup>	59±1,5 <sup>cdef</sup>	68±1,5 <sup>cdefg</sup>
V22	68±3,0 <sup>abcde</sup>	93±1,0 <sup>cdefgh</sup>	58±1,5 <sup>bcde</sup>	67±1,0 <sup>abcdefg</sup>
V23	67±2,0 <sup>abc</sup>	88±4,0 <sup>a</sup>	58±0,0 <sup>bcd</sup>	67±1,2 <sup>abcdefg</sup>
V24	75±7,5 <sup>fgh</sup>	96±2,1 <sup>fgh</sup>	58±2,1 <sup>abcd</sup>	69±3,8 <sup>efgh</sup>
V25	77±0,6 <sup>gh</sup>	93±0,6 <sup>bcdefgh</sup>	60±1,7 <sup>cdef</sup>	69±2,3 <sup>defg</sup>
V26	66±1,7 <sup>abc</sup>	93±2,5 <sup>bcdefgh</sup>	60±0,6 <sup>cdef</sup>	70±1,0 <sup>gh</sup>
V27	68±3,6 <sup>abcde</sup>	92±1,0 <sup>abcdefg</sup>	59±0,6 <sup>cdef</sup>	67±3,2 <sup>abcdefg</sup>
V28	68±3,1 <sup>abcdef</sup>	91±4,2 <sup>abcde</sup>	60±2,5 <sup>cdef</sup>	69±1,2 <sup>defg</sup>
V29	71±8,1 <sup>abcdefg</sup>	94±0,6 <sup>efgh</sup>	59±1,7 <sup>bcde</sup>	68±1,0 <sup>bcdefg</sup>
V30	68±4,0 <sup>abcd</sup>	91±3,2 <sup>abcde</sup>	59±0,6 <sup>cdef</sup>	64±4,0 <sup>a</sup>
V31	66±3,2 <sup>abc</sup>	92±1,2 <sup>abcdefg</sup>	61±1,5 <sup>def</sup>	72±3,5 <sup>h</sup>
V32	70±1,2 <sup>abcdef</sup>	93±3,0 <sup>cdefgh</sup>	59±0,6 <sup>bcde</sup>	66±1,2 <sup>abcdef</sup>
V33	70±1,7 <sup>abcdef</sup>	90±2,3 <sup>abcd</sup>	58±2,9 <sup>bcde</sup>	65±3,2 <sup>ab</sup>
V34	74±6,8 <sup>efgh</sup>	93±1,7 <sup>cdefgh</sup>	59±2,5 <sup>cdef</sup>	66±2,6 <sup>abcde</sup>
V35	69±3,2 <sup>abcdef</sup>	92±1,5 <sup>abcdefg</sup>	59±0,6 <sup>cdef</sup>	70±1,5 <sup>fgh</sup>
V36	69±1,5 <sup>abcdef</sup>	91±0,6 <sup>abcdef</sup>	59±2,3 <sup>cdef</sup>	67±3,1 <sup>abcdefg</sup>
V37	75±1,5 <sup>fgh</sup>	94±2,0 <sup>defgh</sup>	59±1,0 <sup>bcde</sup>	66±2,3 <sup>abcdef</sup>
V38	66±0,6 <sup>ab</sup>	90±4,9 <sup>abcd</sup>	57±3,8 <sup>abc</sup>	65±4,0 <sup>ab</sup>
V39	67±2,3 <sup>abcd</sup>	91±2,6 <sup>abcde</sup>	55±0,6 <sup>a</sup>	64±2,6 <sup>a</sup>
V40	72±7,0 <sup>cdefgh</sup>	96±1,0 <sup>gh</sup>	59±0,6 <sup>bcde</sup>	66±0,6 <sup>abcdef</sup>
V41	71±13,0 <sup>abcdefg</sup>	97±0,6 <sup>h</sup>	58±1,5 <sup>bcde</sup>	66±3,2 <sup>abcdef</sup>
V42	74±4,7 <sup>efgh</sup>	90±4,0 <sup>abcd</sup>	59±1,5 <sup>bcde</sup>	67±3,1 <sup>abcdefg</sup>
V43	66±1,7 <sup>abc</sup>	91±6,4 <sup>abcdef</sup>	58±2,1 <sup>bcde</sup>	65±0,6 <sup>abcd</sup>
V44	72±1,2 <sup>cdefgh</sup>	93±2,1 <sup>bcdefgh</sup>	59±1,5 <sup>cdef</sup>	66±0,0 <sup>abj=cde</sup>
V45	69±2,5 <sup>abcdef</sup>	88±4,0 <sup>ab</sup>	56±1,7 <sup>ab</sup>	67±2,1 <sup>abcdefg</sup>

## III.2. Le rendement

### III.2.1. Les taux de levée et de survie des plants

Le Tableau 7 présente les valeurs des taux de levée et de survie des génotypes de l'étude. Les taux de levée sont plus élevés chez les génotypes G34 ( $87\pm 8,8\%$ ) et G37 ( $83\pm 15,0\%$ ) G32 respectifs de Guiring et Djalingo. Ils sont faibles chez les génotypes IT19K-19-2-2 ( $54\pm 22,7\%$ ) et G32 ( $32\pm 10,0\%$ ). Pour ce qui est du taux de survie les plus élevés ont aussi été enregistrés chez les génotypes G34 ( $86\pm 10,2\%$ ) et G37 ( $81\pm 17,1\%$ ) tandis que les valeurs faibles chez G24 ( $49\pm 17,1\%$ ) et G31 ( $31\pm 10,9\%$ ) pour les sites de Guiring et Djalingo.

L'analyse de la variance du taux de plants de niébé levées sur le site de Guiring montre une différence non significative entre les génotypes au seuil de 0,05 ( $P= 0,1502$ ). La différence est également non significative entre les génotypes au seuil de 0,05 sur le site de Djalingo ( $P= 0,0833$ ). Les résultats ont présenté des variations allant de  $54\pm 22,7\%$  à  $87\pm 8,8\%$  sur le site de Guiring et de  $49\pm 17,1\%$  à  $86\pm 10,2\%$  sur le site de Djalingo concordent avec ceux obtenus par Djilé et *al.* (2016) en vue de déterminer la diversité agro-génétique des cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) à l'Extrême-nord du Cameroun variant entre 51,22 % et 65,90 %. C'est dans le même sillage que des résultats d'études menées par Ali et *al.*, (2005) au Niger sur les performances agronomiques de huit variétés de niébé à double usage. La différence non significative pourrait s'expliquer par la diversité génétique et la qualité des semences.

L'analyse de variances du taux de survie des plants à la récolte indique une différence non significative entre les génotypes de niébé au seuil de 0,05 sur le site de Guiring ( $P=0,0872$ ). Celui de Djalingo présente également une différence non significative au seuil de 0,05 ( $P= 0,1334$ ). Les résultats du taux de survie allant de  $86\pm 10,2$  et  $49\pm 17,1$  pour le site de Guiring et entre  $81\pm 17,1$  et  $31\pm 10,9$  pour le site de Djalingo sont similaires à ceux issus des travaux menés par Acha et Malika (2017) sur l'effet du prétraitement des graines sur la germination, la croissance et le développement de *Vigna unguiculatan* (L) Walpers soumis au stress salin en Algérie. Ils ont montré des résultats du taux de survie variant entre 71, 69% chez le témoin ayant le plus faible taux et 72,4% pour le traitement au NaCl. Ces résultats corroborent nos travaux avec. La différence non significative entre ces génotypes remarquable au niveau des variétés pourrait être dû aux conditions environnementales tout comme au niveau du taux de levée à la qualité des semences.



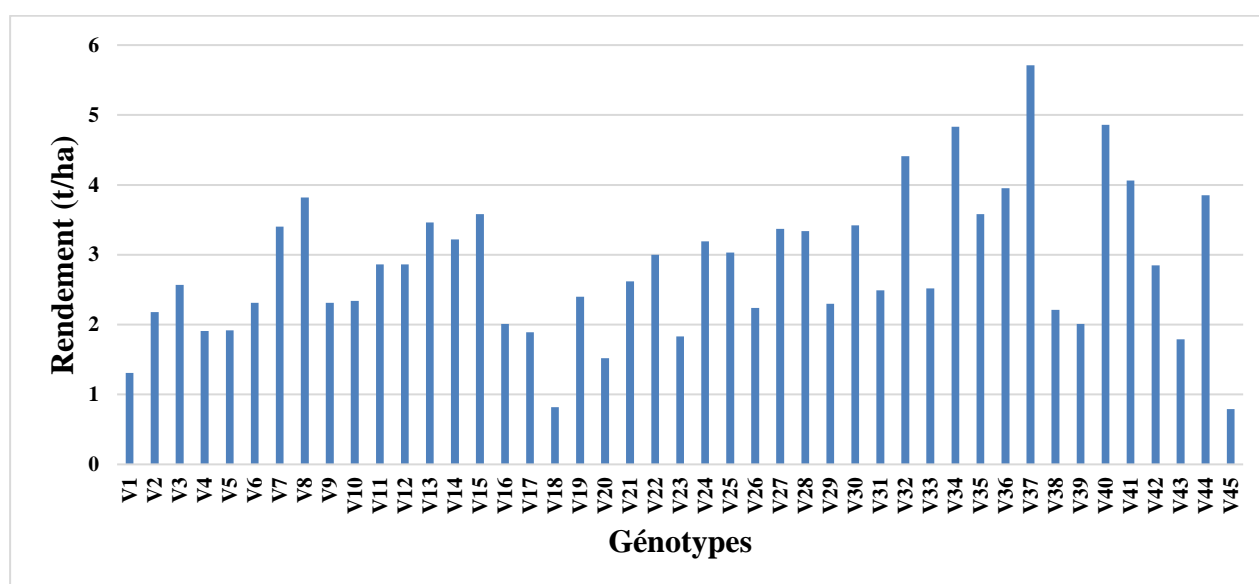
**Tableau 7:** Taux de levée et de survie des génotypes

Variétés	Guiring		Djalingo	
	TL (%)	TS (%)	TL (%)	TS (%)
V1	76±5,8 <sup>cdefg</sup>	72±2,9 <sup>cdefgh</sup>	68±16,5 <sup>bcdef</sup>	67±14,5 <sup>bcdef</sup>
V2	67±2,3 <sup>abcdefg</sup>	62±7,7 <sup>abcde</sup>	64±31,9 <sup>bcdef</sup>	64±31,9 <sup>bcdef</sup>
V3	68±13 <sup>abcdefg</sup>	64±14,9 <sup>abcdefg</sup>	73±17,6 <sup>cdef</sup>	69±21,0 <sup>bcdef</sup>
V4	73±5,1 <sup>abcdefg</sup>	70±1,5 <sup>cdefgh</sup>	79±4,2 <sup>ef</sup>	79±4,2 <sup>ef</sup>
V5	72±5,8 <sup>abcdefg</sup>	68±4,8 <sup>abcdefgh</sup>	74±14,2 <sup>cdef</sup>	73±15,5 <sup>cdef</sup>
V6	76±9,2 <sup>cdefg</sup>	70±11,6 <sup>cdefgh</sup>	68±13,2 <sup>bcdef</sup>	67±12,1 <sup>bcdef</sup>
V7	83±20,6 <sup>efg</sup>	78±19,2 <sup>defgh</sup>	54±20,0 <sup>abcd</sup>	54±20,0 <sup>bcd</sup>
V8	82±4,4 <sup>efg</sup>	74±7,5 <sup>cdefgh</sup>	74±8,4 <sup>cdef</sup>	72±9,6 <sup>cdef</sup>
V9	78±11,5 <sup>cdefg</sup>	73±6,0 <sup>cdefgh</sup>	72±3,4 <sup>cdef</sup>	69±4,8 <sup>bcdef</sup>
V10	69±18,4 <sup>abcdefg</sup>	64±16,8 <sup>abcdef</sup>	77±5,8 <sup>def</sup>	71±4,2 <sup>bcdef</sup>
V11	71±11,4 <sup>abcdefg</sup>	69±12,7 <sup>bcdefgh</sup>	77±10,9 <sup>def</sup>	77±9,3 <sup>def</sup>
V12	77±1,7 <sup>cdefg</sup>	69±1,0 <sup>cdefgh</sup>	61±3,8 <sup>bcdef</sup>	61±3,7 <sup>bcdef</sup>
V13	64±7,5 <sup>abcde</sup>	61±5,1 <sup>abcde</sup>	73±13,4 <sup>cdef</sup>	72±14,2 <sup>cdef</sup>
V14	72±8,8 <sup>abcdefg</sup>	69±9,8 <sup>cdefgh</sup>	77±6,0 <sup>def</sup>	74±3,5 <sup>cdef</sup>
V15	73±14,5 <sup>abcdefg</sup>	67±10,4 <sup>abcdefgh</sup>	59±26,4 <sup>bcde</sup>	61±16,0 <sup>bcdef</sup>
V16	77±8,6 <sup>cdefg</sup>	71±11,1 <sup>cdefgh</sup>	54±12,7 <sup>abcd</sup>	54±12,7 <sup>bcd</sup>
V17	69±19,0 <sup>abcdefg</sup>	64±13,3 <sup>abcdefg</sup>	78±4,2 <sup>def</sup>	75±1,7 <sup>def</sup>
V18	68±11,1 <sup>abcdefg</sup>	64±9,2 <sup>abcdef</sup>	64±12,3 <sup>bcdef</sup>	63±12,0 <sup>bcdef</sup>
V19	69±13,6 <sup>abcdefg</sup>	67±15,7 <sup>abcdefgh</sup>	69±19,4 <sup>bcdef</sup>	67±17,7 <sup>bcdef</sup>
V20	80±2,9 <sup>cdefg</sup>	72±5,8 <sup>cdefgh</sup>	78±10,7 <sup>def</sup>	77±9,8 <sup>def</sup>
V21	62±20,2 <sup>abc</sup>	58±20,1 <sup>abc</sup>	61±15,1 <sup>bcdef</sup>	57±16,9 <sup>bcde</sup>
V22	82±2,5 <sup>efg</sup>	78±4,4 <sup>efgh</sup>	69±17,3 <sup>bcdef</sup>	68±16,9 <sup>bcdef</sup>
V23	84±10,7 <sup>fg</sup>	76±12,1 <sup>cdefgh</sup>	76±1,0 <sup>def</sup>	71±4,2 <sup>bcdef</sup>
V24	55±16,1 <sup>ab</sup>	49±17,1 <sup>a</sup>	47±37,5 <sup>ab</sup>	47±37,5 <sup>ab</sup>
V25	61±12,7 <sup>abc</sup>	59±11,6 <sup>abc</sup>	63±22,6 <sup>bcdef</sup>	61±21,1 <sup>bcdef</sup>
V26	80±16,7 <sup>cdef</sup>	78±13,2 <sup>efgh</sup>	67±5,0 <sup>bcdef</sup>	67±5,0 <sup>bcdef</sup>
V27	83±2,9 <sup>efg</sup>	83±7,3 <sup>gh</sup>	70±6,0 <sup>bcdef</sup>	69±7,9 <sup>bcdef</sup>
V28	74±9,2 <sup>bcdefg</sup>	69±5,9 <sup>cdefgh</sup>	52±15,3 <sup>abc</sup>	51±14,4 <sup>abc</sup>
V29	74±12,3 <sup>cdefg</sup>	69±10,9 <sup>cdefgh</sup>	72±6,0 <sup>cdef</sup>	68±4,4 <sup>bcdef</sup>
V30	67±14,4 <sup>abcdef</sup>	63±13,7 <sup>abcdef</sup>	52±11,5 <sup>abc</sup>	51±12,5 <sup>abc</sup>
V31	67±13,6 <sup>abcdef</sup>	61±18,1 <sup>abcde</sup>	32±10,0 <sup>a</sup>	31±10,9 <sup>a</sup>
V32	54±22,7 <sup>a</sup>	50±24,1 <sup>ab</sup>	56±14,0 <sup>bcde</sup>	53±16,1 <sup>abcd</sup>
V33	84±16,0 <sup>fg</sup>	79±11,7 <sup>efgh</sup>	77±23,4 <sup>def</sup>	73±22,5 <sup>cdef</sup>
V34	87±8,8 <sup>g</sup>	86±10,2 <sup>h</sup>	73±20,8 <sup>cdef</sup>	71±20,9 <sup>bcdef</sup>
V35	77±10,0 <sup>cdefg</sup>	72±9,2 <sup>cdefgh</sup>	78±9,2 <sup>def</sup>	76±6,4 <sup>def</sup>
V36	80±14,4 <sup>cdefg</sup>	75±11,5 <sup>cdefgh</sup>	71±8,2 <sup>bcdef</sup>	71±8,2 <sup>bcdef</sup>
V37	75±2,9 <sup>cdefg</sup>	72±4,3 <sup>cdefgh</sup>	83±15,1 <sup>f</sup>	81±17,1 <sup>f</sup>
V38	68±5,0 <sup>abcdefg</sup>	62±7,9 <sup>abcde</sup>	68±5,1 <sup>bcdef</sup>	65±2,9 <sup>bcdef</sup>
V39	70±10,2 <sup>abcdefg</sup>	62±9,6 <sup>abcde</sup>	73±16,5 <sup>cdef</sup>	71±18,3 <sup>bcdef</sup>
V40	70±9,3 <sup>abcdefg</sup>	72±15,9 <sup>cdefgh</sup>	71±8,6 <sup>bcdef</sup>	60±19,7 <sup>bcdef</sup>
V41	75±13,7 <sup>cdefg</sup>	72±11,8 <sup>cdefgh</sup>	77±14,9 <sup>def</sup>	77±15,9 <sup>def</sup>
V42	78±7,3 <sup>cdefg</sup>	76±6,9 <sup>cdefgh</sup>	65±1,7 <sup>bcdef</sup>	63±4,2 <sup>bcdef</sup>
V43	81±8,7 <sup>defg</sup>	78±8,8 <sup>efgh</sup>	67±8,7 <sup>bcdef</sup>	59±10,0 <sup>bcdef</sup>
V44	87±7,3 <sup>g</sup>	82±6,8 <sup>fgh</sup>	78±8,8 <sup>ef</sup>	77±9,8 <sup>def</sup>
V45	62±15,0 <sup>abcd</sup>	59±15,5 <sup>abcd</sup>	69±3,5 <sup>bcdef</sup>	69±3,5 <sup>bcdef</sup>

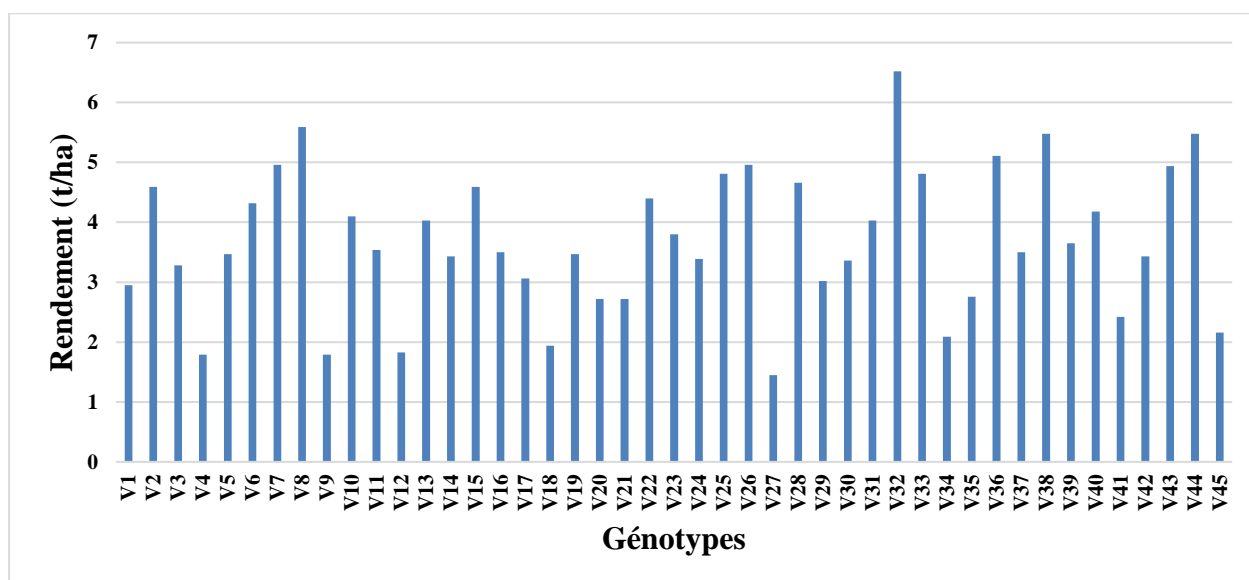
### III.2.2. Le rendement en fanes sèches

Les figures 10 et 11 présentent le rendement en fanes sèches des génotypes de l'étude. Le rendement en fanes sèches le plus élevé a été enregistré chez les variétés G37 ( $5,8 \pm 1$  t/ha) sur le site de Guiring et G33 ( $6,5 \pm 1,8$  t/ha) sur le site de Djalingo. Le rendement le plus bas a été enregistré chez la variété G45 ( $0,8 \pm 0,3$  t/ha) sur le site de Guiring et G27 ( $1,5 \pm 0,4$  t/ha) sur le site de Djalingo.

L'analyse de variances du rendement en fanes sèches indique une différence significative entre les génotypes sur le site de Guiring ( $P < 0,01$ ). Sur le site de Djalingo la différence n'est pas significative au seuil de 0,05 entre les différents génotypes ( $P = 0,1103$ ). Les résultats de l'étude variant entre 0,8 t/ha et 5,8 t/ha sur le site de Guiring et entre 0,8 t/ha et 6,6 t/ha sur le site de Djalingo corroborent ceux obtenus par Obulbiga et al en 2015 sur l'amélioration de l'offre fourragère avec l'association culturale céréale légumineuse à double usage en zone nord soudanienne du Burkina Faso. Les résultats de leurs études ont révélé un rendement en fanes de niébé en culture pure variant entre 1,8 t/ha et 0,9 t/ha. La différence au niveau de la valeur haute pourrait s'expliquer par la qualité génétique de nos variétés pour la production de la biomasse.



**Figure 9:** Rendement en fanes sèches des différents génotypes (site de Guiring)

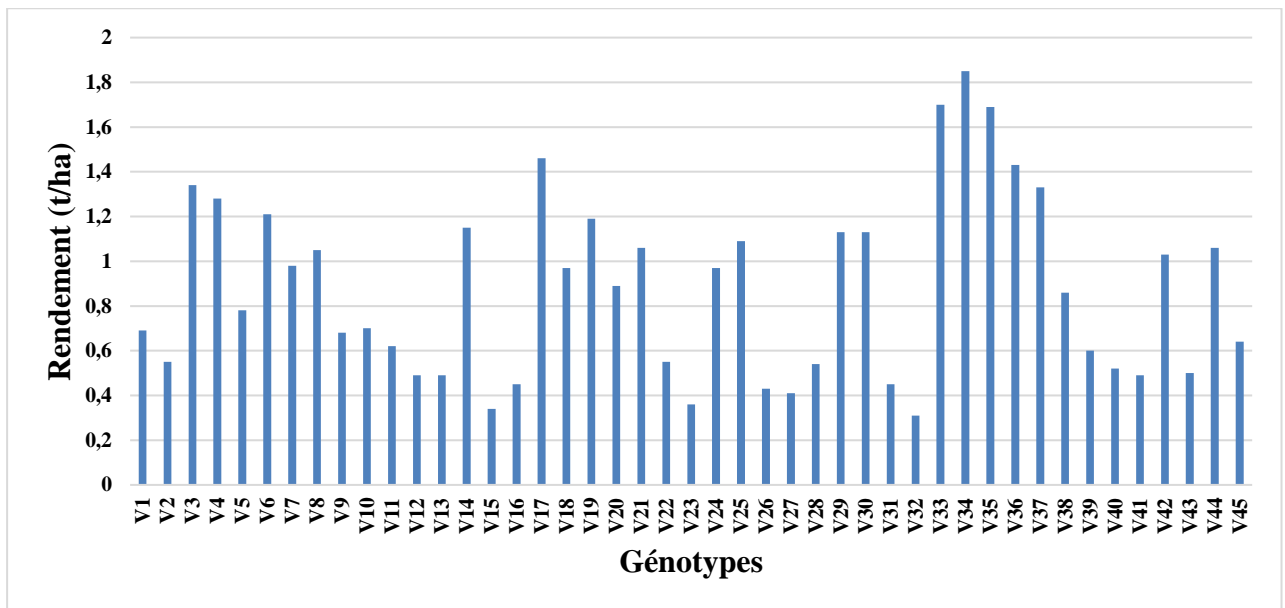


**Figure 10:** Rendement en fanes sèches des génotypes (site de Djalingo)

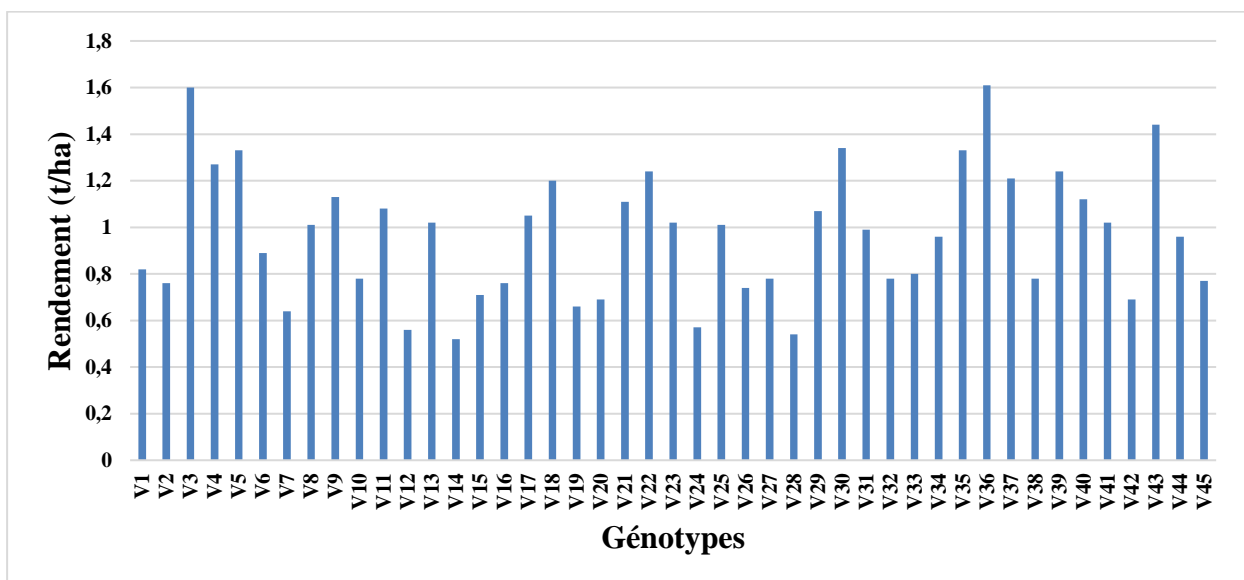
### III.2.3. Le rendement en gousses sèches

Les figures 12 et 13 présentent le rendement en gousses sèches des génotypes de l'étude. Les valeurs du rendement en gousses sèches les plus élevés sont obtenues chez les génotypes G34 ( $1,9 \pm 0,5$ t/ha) sur le site de Guiring et chez G36 ( $1,6 \pm 0,4$ t/ha) sur le site de Djalingo. Les plus faibles sont obtenus chez les génotypes G32 ( $0,3 \pm 0,2$ t/ha) sur le site de Guiring et chez G14 ( $0,5 \pm 0,1$ t/ha) sur le site de Djalingo.

L'analyse de variances du rendement en gousses sèches indique sur le site de Guiring une différence significative entre les différents génotypes ( $P < 0,001$ ). Sur le site de Djalingo de son côté la différence n'est pas significative au seuil de 0,05 entre les différents génotypes ( $P = 0,2104$ ). Les résultats de la présente étude dont les valeurs du rendement en gousses varie de 0,3t/ha à 1,9t/ha sur le site de Guiring et de 0,5t/ha à 1,6t/ha sur le site de Djalingo corroborant ceux menés en Côte d'Ivoire par Kouamé et *al* (2020) sur l'évaluation des effets de la zone de culture et de la densité de semis sur les paramètres agronomiques de trois variétés de niébé. Ils ont obtenu des variations moyennes comprises entre 0,52t/ha et 0,55t/ha pour les sites, de 0,48t/ha et 0,6t/ha entre les variétés et de 0,32t/ha et 0,77t/ha pour les écartements. La différence observée entre les valeurs hautes pourrait s'expliquer par la diversité génétique, le système cultural et les conditions environnementales.



**Figure 11:** Rendement en gosses sèches des génotypes (site de Guiring)

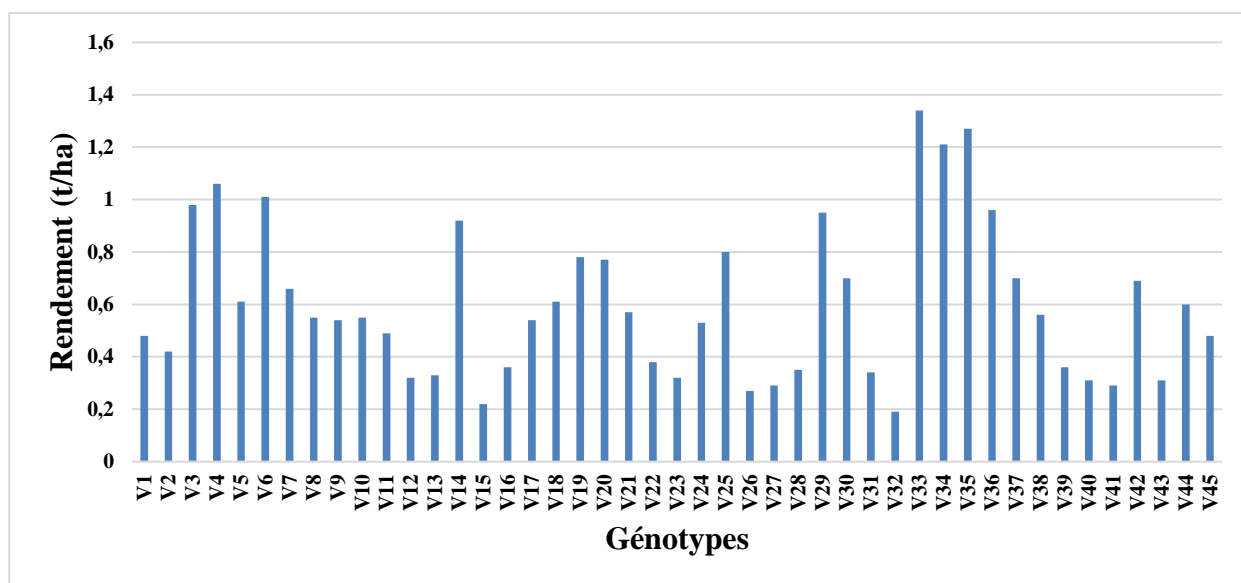


**Figure 12:** Rendement en gosses sèches des génotypes (site de Djalingo)

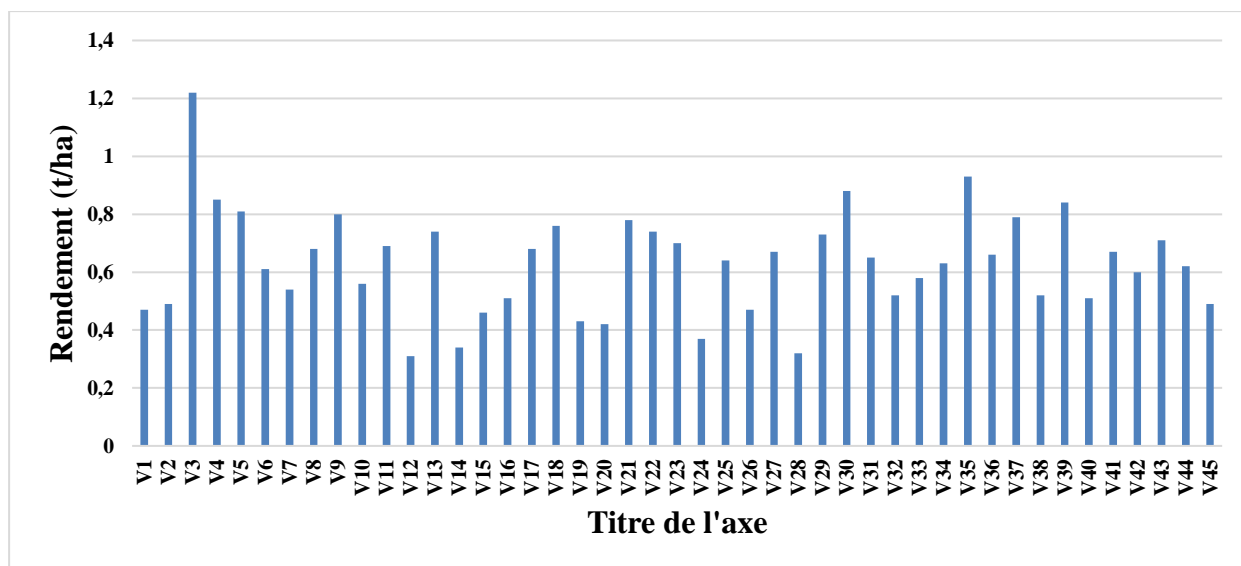
### III.2.4. Le rendement en graines

Les figures 14 et 15 présentent le rendement en graine des génotypes de l'étude. Les valeurs hautes du rendement en graines ont été enregistrées chez les génotypes G33 ( $1,4 \pm 0,8$  t/ha) sur le site de Guiring et G3 ( $1,2 \pm 0,6$  t/ha) sur le site de Djalingo. Les valeurs basses quant à elles ont été enregistrées chez les génotypes G32 ( $0,2 \pm 0,1$  t/ha) sur le site de Guiring et G12 ( $0,3 \pm 0,2$  t/ha) sur le site de Djalingo.

L'analyse de variances du poids des graines indique une différence entre les génotypes sur le site de Guiring ( $P < 0,001$ ). Sur le site de Djalingo, la différence est non significative au seuil de 0,05 entre les différents génotypes pour ce paramètre ( $P = 0,2773$ ). Les résultats de l'étude variant entre 0,2t/ha et 1,4t/ha sur le site de Guiring, et entre 0,3t/ha et 1,2t/ha sur le site de Djalingo corroborent les travaux menés par Lalsaga et Drabo en 2015 sur l'évaluation de 15 génotypes de niébé au Burkina Faso. Leurs résultats ont mis en exergue une variation de rendement en graines allant de 0,03t/ha à 1,4t/ha. La différence observée pourrait être due aux caractères propres à nos génotypes.



**Figure 13:** Rendement en graines des différents génotypes (site de Guiring)



**Figure 14:** Rendement en graines des différents génotypes (site de Djalingo)

### III.2.5. Le poids de 100 graines

Le tableau 8 présente le poids de 100grines de niébé des génotypes de l'étude. Les valeurs du poids de 100 graines des différents génotypes de niébé ont été élevées pour G7 ( $23,80\pm 0,91g$ ) sur le site de Guiring et G29 ( $19,30\pm 0,19g$ ) sur le site de Djalingo. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées chez les variétés G40 ( $9,80\pm 1,06g$ ) sur le site de Guiring et G22 ( $12\pm 0,94g$ ) sur le site de Djalingo.

L'analyse de la variance du poids de 100graines des différents génotypes de niébé soumis à l'étude indique une différence significative sur le site de Guiring ( $P < 0,0001$ ). Sur le site de Djalingo, la différence n'est pas significative au seuil de 0,05 entre les différents génotypes ( $P = 0,5509$ ). Les résultats de l'étude variant entre 9,80g et 23,8 sur le site de Guiring et entre 12g et 19,3g sur le site de Djalingo corroborent ceux obtenus par Lalsaga et al en 2015 sur l'évaluation de 15 génotypes de niébé au Burkina Faso. Elles ont également pris en considération l'évaluation du calibre et la densité à travers le poids de 100graines. A l'issue de ces travaux, le poids varie entre 15g et 20g à Pobe et entre 16g et 20g à Saria. La différence observée pourrait être due à au caractère variétal tout comme les conditions du milieu physique.

**Tableau 8:** Poids de 100 graines des génotypes

Sites	Guiring	Djalingo
Variétés	P100 Gr (g)	P100 Gr (g)
V1	13,79±1,21 cdefgh	13,82±3,02 abcd
V2	13,91±1,13 cdefghi	17,37±2,31 cdef
V3	16,06±1,41 ghijklm	15,87±2,01 abcdef
V4	17,78±0,92 mnopq	14,80±3,44 abcdef
V5	16,72±1,91 jklmno	14,03±1,02 abcde
V6	16,16±0,69 hijklm	17,69±2,83 cdef
V7	23,80±0,91 s	16,81±2,22 bcdef
V8	14,85±0,06 efghijk	15,71±3,57 abcdef
V9	17,13±1,47 klmnop	16,92±6,88 bcdef
V10	13,62±0,72 cdefg	14,16±3,25 abcde
V11	17,42±1,53 lmnop	15,54±2,93 abcdef
V12	12,05±0,26 abc	13,08±0,17 abc
V13	12,83±1,40 cdef	14,30±3,92 abcde
V14	20,45±0,78 r	13,87±1,69 abcde
V15	13,35±0,65 cdefg	16,97±3,50 bcdef
V16	16,96±1,80 klmno	14,27±2,80 abcde
V17	18,06±1,50 mnopq	14,14±2,68 abcde
V18	16,99±1,03 klmno	16,70±1,37 abcdef
V19	20,50±1,04 r	18,56±0,88 ef
V20	19,77±0,87 qr	15,04±4,15 abcdef
V21	14,96±3,25 fghijk	15,06±1,68 abcdef
V22	12,26±1,23 bcd	12,00±0,94 a
V23	10,23±0,33 ab	14,87±4,44 abcdef
V24	15,37±0,20 fghijkl	14,90±2,83 abcdef
V25	14,43±0,57 defghij	15,96±0,67 abcdef
V26	18,55±1,49 nopqr	17,91±5,69 def
V27	14,20±4,39 cdefghi	18,06±4,25 def
V28	13,82±2,63 cdefgh	14,10±0,41 abcde
V29	18,75±0,69 nopqr	19,30±0,19 f
V30	17,95±1,57 mnopq	16,19±2,68 abcdef
V31	18,96±1,39 opqr	13,34±1,93 abcd
V32	15,15±3,04 fghijkl	16,48±4,05 abcdef
V33	13,43±0,75 cdefg	14,35±0,46 abcde
V34	12,68±1,03 cdef	13,71±2,14 abcd
V35	13,85±0,90 cdefghi	15,43±2,26 abcdef
V36	12,28±0,13 bcd	15,51±4,33 abcdef
V37	12,22±1,34 bcd	13,68±1,17 abcd
V38	19,31±1,55 pqr	17,51±2,73 cdef
V39	12,82±0,77 cdef	15,94±0,60 abcdef
V40	9,80±1,06 a	15,62±4,50 abcdef
V41	13,53±0,38 cdefg	16,43±3,10 abcdef
V42	16,49±0,69 ijklmn	17,07±1,11 bcdef
V43	12,55±0,47 cde	12,54±0,47 ab
V44	14,04±0,27 cdefghi	14,98±1,86 abcdef
V45	12,37±0,56 bcd	14,59±3,26 abcdef

### III.3. Relation entre les paramètres

Les tableaux 9 et 10 présentent des matrices de corrélation (corrélation de Pearson) décrivant les relations existantes entre les différentes variables étudiées sur les deux sites de Guiring et de Djalingo.

Sur le site de Guiring, l'analyse de cette matrice indique une forte corrélation positive entre les taux de levée et de survie ( $r=0,977$ ). De même, les paramètres de la durée du cycle sont fortement corrélés entre eux comme par exemple le début de floraison et la floraison de 50% des plants ( $r=0,736$ ). La corrélation est également très positive entre les paramètres de rendement tels que le rendement en gousses sèches et le rendement en graines ( $r= 0,76$ ). La corrélation est considérablement négative entre les paramètres de la durée du cycle et ceux du rendement. Ce qui est le cas de la maturation de 95% des gousses avec le taux de plantes levée ( $r= -0,341$ ), mais aussi entre la date de maturation de 95% et le rendement en gousses sèches ( $r= -0,232$ ).

En ce qui concerne le site de Djalingo, ces corrélations sont aussi fortement positives entre les taux de levée et de survie ( $r=0,967$ ), tout comme la durée du cycle avec le début de floraison et la floraison de 50% des plants ( $r=0,781$ ) mais aussi entre le rendement en gousses sèches et le rendement en graines ( $r=0,919$ ). La corrélation est aussi fortement négative entre les paramètres de la durée du cycle et ceux du rendement comme le taux de survie des plants et le début de floraison ( $r= -0,197$ ) mais aussi entre le rendement en graines et la floraison de 50% des plantes ( $r= -0,156$ ).

Ces résultats corroborent ceux de Gbaguidi et *al.* (2015) ayant mené des études sur la caractérisation agro morphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin, leurs résultats révèlent des corrélations positives et hautement significatives entre le temps de floraison et le temps de maturation ( $r =0,77$ ), entre le nombre de gousses et le poids de 100 graines ( $r = 0,99$ ) ; d'où la similarité avec nos résultats. La corrélation significativement négative entre le rendement et la précocité est due au fait qu'ils varient en sens contraire. Les tableaux 11 et 12 suivants présentent les relations entre les différents paramètres.



**Tableau 9:** Corrélation entre les différents paramètres (site de Guiring)

Variables	TL (%)	TS (%)	DFI (JAS)	50%FI (JAS)	DMGs (JAS)	95% MGs (JAS)	RFS (t/ha)	RGsS (t/ha)	PGr (t/ha)	P100 Gr (g)
TL (%)	<b>1</b>									
TS (%)	0,977	<b>1</b>								
DFI (JAS)	-0,018	0,027	<b>1</b>							
50%FI (JAS)	-0,029	0,005	0,736	<b>1</b>						
DMGs (JAS)	-0,211	-0,180	0,367	0,494	<b>1</b>					
95% MGs (JAS)	-0,341	-0,298	0,096	0,300	0,573	<b>1</b>				
RFS (t/ha)	-0,185	-0,220	-0,109	-0,209	-0,048	-0,194	<b>1</b>			
RGsS (t/ha)	0,282	0,244	-0,045	0,024	0,106	-0,232	-0,058	<b>1</b>		
RGr (t/ha)	0,299	0,271	-0,012	-0,008	0,170	-0,197	-0,204	0,760	<b>1</b>	
P100 Gr (g)	-0,012	0,017	0,074	-0,087	0,206	0,077	0,045	-0,159	0,022	<b>1</b>

*TL : Taux de levée, TS : Taux de survie, DFI : Début de floraison, 50% FI: 50% de floraison, RFS : Rendement en fanes sèches, RGsS : Rendement en gousses sèches, RGr : Rendement en Graines, P100 Gr : Poids de 100 graines, % : en pourcentage, JAS : en jours après semis, t/ha : en tonne à l'hectare.*

**Tableau 10:** Corrélation entre les différents paramètres (site de Djalingo)

Variables	TL (%)	TS (%)	DFI (JAS)	50% FI (JAS)	DMGs (JAS)	95% MGs (JAS)	RFS (t/ha)	RGsS (t/ha)	RGrS (t/ha)	P100 Gr(g)
TL (%)	<b>1</b>									
TS (%)	0,967	<b>1</b>								
DFI (JAS)	-0,182	-0,197	<b>1</b>							
50% FI (JAS)	0,054	0,067	0,781	<b>1</b>						
DMGs (JAS)	-0,051	-0,008	0,671	0,655	<b>1</b>					
95% MGs (JAS)	-0,090	-0,029	0,508	0,517	0,472	<b>1</b>				
RFS(t/ha)	0,100	0,177	0,159	0,233	0,167	0,307	<b>1</b>			
RGsS(t/ha)	0,153	0,174	0,054	-0,033	0,279	0,024	0,172	<b>1</b>		
RGr(t/ha)	0,201	0,212	-0,114	-0,156	0,133	-0,104	0,049	0,919	<b>1</b>	
P100 Gr(g)	-0,082	-0,100	0,015	-0,011	-0,007	0,070	-0,278	0,179	0,214	<b>1</b>

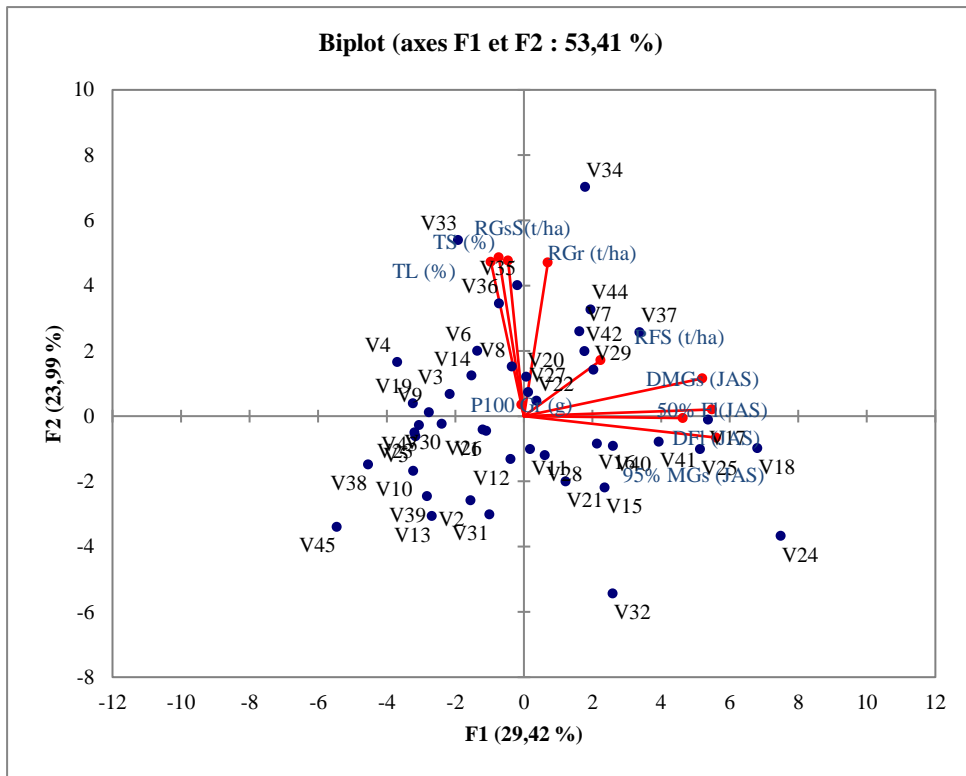
### **III.4. Disposition spatiale des géotypes en fonction des paramètres étudiés**

Les figures 16 et 17 présentent les nuages de points des différents composants de l'étude. Cette analyse permet de comparer simultanément plusieurs variables afin de regrouper les individus en fonction des caractéristiques qui leur sont propres. Suivant son principe de regrouper les variables en un nombre réduit de variables synthétiques indépendantes appelées axes de composantes principales. Ils ont été décrits par leurs valeurs propres et leur taux de variabilité.

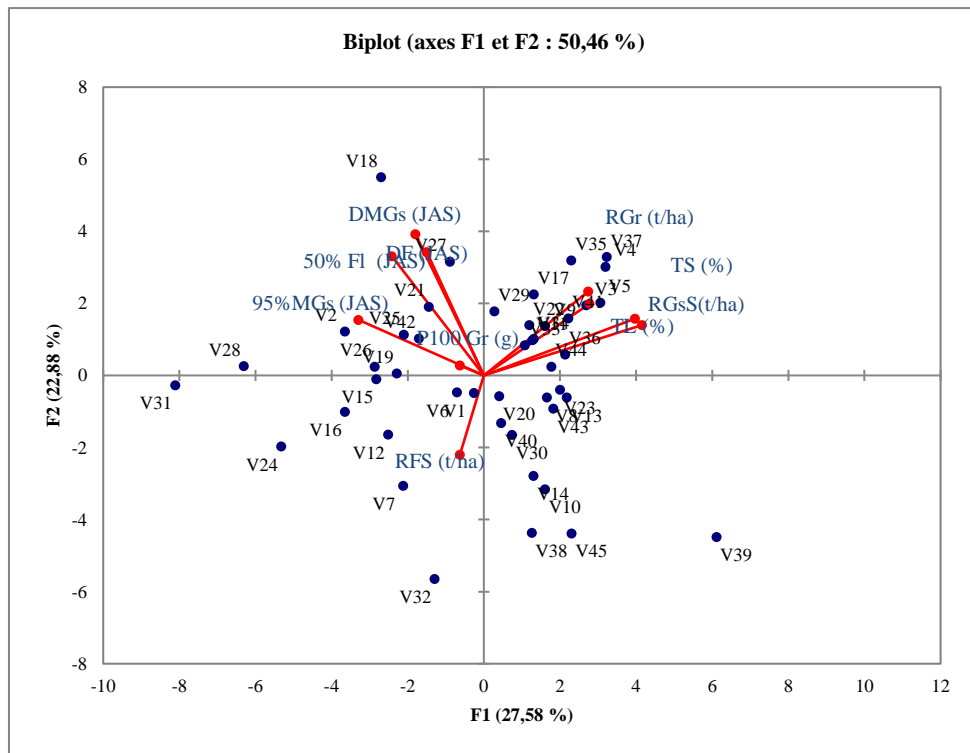
Sur le site de Guiring, Les deux premiers axes ont exprimé 53,41 % de la variabilité totale contribuant à plus de 50 % dans la projection retenue pour les analyses. L'axe F1 qui exprime 29,42 % de la variabilité totale, elle est importante dans l'évaluation du cycle de production et corrélé de façon très positive regroupant ainsi les géotypes tardifs. L'axe 2 représentant 23,99 %, est positivement corrélé avec les paramètres de rendement.

Sur le site de Djalingo aussi, Les deux premiers axes ont également contribué à plus de 50 % des valeurs retenue dont 50,46 % de la variabilité totale. Ici par contre l'axe F1 exprime le rendement et cela à hauteur de 27,58 % de la variabilité totale. L'axe F2 quant à lui exprime 22,88 % des valeurs et représente le cycle impliquant aussi les géotypes tardifs et aussi, le rendement en fanes sèches est corrélé négativement.

Ces résultats corroborent les travaux de Kimou (2013) ayant travaillé sur la variabilité morphologique et phénologique de 10 variétés de niébé en Côte d'Ivoire. Ses analyses mettent en exergue une concentration des paramètres agronomiques et de rendement avec 37,47 % autour de l'axe 1, alors que l'axe 2 à hauteur de 30,32 % exprime les dates phénologiques, la biomasse ainsi que la longueur des gousses et des feuilles. Les figure 30 et 31 suivants présentent la disposition spatiale des différentes données de l'analyse.



**Figure 15:** Nuage de points des différents composants de l'analyse (site de Guiring)



**Figure 16:** Nuage de points des différents composants de l'analyse (site de Djalingo)

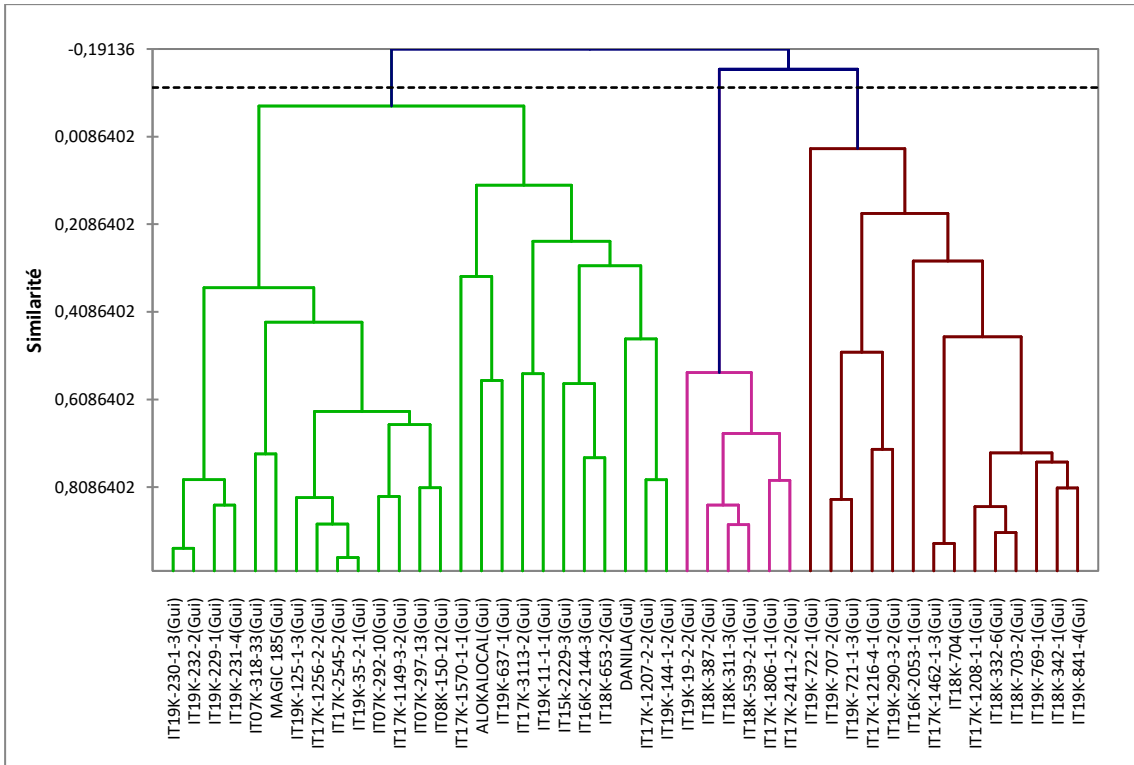
La disposition précédente est confirmée par la classification ascendante hiérarchisée permettant de répartir les génotypes en classes associées aux caractéristiques qui leur sont

propres et suivant les sites. Les figures 18 et 19 présentent la répartition des génotypes en différents morpho-groupes.

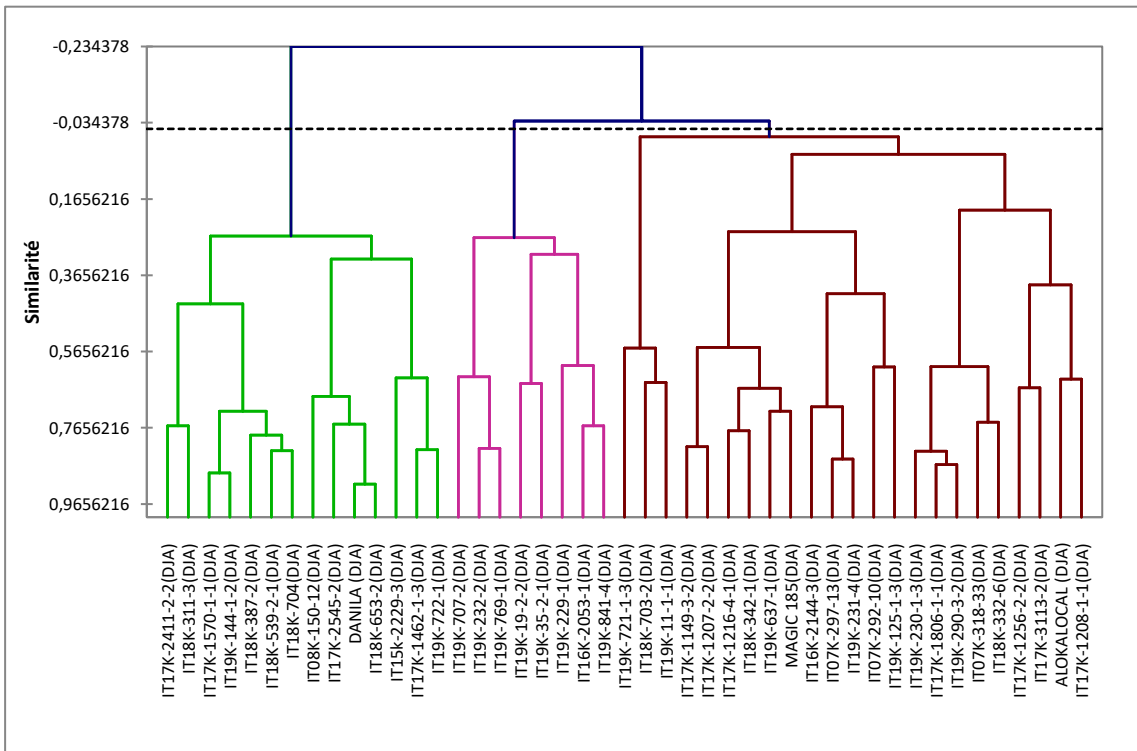
Sur le site de Guiring, le dendrogramme issu de la classification a reparti les 45 génotypes en 3 classes distinctes. La classe 1 constituée de 25 génotypes regroupe les plus intéressants à l'instar de G34 avec un meilleur rendement en combinaison fanes, gousses et graines (5t/ha ; 1,9t/ha et 1,2t/ha) malgré la longueur du cycle ( $93\pm 1,7$ JAS). La classe 2 constituée de 14 génotypes regroupe de son côté les individus au cycle court tel que G24 ( $88\pm 4$ JAS) mais de faible rendement en fanes, gousses sèches et graines (3,6t/ha ; 0,7t/ha et 0,6t/ha). La classe 3 constituée de 6 génotypes regroupe quant à elle les individus dont le rendement en gousses et en graines est faible tel que G32 (0,6t/ha et 0,3t/ha) mais aussi à cycle long ( $93\pm 3$ JAS).

Sur le site de Djalingo de son côté, le dendrogramme a également reparti les 45 génotypes en 3 classes distinctes. Ici, la première classe regroupe 23 génotypes également les plus importantes telles G3 avec une meilleure combinaison de rendement en fanes sèches, gousses sèches et graines (3,3t/ha, 1,6t/ha et 1,2t/ha) et au cycle relativement long par rapport aux deux autres ( $66\pm 2,3$ JAS). Ici, c'est la classe 2 constituée de 14 génotypes qui regroupe les génotypes au cycle court tel que G38 ( $65\pm 4$ JAS) et de faible rendement en fanes, gousses et graines (2,2t/ha, 1,5t/ha et 1t/ha). La classe 3 constituée de 8 génotypes regroupe de son côté les individus au cycle long tel que G31 ( $72\pm 3$ JAS), de faible rendement en gousses et graines (1t/ha et 0,7t/ha) mais de rendement en fanes considérable (4t/ha).

Cette répartition en classes offre une possibilité de choix de géniteurs aux généticiens. Si l'objectif visé est le rendement en double usage tout comme le rendement en graines, la sélection devrait s'orienter vers la classe 1 sur le site de Guiring tout comme celui de Djalingo. Si l'objectif visé est la production des fanes, la classe 2 sur le site de Guiring et la classe 3 sur le site de Djalingo sont les plus adaptées. Ainsi la présence d'un génotype dans une classe sur un site signifie qu'il répond au critère de sélection de cette classe sur le site en question et sa présence sur les deux sites implique qu'il est adapté pour ces critères aux deux milieux. Certes l'objectif visé est le rendement mais pour assurer une bonne production il est nécessaire de maîtriser le cycle de production. De ce fait, les génotypes de la classe 3 sur le site de Djalingo présentent une précocité par rapport aux deux autres classes tandis que sur le site de Guiring toutes les classes sur le site de Djalingo sont sensiblement identiques et plus tardives que celles de Guiring. Les figures 18 et 19 ci-dessous présentent la répartition des génotypes selon les similarités.



**Figure 17:** Dendrogramme de classification (site de Guiring)



**Figure 18:** Dendrogramme de classification (site de Djalingo)

## CONCLUSION GENERALE

Le niébé est un légume sec considéré parmi les plus importants de l'alimentation aussi bien animale qu'humaine. Il fait face à de nombreuses contraintes de production qui induisent de nombreuses recherches pour son amélioration. Toutefois il regorge de nombreux avantages tels que sa rusticité et son double usage (graines et fourrage) à mesure d'être exploité.

L'étude a porté sur le criblage de génotypes de niébé en vue de mettre en place des génotypes de niébé à double usage dans la zone soudano sahélienne du Cameroun. L'objectif de l'étude était de contribuer au développement de cette culture par la mise en place de variété à double usage. Un total de 10 paramètres portant sur le cycle de production (le début et 50% de floraison des plants, le début et 95% de maturité des gousses) et le rendement (taux de levée et de survie des plants, le poids de fanes sèches, le poids des gousses sèches, le poids des graines et le poids de 100 graines) ont donc été soumis à l'évaluation.

Les résultats ont montré que : les génotypes G33 (1,4t/ha) et G3 (1,2t/ha) issus des premières classes chacune sur les deux sites respectifs de Guirig et Djalingo ont présentés de meilleur rendement en graines. Pour le rendement en fanes sèches, ce sont les génotypes G37 (5,8t/ha) de la classe 2 à Guiring et G32 (6,6t/ha) de la classe 3 à Djalingo qui présentent de meilleur rendement. Ces génotypes sont de ce fait adaptés pour les éleveurs de ces zones de production. Etant donné que l'intérêt primordial de la production du niébé reste sa graine, il est tout de même important de sélectionner des génotypes productifs aussi bien en graines qu'en biomasse. C'est ainsi que des génotypes tels que G34 (5t/ha, 1,9t/ha et 1,2t/ha) sur le site de Guiring et G3 (3,3t/ha, 1,6t/ha et 1,2t/ha) sur le site de Djalingo ayant de bon rendement en fanes sèches, gousses sèches et graines peuvent être recommandés pour la culture en double usage.

## **PERSPECTIVES**

Dans le but de mieux valoriser les résultats de cette recherche, il serait intéressant de reproduire l'essai sur au moins deux campagnes et en multi-locaux pour accroître sa fiabilité. Dans son exécution, la combinaison de ces variétés en essai avec celles couramment utilisées porterait plus d'intérêt à ladite recherche. En plus de ces points importants, une étude des maladies et ravageurs à mesure d'impacter le rendement de ces génotypes de niébé étrangers porterait plus haut leurs qualités.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- AFD, (2021).** Réduire les conflits liés aux ressources dans le Nord Cameroun, 4p.
- Ali, I., (2015).** Performances agronomiques de huit variétés de niébé à double usage, leur qualité fourragère et leur tolérance vis-à-vis des principaux ennemis : Mémoire Ingénieur des techniques agricoles. University Abdou Moumouni Niamey: 51-54.
- Allen, D. J., (1983).** The pathology of tropical food legumes. John Wiley and Sons, Chichester. pp.43.
- Anoun, N. & Echikh, N., (1990).** Bio-systematic study of a Saharan legume: The Tadelagt. Memory DES, USTHB, Bab Ezzouar, Algiers, 101p.
- Arbonnier, M., (2004).** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Centre de Coopération International de Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), 1 : 4-9.
- Aribi, Aïcha, Mousbah, Malika, NABI, Fahima, 2017.** Influence du prétraitement des grains sur la germination, l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* (L) Walpers, soumise au stress salin. *Ecologie et protection de l'environnement*, collection/numero M617104, pp. 54-59.
- Aysun P., and Erkut P., 2013.** Agronomic and morphologic characters of newly registered peksen and rehan vegetable cowpea cultivars in Turkey. *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2(9) : 133-140.
- Balna J., Gonne B., Palou O. et Tewehe A., 2015.** Pratiques sylvicoles des pasteurs transhumants dans les agroforêts sèches du nord Cameroun (Afrique Centrale). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13 : 643-647.
- Bird-ida, 2022.** Le point sur la sécurité alimentaire, suivi et analyse des prix de la Banque Mondiale, pp. 4- 7.
- Brabant P. et Gavaud M., 1985.** Les sols et les ressources en terres du Nord-Cameroun. (Province du Nord et de l'Extrême-Nord), ORSTOM, Bondy. 285p+ annexes

- Brink, 2006.** Evaluation des ressources en eau atmosphérique au Nord-Cameroun à l'aide des méthodes conventionnelles et satellites. Thèse de Géographie de l'Université de Ngaoundéré, Cameroun, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines, 358p.
- C.A.B.R., 2012.** Tout savoir sur la culture du haricot sous abris et en plein champ. Chambre d'agriculture des bouches du Rhône, 16p.
- Camara A., Dieng A. et Mergeai G., 2015.** Amélioration des systèmes mixtes en Afrique soudano-sahélienne : rôle de l'espèce *Stylosanthes hamata* (L) Taub. *Biotechnologie, Agronomie, Société et environnement*, 19 (3) : 281-289.
- Charles D., 2007.** Durabilité des systèmes de culture dans l'Extrême-Nord Cameroun, savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à des nouveaux défis, Acte du colloque, 27-31 mai 2003, Garoua, pp. 2-7.
- Clanet J. C., 1997.** Structures spatiales et cultures pastorales : ou les limites des États-Uniens et des organisations tribales en Afrique centrale ; IRD, (Colloques et Séminaires), pp. 649-666.
- Coulibaly, Zinmanké B., Tignegre A., Kiebre J. B., Batiemo Z, Dieni B. J., Namana Z., Joseph, 2020.** Evaluation des performances agronomiques de 12 Variétés de niébé vert [*Vigna unguiculata* (L) Walpers.] au Burkina Faso ; *Journal of Applied Biosciences*, 153 : 15745-15755.
- Craufurd P. Q., Summerfield R. J., Ellis R. H., Roberts E. H., 1997.** Photoperiod, temperature, and the growth and development of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: *Advances in cowpea research*, B.B. Singh et al. éd., Ibadan, Nigeria, IITA-IITA-RCAS, pp. 75-86.
- Dabire F., 2000.** Sélection inter et intra variétale pour la résistance à la sécheresse en cours de culture chez le maïs (*Zea mays* L.). Mémoire de fin de d'étude. Présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural. Option Agronomie. IDR, pp. 86-92.
- Dalbai A., Njilie F., Nguembu C., Zebaze P., Agbotse C., Nkameni D., Kouonang D., Njouhou, 2021.** Enquête Nationale sur la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle, République du Cameroun, Programme Alimentaire Mondial (PAM), pp.11-14.

**Davis D.W., Oelke E.A., Oplinger E.S., Doll J.D., Hanson C.V. and Putnam D.H., 1991.** Alternative plant and animal products: Programs in information exchange and research. In: Alternative Field Crops Manual. Janick and J.E. Simon (eds). New crops. John Wiley and Sons, New York, pp. 133-143.

**Dictionnaire du commerce international, 2013**, lexique du commerce international.

**Dièye P., N., et Guèye M., 1998.** Les systemes agriculture- élevage au Sénégal : importance, caractéristiques et contraintes. Report from the Workshop on crop-livestock in the Dry Savannas of West and central Africa held at IITA ibadan, pp. 127-152.

**Djilé B., Miafo T. A. P., Djodda J., Boukar O., et Sobda G., 2015.** Evaluation de la résistance à l'adventice parasite, *striga gesnerioïdes* des variétés exotiques de niébé (*vigna unguiculata* (L.) walp.) cultivées au Cameroun. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, ISSN 2028-9324, 12 (4): 982- 990.

**Dugje I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Kamara A.Y., Ajeigbe H., 2009.** Production du niébé en Afrique de l'Ouest : Guide du paysan. *IITA* Ibadan, Nigeria, 20p.

**Duke J A., 1981.** Handbook of legumes of world economic importance. Plenum press. NewYork, 345p.

**Ehlers J. D., Hall A. E., 1996.** Genotypic classification of cowpea based on responses to heat and photoperiod. *Crop Sei* 36. Pp. 673-679.

**Fankou D. M.Y., Sobda G., Philippe K., Teguefouet F.P., Iyale L., Zaiya Z. A., Metsena P., Melie F. M. N., Amedep D., Djeoufo Y., Gnapou D., Erik W. O., Michael P. T. 2022.** Morphological and Biometric Diversity of *Colletotrichumcapsica* Isolates, Causal Agent of Cowpea Brown Blotch Disease (*Vignaunguiculata*(L.) Walp) in the Sudano-Sahelian Zone of Cameroun. *Open Journal of Applied Sciences*, 2022, 12, 1837-1855.

**FAO, FIDA, OMS, PAM et UNICEF, 2022.** Résumé de L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde : Réorienter les politiques alimentaires et agricoles pour rendre l'alimentation saine plus abordable. Rome, FAO, pp. 12-21.

**FAO.** 2000. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. 354p.

**FAO.** 2012. L'eau et la sécurité alimentaire. *Agrovision 4*. pp. 10-13.

**FAOSTAT.** 2021. données de l'alimentation et de l'agriculture. 202p.

**Fery R. L., 1985.** The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: Cowpea research, production and utilization, S.R. Singh et K.O. Rachieéd., *New York, Etats United, Wiley*, pp. 25-62.

**Fery R. L., 1985.** The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: Cowpea research, production and utilization, S.R. Singh et K.O. Rachie éd., *New York, Etats United, Wiley*, pp. 25-62.

**FEWS-NET, 2022.** Perspectives sur la sécurité alimentaire : la hausse des atypique des prix limitera l'accès à la nourriture des ménages pauvres pendant la période de soudure, bulletin des prix, Cameroun, pp. 7-18.

**Fox, F.W. and Young M.E.N.** 1982. Food from the Veld. Delta Books, Johannesburg. 378-384.

**Gbaguidi A, A., Assogba P., Dansi M., Yedomonhan H. et Dansi A., 2015.** Caractérisation agromorphologique des variétés de niébé cultivées au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(2): 1050-1066.

**GEVES, 2017.** Rapport d'activités : expertises et performance. 34p.

**Hubert P., 1978.** Compendium of special agriculture technical sheets for the use of agricultural high schools in Madagascar Antananarivo, BDPA. Ibadan, Nigeria, pp. 30-49.

**Kengap E. J., Djou P., Tchamda C., Pauline M., Bricas N., 2016.** L'évolution de la consommation alimentaire au Cameroun de 2001 à 2007. Agence Française de Développement (AFD) chapitre 6, pp. 99-113.

- Kimou S.H., 2013.** Mémoire de master II. Variabilités morphologique et phénologique de dix variétés de [*vigna unguiculata* (L.) Walp]. (fabaceae), niébé cultivées en côte d'ivoire. 55P.
- Kouamé N, Kouassi N, Koutoua A. et Yao K., 2020.** Influence de l'association culturale sur la capacité de nodulation de trois espèces de légumineuses : Arachide, niébé et soja vert. *Journal of Applied Biosciences*, 145: 14930-14937.
- Labonne M., Magrong P., Oustalet Y., 2002.** Le secteur de l'élevage au Cameroun et dans les provinces du grand Nord : situation actuelle, contraintes et défis, Acte du colloque 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun, MINEPIA, pp. 5-8.
- Ladeinde T. A. O., Buss F. A., 1977.** Identification of the bud stage for pollinating Without emasculation in cowpea, [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Nigerian journal of Science*, 11 : 183-194.
- Lalsaga W. J. A., et Drabo I., 2017.** Évaluation de quinze génotypes de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] sous conditions pluviales dans le Nord et le Centre Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 11(6) : 2756-2763.
- Langyintuo A. S., Lowenberg-DeBoer J., Faye M., Lambert D., Ibro G., Moussa B., Kergna A., Kushwaha S., Musa S., Ntoukam G., 2003.** Cowpea supply and demand in West Africa. *Field Crops Res*, 82: 215-231.
- Liba'a N. k., Dugué P., Torquebiau E., 2011.** Eleveurs et agriculteurs du Nord Cameroun face à la violence et aux insécurités : entre adaptation et impuissance, cahiers de Géographie du Quebec, 5 (155) : 175-195.
- Marechal, R., Mascherpa J.M., Stainier F., 1978.** Taxonomic study of a group of species of the genera Phaseolus and Vigna (Papilionaceae) on the basis of morphological and pollen data, processed for computer analysis. *Boissiera* 28:1-273.
- Miller P. R., Graves W.L., Williams W. A., and Madson B.A., 1989.** Covercrop for California Agriculture. University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, Calofornia. 24p.

- MINADER, 2015.** Agri-Stat publication semestrielle sur les prix des produits et intrants agricoles n° 003.
- MINEPAT, 2010.** La population du Cameroun en 2010 (3è RGPH). Ministère de la Planification et de l'Administration Territoriale, 67p.
- Mitra P., Choi S. M., 2020.** Préserver la sécurité alimentaire en Afrique à l'ère de la COVID 19, Fond Monétaire International (FMI), pp. 12-27.
- Montcho M., Babatoundé S., Aboh A. B., Bahini M. J. D., Chrysostome C. A. A. M., Mensah G. A., 2017.** Caractéristiques physiques et nutritionnelles des blocs multisectoriels fabriqués à partir des sous-produits agricoles et agroindustriels du Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (6) : 2485-2496.
- Mulongoy K., 1985.** Nitrogen-fixing symbiosis and tropical ecosystems. *In: Cowpea Research, production and utilization, S.R. Singh et K.O. Rachie éd., New York, Etats United, Wiley*, pp. 307-315.
- Ndouvahad L., Kosma P., Oumarou Y., Sakatai D. P., Metsena P., Lenzemo Wirnkar V., 2020.** Adaptabilité des variétés améliorées des sorghos pluviaux à double usage aux conditions climatiques de la zone sahélienne du Cameroun. *Afrique Science*, 17(6) : 247-263.
- Obulbiga M. F., Bougouma V., Sanon H. O., 2015.** Amélioration de l'offre fourragère par l'association culturale céréale légumineuse à double usage en zone nord soudanaïenne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3) : 1431
- Olivry J. C., Chouret A., Vuillaume G., Lemoalle J., Briquet J. P., 1996.** Hydrologie du lac Tchad. Paris, ORSTOM. Coll (Monographie hydrologique.; 12) ISBN -7099-1353-4. ISSN 0335-6906. 266p.
- Omoigui L.O., Kamara A.Y., Batiemo J., Iorlamen T., Kouyate Z., Yirzagla J., Diallo S., Garba U., 2017.** Guide sur la production du niébé en Afrique de l'Ouest. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria, pp. 1-6.

- Padulosi S. and N.Q. Ng., 1997.** Origin, taxonomy and morphology of *Vigna unguiculata* (...) Walp. In: Advances in Cowpea Research. Singh, B.B., D.R. Mohan Raj, K.E. Dashiell and L.E.N. Jackai (eds). IITA, Ibadan, *Nigeria*, pp. 1-11.
- Pandey Y. R., Pun A. B. and Mishra C. R., 2006.** Evaluation of vegetable type cowpea varieties for commercial production in the river basin and low hill areas. *Nepal Agric. Res. J.* (7): 16-20.
- Pasquet R.S. and Fotso M., 1994.** Distribution of cowpea cultivars, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., in Cameroon: influence of the environment and human factors. *Journal of Traditional Agriculture and Applied Botany*, (36): 93-143.
- Pasquet R.S., 1996.** Cultivated cowpea (*Vigna unguiculata*) evolution. In: *Advances in legume systematics. 8. Legumes of economic importance*, B. Picherski Il et j.M. Lock éd., Kew, Royaume-Uni, Royal Botanic Gardens, pp. 101-108.
- Raemakers R M., 2001.** Agriculture in tropical Africa. Ed. DGCI Brussels, Belgium, pp. 368-383.
- Raunet M., 2003.** Quelques clés morphologiques pour le Nord Cameroun à l'usage des agronomes. 24p.
- SAILD, 1998.** Collection of technical sheets for the rural entrepreneur. Tomel. Cultivation of red bean or common bean. Yaounde.
- Sakatai D. P, Balna J, Folefack D. P, Tize K. J, Nyore A, Guiralta F, Ndouvhad L, Bissada N, 2021.** Vers une crise des plantes fourragères marchandes en zone soudano-sahélienne du Cameroun. *Journal d'Economie, de Management, d'Environnement et de Droit (JEMED)*, 4 (1) : 27-29.
- Singh S.R, and Allen D. J., 1979.** Insect pests and diseases of cowpea. International Institute of Tropical Agriculture, PMB 5320, Oyo road Ibadan, Nigeria, 113p.
- Snapp S., Rahmanian M. and Batello C., 2018.** Pulse crops for sustainable farms in sub-Saharan Africa. *Food and Agriculture Organisation of the United Nations*; Rome 2018, pp. 1-5.

- Sobda G., Boukar O., Tongooma P. B., Ayartey J., et Offei K. S., 2017.** Quantitative trait loci (QTL) for cowpea resistance to flower bud thrips (*Megalurothrips sjostedi* Trybom). *International Journal of Plant Breeding*, 4 (6): 292-299.
- Summerfield R. J., Huxley P.A. and Steel W. 1974.** Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Field Crop Abstracts* 27. P 301-312.
- Taffouo V.D., Etamé J., Din N., Nguemeleni M.L.P., Eyambé Y.M., Tayou R.F. and Akoa A., 2008.** Effects of sowing density on growth, yield and organic compound content in five cowpea varieties (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Applied Biosciences*, (12): 623-632.
- Tarawali S.A., Singh B. B., Gupta S.C., Tabo R., Harris F., Nokoe S., Fernández-Rivera S., Bationo A., Manyong V. M., Makinde K., Odion E. C., 2002.** Cowpea as a key factor for a new approach to integrated crop-livestock systems research in the dry savannas of West Africa. In: Fatokun CA, Tarawali SA, Singh BB, Kormawa PM, Tamo M (eds) *Challenges and Opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea Production. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria*, pp. 233-251.
- Tarawali S.A., Singh B. B., Gupta S.C., Tabo R., Harris F., Nokoe S., Fernández-Rivera S., Bationo A., Manyong V. M., Makinde K., Odion E. C., 2002.** Cowpea as a key factor for a new approach to integrated crop-livestock systems research in the dry savannas of West Africa. In: *Fatokun CA, Tarawali SA, Singh BB, Kormawa PM, Tamo M (eds) Challenges and Opportunities for Enhancing Sustainable Cowpea Production. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria*, pp. 233-251.
- Tarawali S.A., Singh B.B., Peters M., Blade S. F., 1997.** Cowpea haulms as fodder. In: Singh BB, Mohan Raj DR, Dashiell KE, Jackai LEN (eds) *Advances in Cowpea Research. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (ITA) and Japan International Research Center for 66 M.P. Timko et al. Agricultural Sciences (JIRCAS). Sayce, Devon, UK.*, pp. 313-325.
- Voisin A. S., Guéguen J., Huyghe C., Jeuffroy M.H., Magrini M.B., Meynard J.M., Mougél C., Pellerin S., Pelzer E., 2017.** Les légumineuses dans l'Europe du XXI<sup>e</sup> siècle Quelle place dans les systèmes agricoles et alimentaires actuels et futurs ? Quels nouveaux défis pour la recherche, *Innovations Agronomiques, INRAE*, 30 : 283-312.



**Vural H., Esiyok D. and Duman I., 2000.** Cultivated Vegetables (Vegetable Cultivation). *Ege University, Bornova, Izmir, Turkey*, 440p.

**Waïgalo A.K.D., 2018.** Déterminants et persistance de l'insécurité alimentaire au sahel : cas du Mali, *TROPICULTURA*, 36 (2) : 392-399.**Wein H C and Summerfield R. J.** 1980. Adaptation of cowpeas in West Africa: Effects of photoperiod and temperature responses in cultivars of diverse origin. *In: Summerfield RJ, Bunting AH (eds) Advances in Legume Science. Royal Botanic Gardens, Kew, UK*, pp. 405-417.

## ANNEXES

### **Annexe 1:** Tableau de l'ANOVA à site de Guiring

#### **ANOVA pour Taux plants levée (%) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	8023,75	44	182,358	1,30	0,1502
Intra-groupes	12665,2	90	140,725		
Total (Corr.)	20689,0	134			

#### **ANOVA pour Taux plt récolte (%) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	8469,53	44	192,489	1,41	0,0872
Intra-groupes	12318,2	90	136,869		
Total (Corr.)	20787,7	134			

#### **ANOVA pour Début floraison (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	1201,93	44	27,3165	4,63	0,0000
Intra-groupes	531,333	90	5,9037		
Total (Corr.)	1733,26	134			

#### **ANOVA pour 50% floraison (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	1040,77	44	23,6539	2,50	0,0001
Intra-groupes	852,667	90	9,47407		
Total (Corr.)	1893,44	134			

#### **ANOVA pour Début maturité des gousses (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	1509,44	44	34,3054	2,12	0,0013
Intra-groupes	1455,33	90	16,1704		
Total (Corr.)	2964,77	134			

**ANOVA pour 95% gousses matures (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	549,733	44	12,4939	1,66	0,0220
Intra-groupes	678,0	90	7,53333		
Total (Corr.)	1227,73	134			

**ANOVA pour Poids fanes sèches(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	2,86065E7	44	650147,	2,05	0,0021
Intra-groupes	2,85349E7	90	317055,		
Total (Corr.)	5,71414E7	134			

**ANOVA pour Poids gousses(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	4,28122E6	44	97300,4	2,46	0,0002
Intra-groupes	3,56176E6	90	39575,1		
Total (Corr.)	7,84298E6	134			

**ANOVA pour Poids graines(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	2,27935E6	44	51803,4	2,27	0,0005
Intra-groupes	2,05038E6	90	22782,0		
Total (Corr.)	4,32973E6	134			

**ANOVA pour Poids 100graines par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	1175,05	44	26,7058	13,11	0,0000
Intra-groupes	183,36	90	2,03733		
Total (Corr.)	1358,41	134			

## **Annexe 2:** Tableau de l'ANOVA pour le site de Djalingo

### **ANOVA pour Taux plt levée (%) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	13411,6	44	304,81	1,42	0,0833
Intra-groupes	19385,9	90	215,399		
Total (Corr.)	32797,6	134			

### **ANOVA pour Taux plt récolté (%) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	12564,0	44	285,545	1,32	0,1334
Intra-groupes	19457,9	90	216,199		
Total (Corr.)	32021,8	134			

### **ANOVA pour Début floraison (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	481,067	44	10,9333	2,40	0,0002
Intra-groupes	410,667	90	4,56296		
Total (Corr.)	891,733	134			

### **ANOVA pour 50% floraison par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	383,748	44	8,72155	1,85	0,0073
Intra-groupes	425,333	90	4,72593		
Total (Corr.)	809,081	134			

### **ANOVA pour Début maturité gousses (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	221,6	44	5,03636	1,37	0,1029
Intra-groupes	330,0	90	3,66667		
Total (Corr.)	551,6	134			

**ANOVA pour 95% maturité gousses (JAS) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	439,081	44	9,97912	2,00	0,0029
Intra-groupes	450,0	90	5,0		
Total (Corr.)	889,081	134			

**ANOVA pour Poids fanes sèches(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	3,69046E7	44	838742,	1,36	0,1103
Intra-groupes	5,55173E7	90	616859,		
Total (Corr.)	9,24219E7	134			

**ANOVA pour Poids gousses(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	1,79466E6	44	40787,7	1,22	0,2104
Intra-groupes	3,00454E6	90	33383,7		
Total (Corr.)	4,7992E6	134			

**ANOVA pour Poids graines(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	833801,	44	18950,0	1,16	0,2773
Intra-groupes	1,47478E6	90	16386,5		
Total (Corr.)	2,30858E6	134			

**Tableau de l'ANOVA pour Poids 100 graines(g) par Variétés**

<i>Source</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Ddl</i>	<i>Carré moyen</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>
Inter-groupes	358,246	44	8,14196	0,96	0,5509
Intra-groupes	763,699	90	8,48555		
Total (Corr.)	1121,95	134			

**Annexe 3:** piquetage de l'essai (A : site de Guiring ; B site de Djalingo)



**Annexe 4:** Plantes du dispositif expérimental en plein développement (site de Guiring)



**Annexe 5**: plants du dispositif expérimental en pleine croissance (site de Djalingo)



**Annexe 6**: Gousses de niébé en phase de maturation (site de Guiring)



**Annexe7**: Récolte des gousses sèches (site de Djalingo)

