



**Université d'Etat d'Haïti
(UEH)**

**Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
(FAMV)**

**Département de Phytotechnie
(DPHY)**

Essai d'adaptation de 7 lignées de soya-edamame (*Glycine max* L.)
à Lalouère, 4^e section communale de St-Marc

Mémoire de fin d'études

Préparé par : Davidson BEAUBRUN

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome

Option : Phytotechnie

Juillet 2017

Ce mémoire, intitulé :

Essai d'adaptation de 7 lignées de soya-edamame (*Glycine max* L.) à
Lalouère, 4^e section communale de St-Marc

a été approuvé par le jury composé de :

Nom et Prénom

Signature

Date

Sendy U. RONY
Présidente du jury

Robers Pierre TESCAR
Membre du jury

Jean Fénel FELIX
Membre du jury, conseiller scientifique

« Essai d'adaptation de 7 lignées de soya-edamame (*Glycine max* L.) à
Lalouère, 4^e section communale de St-Marc »

DÉDICACES

Ce mémoire est dédié à :

- Ma mère Josemaine ORELUS, femme forte dont je félicite la bravoure.
- Mon frère, Mackenson BEAUBRUN et Ma sœur, Kattiana BEAUBRUN.
- Mes tantes, mes cousins, mes cousines et tous ceux que me sont chers.
- Mes camarades de la promotion Mehr Licht (2010-2015), en particulier, Adelain BAPTISTE, Daniel CHERY, Gregory CELESTIN et Widler MESIDOR.
- L'option Phytotechnie.
- Enfin, tous ceux qui auront à lire ce document.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude :

- A Dieu, créateur de l'univers, qui m'a accordé la vie et la santé.
- A mes superviseurs de recherche:

Monsieur **Jean-Fénel FELIX, Dr**, chercheur et professeur à la FAMV/UEH pour ses conseils, son courage et sa détermination à la réussite de ce mémoire. Ses nombreux et éclairants conseils puis sa grande disponibilité ont été d'un appui considérable pour la conduite de cette expérience et la rédaction du mémoire.

Monsieur **Gilles TREMBLAY**, Agronome, **M.Sc.**, professeur associé à l'Université Laval, chercheur en régie des cultures au service du CÉROM, pour les conseils et l'apport scientifique qu'il a su manifester ;

- Au corps professoral de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire pour sa contribution dans ma formation
- Le Directeur de l'option Phytotechnie : Robers-Pierre TESCAR, Ing.-Agr. M.SC., qui m'a accordé cette opportunité ;
- A Mme Valoune BEAUBRUN, Mme Wilda JUSTE pour l'appui physique bénéficié de leur part ; aux collègues de toute ma promotion pour l'assistance mutuelle accordée durant tout notre cursus de formation ;
- Au projet AKOSAA, qui a financé ce travail et le support technique reçu à travers ses responsables : Monsieur Patrick DION, Dr. Professeur et chercheur à l'Université Laval, Directeur du projet AKOSAA ; Marie Rachèle LEXIDORT, Ing.-Agr, Coordinatrice du projet AKOSAA en Haïti. Abner STENY et Dany RESOLUS, deux ingénieurs agronomes responsables des travaux de terrain. Et Monsieur Fenick THANIS, qui a été le gardien de mes parcelles expérimentales.
- Au personnel administratif de la FAMV et à tous les étudiants de la FAMV.

Mes remerciements vont ensuite à l'endroit de tous ceux et toutes celles qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de ce travail.

RÉSUMÉ

Pendant la saison hivernale 2015-2016, à Lalouère, 4^e section de la commune St-Marc, un essai a été réalisé pour tester l'adaptabilité agronomique et phytosanitaire de 7 lignées de soya-edamame (*Glycine max* (L.) Merr.), nouvellement introduites dans le pays. Une variété de haricot noir a été utilisée à titre indicatif de rendement. L'objectif a consisté à sélectionner, parmi ces lignées, celles qui auraient été les plus adaptées aux conditions environnementales de la zone. Sur cet aspect lié à la sécurité alimentaire, le soya-edamame, de par sa richesse en protéines, permettrait de faire face au manque en cet élément.

Un dispositif en blocs complets aléatoires (DBCA) avec quatre (4) blocs de huit (8) unités expérimentales chacun a été adopté. Différentes variables, se rapportant aux développements végétatif et reproductif et à la phytosanitation, ont été évaluées et analysées sur R (version 2.13.2). Le test de Fisher a été utilisé pour pouvoir comparer les lignées significativement supérieures, inférieures ou égales entre elles à 5% de probabilité.

Sur toutes les variables, des différences significatives ont été révélées. Suivant les variables étudiées, le nombre de jours à la floraison a varié de 27 à 30 jours et celui à la maturité, de 78 à 97 jours. La plus tardive a été N09-8385 et Kosamame, la plus précoce. Eu égard aux problèmes phytosanitaires, les lignées ont eu un comportement acceptable vis-à-vis des maladies. Certains des ennemis de culture de la zone présentaient leur effet à des moments du cycle de culture. Ceux-ci sont : les chenilles (*Hedylepta indicata*) et (*Anticarsia gemmatalis*), les fourmis (*Solenopsis geminata*) et les pucerons (*Aphis glycines*).

Sur le plan reproductif, un rendement de 1.3 à 6.1 t/ha a été obtenu. Les lignées N09-8287 et TCWN1011-281 ont été les plus performantes avec respectivement 6.1 et 5.5 t/ha. La variété locale de haricot noir (DPC 40), la plus cultivée, a accusé un rendement de 1.4 t/ha légèrement supérieur seulement à la lignée Kosamame (1.3 t/ha). Cependant, Il faudrait reprendre l'étude dans d'autres localités ayant des conditions pédoclimatiques différentes de celles de Meriken, inoculer les semences pour réaliser un essai en comparaison de rendement aussi de réaliser des tests organoleptiques sur les variétés.

Mots clés : Soya-edamame : *Glycine max* (L.) Merr., essai, adaptation, Lalouère, Saint-Marc.

ABSTRACT

During the winter's period 2015-2016, an essay was carried out at Lalouère, 4th communal section of St-Marc, to test the agronomic and phytosanitary adaptability of 7 soybean progenies, newly introduced in the country. A variety of black bean was used as a guide to the yield. The objective was to select from these progenies those that would have been most adapted to the environmental conditions of this zone. In establishing about alimental security's aspect, the soybean, about protein's content elevated, can resolve this protein's deficiency.

A complete randomized block (DBCA) system with four (4) blocks of eight (8) plots everyone was adopted. Different variables, about vegetative and reproductive development and phytosanitation, were evaluated and analyzed on R (version 2.13.2). The Fisher test is used to detect lines that are significantly superior, inferior or equal to 5% probability.

Significant differences were found for all the variables studied. About studied's variables, a period to flowering varied from 27 to 30 days and to maturity, from 78 to 97 days. The N09-8287's progeny was the most tardive and the Kosamame, the most precocious. About phytosanitaries problems, the lines had an acceptable behavior towards the diseases. The most common crop foes exhibited their effect during the culture's cycle. Those are: caterpillars (*Hedylepta indicata*) and (*Anticarsia gemmatalis*), ants (*Solenopsis geminata*) and aphids (*Aphis glycines*).

On the reproductive's plan, a yield from 1.3 at 6.1 t/ha is obtained. The N09-8287 and TCWN1011-281 were the most performant with respectively 6.1 and 5.5 t/ha. DPC 40, the black bean variety, the more cultivated, accused a yield of 1.4 t/ha slightly superior only at Kosamame's line (1.3 t/ha). However, it would necessary to realize the essay in others localities with pedoclimatic's conditions different of Meriken, inoculate seeds to realize essay to yield's comparison also to realize organoleptic test on the varieties.

Key words: Soybean: *Glycine max* (L.) Merr., essay, adaptation, Lalouère, Saint-Marc.

Table des matières

DÉDICACES	iv
REMERCIEMENTS	v
RÉSUMÉ	vi
ABSTRACT.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES SIGLES et ABREVIATIONS, et DES FIGURES	xi
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Problématique.....	1
1.2. Hypothèse.....	2
2. REVUE DE LITTERATURE	3
2.1. Essai variétal et généralités	3
2.2. Les légumineuses dans le monde	3
2.3. Les légumineuses en Haïti contraintes, ouverture pour le soja.....	4
2.4. Généralités sur le soya-edamame, son importance	5
2.5. Ecophysiologie du soya-edamame	6
2.6. L'importance du soya-edamame	7
2.7. Problèmes liés à la culture du soya-edamame.....	8
2.8. Travaux réalisés sur le soja en Haïti.....	8
3. MATERIELS ET METHODES	10
3.1. Présentation du milieu expérimental	10
3.2. Matériels.....	12
3.3. Dispositif expérimental	14
3.4. Mise en place de l'essai.....	16
3.5. Conduite et entretien de l'essai	16

3.6.	Méthodes de collecte des données.	17
3.7.	Analyse statistiques des données.....	19
4.	RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	20
4.1.	Croissance des plantes.....	20
4.2.	Durée du cycle de reproduction	23
4.3.	Problèmes phytosanitaires.....	24
4.4.	Adaptation reproductive	28
5.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	32
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES.....	34
	ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

A.- TABLEAUX

Tableau 1. Caractéristiques des lignées de soya-edamame provenant d'USDA.	13
Tableau 2. Les pesticides utilisés dans le cadre de l'essai	13
Tableau 3. Engrais utilisés dans le cadre de l'essai.	14
Tableau 4. Hauteur des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).....	20
Tableau 5. Variation des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)	22
Tableau 6. Ramification et port des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)	23
Tableau 7. Variation de nombre de jours à la floraison et à la maturité des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).....	24
Tableau 8. Les paramètres adaptatifs des phénotypes de soja (Arné, 2002)	24
Tableau 9. Incidence des ravageurs les phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).	26
Tableau 10. Incidence du gaufrage sur les phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).	27
Tableau 11. Les composantes de rendement des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).....	28
Tableau 12. Rendement des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)	29
Tableau 13. Rendements des phénotypes de soja (Félix, 1984).	30
Tableau 14. Résultats reproductifs des phénotypes de soja (Arné, 2002)	30
Tableau 15. Biomasse aérienne et indice de récolte des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).....	31

LISTE DES SIGLES et ABREVIATIONS, et DES FIGURES

A. LISTE DES SIGLES et ABREVIATIONS.

AKOSAA	: Amelyorasyon Kapasite pou Ogmante Sekirite Alimantè an Ayiti
AFSSA	: Agence française de sécurité sanitaire des aliments
CEFS	: Center for Environmental Farming Systems
CNSA	: Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire
CEROM	: Centre de Recherche sur les grains.
CETIOM	: Centre Technique de La Filière Française des Huiles et Protéines Végétales
CRA	: Centre de Recherche Agricole
ENPA	: Enquête Nationale de la Production Agricole
DBCA	: Dispositif en Bloc Complet Aléatoire
ENSA	: Enquête Nationale de la Sécurité Alimentaire
INTSOY	: International Trial Soybean.
MARNDR	: Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural
UL	: Université Laval
USDA	: United State Department of Agriculture

B.- FIGURES

Figure 1. Carte de délimitation géographique de Lalouère (CNIGS, 2017).....	10
Figure 2. Températures moyennes mensuelles de Saint-Marc. (1990-2000)	11
Figure 3. Pluviométrie moyenne de la commune de Saint-Marc (1990-2000).....	12
Figure 4. Croquis du dispositif expérimental.....	15
Figure 5. A et A' : Feuilles attaquées par des chenilles. B : Ravage des insectes C : Chlorose observée sur la lignée NO9-8385.....	25

NB: Les annexes se trouvent à la fin du document

CHAPITRE I

1. INTRODUCTION

1.1. Problématique

Les légumineuses à graines comestibles représentent un groupe important de plantes cultivées pour leur contribution à l'alimentation humaine et animale. Aussi, elles participent à l'amélioration de la fertilité des sols et des pratiques agricoles grâce à la fixation d'azote atmosphérique. Sur le plan alimentaire, elles détiennent un fort pourcentage en protéines (17 à 27 %), deux à trois fois plus élevées que les graines des céréales majeures. Chez une plante particulière: le soja, la teneur en protéine des graines peut atteindre une valeur exceptionnelle de 50 % chez certaines variétés (Verville, 2003) alors que le haricot noir n'en possède que 25 à 28 % (Félix, 2014. com. pers.).

Les légumineuses comptent beaucoup d'espèces qui sont cultivées partout dans le monde. En Haïti, les plus cultivées et les plus importantes comme source de protéines végétales sont : le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois congo (*Cajanus cajan*) et le pois de souche (*Phaseolus lunatus* L.). Cependant, des recherches réalisées par certaines institutions haïtiennes prouvent leur faiblesse malgré leur importance. Bien qu'elles soient parmi les plus importantes du pays en s'étendant sur 321 282,3 cx (ENPA, 2014), un rendement annuel moyen plutôt faible est obtenu. A l'exemple de l'an 2014, seulement 152 000 TM de légumineuses ont été produits (MARNDP, 2016). Se rapportant à l'élevage, celui-ci contribue peu à l'alimentation car seuls 9 % des protéines consommées seraient d'origine animale en 2007-2009. (Fews Net, 2014). Selon PROMODEV (2016), la consommation en protéine animale est de 4.8 kg par an par personne, alors que la quantité normale devrait être de 30 à 33 kg par personne par an (FAO, 2014). Les protéines animales, comme le poulet et le lait, comptent parmi les produits les plus chers. Et, les ménages très pauvres ne consomment que 1995 kilocalories par personne et par jour, soit 95 pour cent du minimum requis. (2100 kcal), selon la CNSA, (2009). Vu cet état de fait, l'apport en protéine est donc peu satisfait pour la population.

De nos jours, des recherches se poursuivent sur certaines espèces de légumineuses riches en protéines pour pouvoir compenser des manques en cet élément. Nous pouvons prendre

l'exemple du soja où des variétés à graines comestibles sont en expérimentation dans beaucoup de pays ; de par leur production élevée à l'unité de surface, elles peuvent supplanter d'autres légumineuses. Les paquets techniques sont quasi les mêmes que le haricot. Pourtant, en Haïti, le soja n'est pas une plante communément cultivée. La littérature scientifique nous enseigne seulement que deux essais d'adaptation ont été réalisés par le département phytotechnique de la FAMV (Félix, 1984 ; Arné, 2002). Ceux-ci ont été conduits sur la ferme de Damien. Une compétition se posait par le tourteau de soja en provenance extérieure vers Haïti et ces variétés n'ont pas été vulgarisées.

Treize ans plus tard, certains travaux de recherche se poursuivent encore. De manière approfondie, des essais sur des variétés de soja à graines comestibles ont été réalisés par un projet œuvrant pour la sécurité alimentaire. Ainsi, ce projet sur l'accroissement de la sécurité alimentaire en Haïti (AKOSAA) a manifesté l'intérêt d'introduire des variétés de soja à graines comestibles dans la région de Saint-Marc pendant la période hivernale 2015-2016.

Cet essai visait à mettre en relief le degré d'adaptation de 7 lignées de soya-edamame en provenance des USA aux conditions de culture de Lalouère, 4^e section de la commune de St-Marc. Une variété locale de haricot noir, la plus cultivée de la zone, a été utilisée à titre indicatif de rendement vu que le soja peut donner des rendements 3 à 4 fois plus élevés que le haricot.

De manière spécifique, pour chaque phénotype, cette étude envisageait de:

- a) évaluer la croissance des plantes;
- b) déterminer les précocités à la floraison et à la récolte ;
- c) évaluer l'impact des maladies et des ravageurs ;
- d) évaluer les composantes de rendement ;
- e) évaluer et analyser les rendements.

1.2. Hypothèse

Considérant les 7 lignées de soya-edamame, au moins une d'entre elles va être adaptée aux conditions pédoclimatiques de Lalouère en procurant un rendement trois fois plus élevé que celui du DPC 40 déjà adapté dans la zone.

CHAPITRE II

2. REVUE DE LITTERATURE

2.1. Essai variétal et généralités

Un essai consiste en une série d'épreuves auxquelles on soumet quelque chose. Tenant compte de la relation sol-plante-climat, un essai d'adaptation de culture est une méthode expérimentale (Vilain, 2012) consistant en une série d'épreuves réalisées sur une ou des cultures. Elles permettent de déceler leur niveau de réponse en comparaison à des critères de conditions idéales ou d'études réalisées dans d'autres situations écologiques. Pour une culture, des essais réalisés dans différentes zones agro-écologiques d'un pays permettent d'en réaliser une fiche technique.

Ses différentes composantes sont les suivantes:

1. Paramètres édaphiques : le sol est étudié dans sa globalité : le pH, texture, structure, porosité de même que sa teneur en éléments minéraux.
2. Paramètres climatiques : la température et la pluviométrie, sur une durée d'au moins dix années, sont analysées.
3. Paramètres biologiques : le matériel végétal étudié est pris dans son ensemble. Son origine, ses capacités adaptatives et reproductives sont décrites.
4. Le paquet technique utilisé : semis, nombre de sarclage, fertilisation...

2.2. Les légumineuses dans le monde

Les légumineuses comptent beaucoup d'espèces qui ont connu une diversité d'habitats écologiques. Partout dans le monde, elles ont été adaptées, vu leur importance. Les plus cultivées sont : le haricot (*Phaseolus vulgaris*), l'arachide (*Arachis hypogea*), le pois congo (*Cajanus cajan*) et le soja (*Glycine max* (L.) Merr.).

Pour une brève historicité, l'on débute avec le haricot qui est originaire du continent américain particulièrement le Pérou et la Colombie (Hubert, 1978), domestiqué en Amérique du sud (Pérou, Bolivie) ainsi que la zone Méséo-américaine (Mexique et Amérique centrale). Le second : l'arachide, elle vient de la région équatoriale (centre-sud du Brésil et le nord du Paraguay), domestiquée en Bolivie, Pérou (Verville, 2003). Pour

ces deux cultures précitées : l'Inde, la Chine, Les États-Unis sont les pays producteurs d'importance.

Ensuite vient la culture du pois congo qui est originaire d'Asie, d'où il s'est diffusé en Afrique orientale et vers le continent américain. Le sous-continent indien, l'Afrique orientale et l'Amérique centrale sont les trois principales régions productrices (Anonyme, 2012). Enfin, le soja, il est originaire du nord-est de la Chine. Il est la plante oléagineuse la plus produite au monde particulièrement sur le continent américain dont les principaux producteurs sont: le Brésil, les États-Unis et l'Argentine (Planetoscope, 2012).

Cette description montre que les organismes de certains pays se spécialisent dans la production d'une espèce suivant l'importance alimentaire qui en découle surtout. Aussi, leur rôle important dans le maintien de la fertilité des sols, qui est assuré par la fixation d'azote grâce aux nodosités racinaires, est de mise.

2.3. Les légumineuses en Haïti contraintes, ouverture pour le soja

Dans le cas d'Haïti, les légumineuses comptent parmi les cultures les plus importantes, s'étendant sur 321 282.3 cx et représentant 26.5% de la SAU totale des spéculations agricoles. Le haricot, la plus importante, est cultivé sur 191 525.5 cx. Ensuite viennent le pois congo, le pois inconnu et le pois de souche couvrant respectivement 84 212.2, 26 615.2 et 14 088.7 cx. (ENPA, 2014). La production annuelle de même que le rendement demeurent plutôt faibles. A l'exemple de l'an 2014, environ 83.000 TM de haricot, 54.000 TM de pois congo et 15.000 TM de pois de souche ont été produits (MARNDP, 2016).

Dans cette perspective, une culture comme le soja (*Glycine max*) L., via ces caractéristiques agronomiques, pourrait pallier à ce problème. Elle engendre une production élevée à l'unité de surface. En Haïti, les industries de transformation sont quasi-inexistantes Dans ce cas, une contrainte se poserait avec le soja industriel qui contient l'acide phytique, un facteur antinutritionnel, qui doit être éliminé par traitement thermique ou fermentation (Bau et al., 2001, cité par Labat, 2013). De manière indirecte, c'est ce qui avait entraîné l'interruption et la non vulgarisation des variétés introduites des deux essais réalisés en Haïti en 1984 et 2002. De même, une compétition se posait avec le tourteau de soja en ces temps.

Le soya-edamame, comme plante vivrière, serait de mise, surtout, dans la lutte contre l'insécurité alimentaire. Ces graines possèdent une forte valeur nutritive : fer, magnésium, fibres, composés antioxydants, une teneur en protéine de 34 à 44,1%. La récolte pour la consommation se fait sur des gousses vertes à un stade précoce et sa cuisson est très rapide: 5 minutes dans l'eau bouillante (http://www.nutrition.umontreal.ca/document/kiwi_club/edamame.pdf).

2.4. Généralités sur le soya-edamame, son importance

Le soja (*Glycine max* (L.) Merr.), est une herbacée annuelle de l'ordre des Fabales. Il fait partie de la famille des Fabacées (ou Papilionacées), de la sous-famille des Faboideae, de la tribu des *Phaseoleae* et sous-tribu des *Glycininae* et du genre *Glycine* (MRJC-PADYP, 2013). Le soja est une plante autogame dont la photosynthèse est du type C3. C'est une plante diploïde avec 20 paires de chromosome ($2n=40$). Ce genre est composé de quelques 280 espèces (Verville, 2003).

Se référant à l'annexe 7, une planche imagée décrit ses différents organes. Le soya-edamame est velu (revêtu de fins poils gris ou bruns). Le système racinaire est pivotant. La racine est caractérisée par la présence de nodosités sur les radicelles qui, grâce aux rhizobiums, peuvent fixer l'azote atmosphérique (Labat, 2013; CRA, 2015). Les prélèvements en azote d'une culture de soja sont estimés à 260 kg/ha pour un rendement en grains de 3 500 kg/ha (Tremblay, 2012). La fertilisation varie suivant le type de sol et l'objectif du rendement (CETIOM, 2015). Le soya-edamame a un port érigé d'une hauteur de 0,2 à 1 m (MRJC-PADYP, 2013). Les tiges portent des feuilles alternes à trois folioles acuminées avec stipelles. Les folioles mesurent environ 6 à 15 cm de longueur et 2 à 7 cm de largeur (<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Soybean>). Elles tombent avant la maturité complète de la plante (Delaveau, 2003 ; Doré *et al.*, 2006, cité par Labat, 2013).

Selon la variété, la croissance peut être déterminée ou indéterminée. Les variétés à croissance déterminée produisent leurs inflorescences à l'apex des rameaux terminaux, une fois la croissance végétative terminée tandis que celles à croissance indéterminée produisent leurs inflorescences le long des nœuds foliaires à mesure que la plante se développe (Verville, 2003). L'inflorescence est une grappe. Les fleurs isolées, petites,

violettes ou jaunâtres sont zygomorphes (avec un plan de symétrie), hermaphrodites et autogames. Les fruits sont sous forme de gousses (ou légumes) à deux valves bosselées et velues, déhiscentes de couleur variable en fonction des variétés. Une gousse, de 3 à 11 cm longueur, contient deux à quatre graines (Doré *et al.*, 2006, cité par Labat, 2013). Les graines ont un diamètre de 5 à 11 mm (<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Soybean>).

2.5. Ecophysiologie du soya-edamame

Le soya-edamame nécessite une température optimale variant de 21-32 ° C d'après Shanmugasundaram et Yan (2010) ou de 25 à 35°C selon BAMiSA (2016). La température minimale du sol pour la germination se situe entre 13 et 18 ° C. En région tropicale, une température supérieure à 20°C favorise une levée entre trois (3) à cinq (5) jours (Motta, 1978 cité par Arné, 2002). L'induction florale est sensible à la température nocturne qui s'optimise de 21 à 27 °C.

Le sol doit pouvoir satisfaire une alimentation en eau suffisante de la floraison à la maturation des graines tout en favorisant la levée et la nodulation (CETIOM, 2015). Le soya-edamame craint l'excès d'humidité. La pluviométrie annuelle devrait varier de 600 mm à 1500 mm (MRJC-PADYP, 2013) ou de 600 à 850 mm pendant le cycle de culture en région tropicale selon BAMiSA (2016).

Le soya-edamame peut être cultivé dans différentes conditions de sol, partant des sols argilo-sableux aux sols limoneux avec préférence des sols riches en humus, bien aérés (Miles, 2000 et CRA, 2015). Il s'adapte aux pH variant de 5,8 à 7 d'après Shanmugasundaram¹ et Yan, (2010) et préfère un optimum de 6,0 (sols légèrement acides) d'après Shoemaker et al. (1961), cité par (Miles, 2000).

Le soya-edamame est sensible à la photopériode (alternance jour et nuit). Les variétés réagissent différemment et sont classées en 6 catégories [TTP, 000, 00, 0, I, II], du cycle le plus court "catégorie TTP", au cycle le plus long "catégorie II"(CETIOM, 2015). Les variétés testées en 2002 en Haïti ont eu un cycle précoce pour une maturité atteinte de 84 à 97 jours. La photopériode influe la floraison, la formation des gousses et le remplissage des graines. L'induction florale et le nombre de gousses par nœuds sont élevés pour une exposition à des jours courts non interrompue (Thomas et Raper 1978). Tandis que

l'exposition à des jours longs au stade de l'apparition des gousses ralentit la répartition de la matière sèche. La floraison et la maturité seront précoces pour un cultivar planté au cours d'une saison où la durée du jour est inférieure à sa photopériode critique. La précocité s'accompagne de modifications morphologiques entraînant une réduction du nombre de nœuds, de la hauteur des plants.

Eu égard aux phases phénologiques, en se référant à l'annexe 5, il est expliqué le cycle du soya-edamame qui est conditionné par deux stades: stades végétatifs et reproductifs. Les phases phénologiques du soya-edamame sont divisées en cinq moments : phase de germination, phase de croissance, phase de floraison, phase de fructification et la phase de maturation (CETIOM, 2015).

2.6. L'importance du soya-edamame

Le soya-edamame est originaire du Nord-Est de la Chine et existe autour de 200 ans avant J.-C. où il est toujours un légume populaire. C'est une graine de soja de spécialité. La production mondiale de soya-edamame est évaluée à 1, 856 millions de tonnes pour une superficie de 308340 ha. Le premier pays producteur est la Chine avec 1,704 millions de tonnes suivie du Japon, Taiwan, Thaïlande, Indonésie et Vietnam (Wu, 2004 cité par Shanmugasundaram et al, 2010). L'edamame est aussi appelé *soya végétal*, *soya vert* ou *soya de régime*. Sa récolte est faite lorsque les graines sont immatures (Stade R6) d'après Rackis, (1978).

En Europe, les premières études agronomiques sur le soja ont démarré au 18^e siècle (Angleterre, Paris) (Shurtleff et Aoyagi, 2005). Il fut acclimaté aux Etats-Unis au cours de cette même période. Sa véritable extension a débuté avec son arrivée en Illinois. Et, à la fin du 19^e siècle, les premiers travaux de recherche permettent de mieux connaître cette plante quant à sa physiologie, sa capacité de fixation de l'azote et sa sensibilité à la photopériode.

Vu son importance actuelle, des pays l'ont adopté et sont devenus de grands producteurs mondiaux. Ce sont les Etats-Unis, Le Brésil, l'Argentine, l'Inde. De nos jours, des études approfondies se poursuivent jusqu'au niveau génétique via certaines institutions : à l'exemple de CEROM pour le Canada, CETIOM pour la France, EMBRAPA-CNPq pour le Brésil. Ces variétés proviennent d'organismes spécialisés dans la production de semence

à l'exemple de Wannamaker seed de Saint-Matthieu, Fedco seed pour la Colombie, territorial seed des USA (Hamilton, 2007). En Haïti, le soya-edamame est apparu récemment avec les des deux essais réalisés à la plaine du Cul de Sac sur le soja en 1984 et en 2002.

2.7. Problèmes liés à la culture du soya-edamame.

Bien que le soya-edamame soit une culture de grande importance, il est aussi sensible à certains facteurs externes (pestes et des maladies) lui empêchant de valoriser la totalité de sa performance génétique. Les pestes plus dangereuses sont les mouches, les punaises, les pucerons, les cochenilles et les coléoptères. Ils attaquent toute la plante (partie végétative jusqu'à la fleur et le fruit) (Arné, 2002 ; Shanmugasundaram et Yan, 2010). Particulièrement, les insectes-vecteurs affectent les plantes tout transmettant des virus pathogènes qui favorisent des maladies virales. Les principaux sont les coléoptères du genre *Cerotoma* et *Diabrotica*. (AAC, 2006).

Dans le cas des maladies, nous pouvons citer la pustule bactérienne dûe à *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines* (Arné, 2002), les maladies fongiques, la cercosporiose (*Cercospora soja*) (Kokubun, 1991), les maladies virales (Potyvirus et Comovirus) (Shanmugasundaram et Yan, 2010)... Celles-ci affectent les plantes tout en réduisant parfois considérablement le rendement. Pour en faire face, l'utilisation de variétés résistantes est recommandée de même que l'adoption de certaines pratiques culturales utilisée dans la lutte biologique.

2.8. Travaux réalisés sur le soja en Haïti

Deux essais d'adaptation de variétés ont été réalisés au département phytotechnie de la FAMV en 1984 et en 2002 sur la ferme expérimentale de Damien (Félix, 1984 ; Arné, 2002). Pour le premier, il a eu seize (16) lignées de soja en provenance d'INTSOY au Texas., le rendement a varié de 350.41 kg/ha pour la variété Williams 79 à 1908,36 kg/ha pour la lignée ACC 2121 (Félix, 1984).

Le deuxième essai a eu lieu en 2002, neuf (9) lignées venant de croisement et rétrocroisement à l'IITA ont été testés. TGX 1878-7 E et TGX 1893-7 F ont eu les meilleurs rendements soient respectivement 2.77 t/ha et 2.74 t/ha. La floraison et la maturité ont varié

de 30 à 40 jours et de 84 à 97 jours respectivement. Pour certaines des variétés, en découlait une faible nodulation ce qui implique une faible présence des souches de *Bradyrhizobium japonicum* au niveau de ces sols. Un nombre moyen de gousses par pied a été de 82 à 50 et de graines par gousses variant de 1.8 à 2.5. Et, les graines ont été petites et présentaient un poids moyen variant de 11.3 à 17.8 grammes pour 100 graines (Arné, 2002).

Treize ans plus tard, l'intérêt d'introduire d'autres variétés s'est manifesté. En Avril 2014, une étude exploratoire a été réalisée à Porto Rico sur des parcelles d'expérimentation de soja. L'objectif a été d'identifier des lignées ou des variétés adaptées et les essayer à la 4e section de la commune de Saint-Marc. Plus de 100 lignées de diverses provenances : Japon, Brésil, Argentine... étaient à l'essai. Le cycle de production était d'environ 4 mois et des problèmes phytosanitaires se présentaient (AKOSAA, 2014).

Enfin, un essai a été réalisé de Février à Avril 2015 sur 29 variétés de soya-edamame provenant des USA. Les cinq plus performantes ont été sélectionnées. A celles-ci viennent s'ajouter deux variétés nouvellement introduites de la même provenance pour pouvoir réaliser un essai pendant la période hivernale 2015-2016 (AKOSAA, 2015). Ainsi, cette recherche a visé à retrouver, parmi ces lignées de soya-edamame, celles qui soient assez performantes. L'essai a été mis en place à Lalouère, 4^e section de la commune de St-Marc.

CHAPITRE III

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Présentation du milieu expérimental

L'essai s'est réalisé à Lalouère, 4^e section communale de Saint-Marc. Cette section communale occupe une superficie d'environ 96 km². Elle est bornée par le bassin de l'Artibonite, les territoires montagneux de Charette et de Goyavier, la commune de Verrettes et la ville de St-Marc (Figure 1). Tenant compte de la disponibilité de l'eau, elle se divise en trois microclimats : plaine sèche, plaine irriguée et montagne semi-humide (BAC de Saint-Marc, 2000).

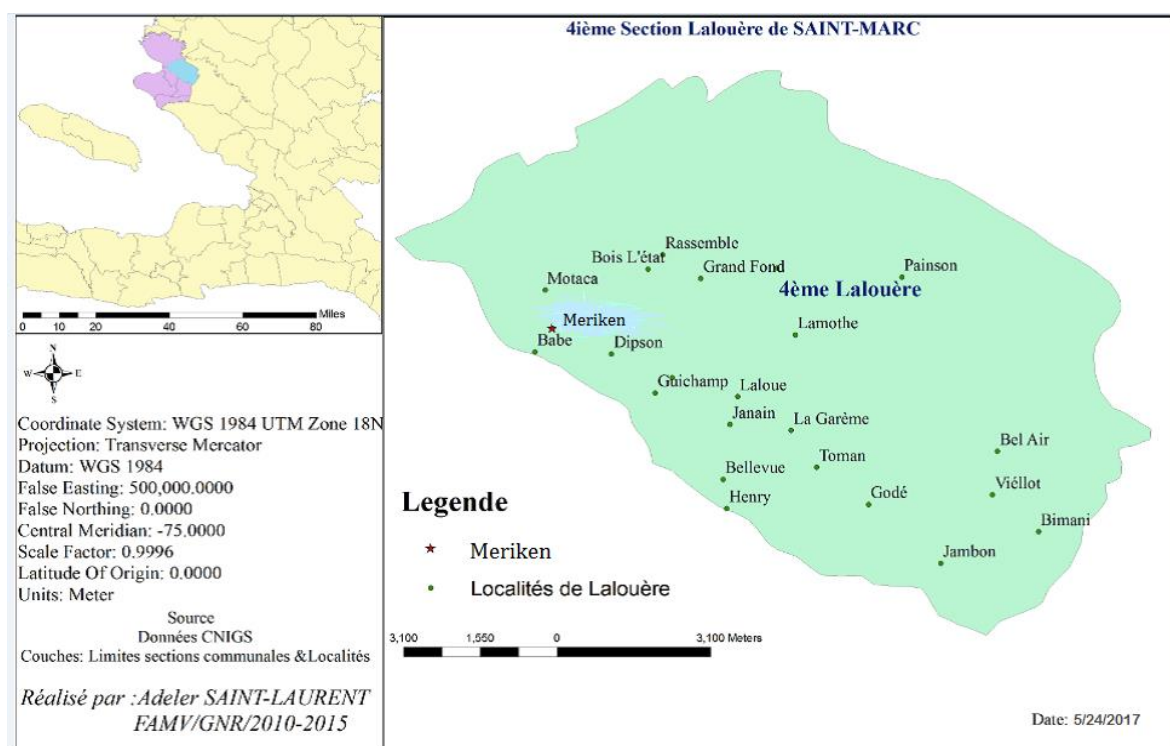


Figure 1. Carte de délimitation géographique de Lalouère (CNIGS, 2017)

L'essai a été mis en place dans une localité nommée Meriken. C'est une zone rurale, se situant à une distance d'environ 1.5 km, à l'Est de la ville de St-Marc. Des arbres fruitiers représentent la végétation dominante telle : manguier (*Mangifera indica*), arbre véritable (*Artocarpus altilis*), cocotier (*Cocos nucifera*) etc. L'agriculture et le commerce sont les activités majeures de la population. Deux types d'agriculture : irriguée et pluvial, sont rencontrés. Meriken fait partie de la plaine irriguée, les cultures sont quasi présentes pendant l'année. Les cultures les

plus pratiquées sont, par ordre d'importance : le riz, la banane, la patate douce et certaines légumineuses à graines comestibles comme le haricot, l'arachide et le pois inconnu. (CNSA, 2013). Le haricot est cultivé en hiver. De manière générale, la tomate, la patate ou le maïs est planté au printemps. En été, ces cultures cèdent la place au riz (Chéry, 2016).

Sur le plan pédologique, des sols de type alluvionnaire caractérisent les zones de plaine de Lalouère. Ceux-ci sont légèrement alcalins en indiquant un pH autour de 7.5. Ils présentent pour la plupart, une texture argilo-sableuse avec en moyenne : 50.5 % d'argile, 27 % de sable et 22.5 % de limon (Annexe 1). La matière organique se trouve autour de 4.5 % (AKOSAA, 2014). Deux types de structures sont généralement observés au niveau de ces sols: la structure finement dispersée et la structure massive ou compacte. (Oloferne, 2001)

Lalouère a un climat semi-aride. La figure 2 présente la température moyenne annuelle qui est autour de 27°C. Elle connaît deux (2) grandes périodes : une période fraîche allant du mois de Décembre au mois de Mars avec une température moyenne autour de 26⁰ C et une période chaude d'Avril à Novembre avec un pic en Août voisinant 30⁰ C (BAC de Saint-Marc, 2000).

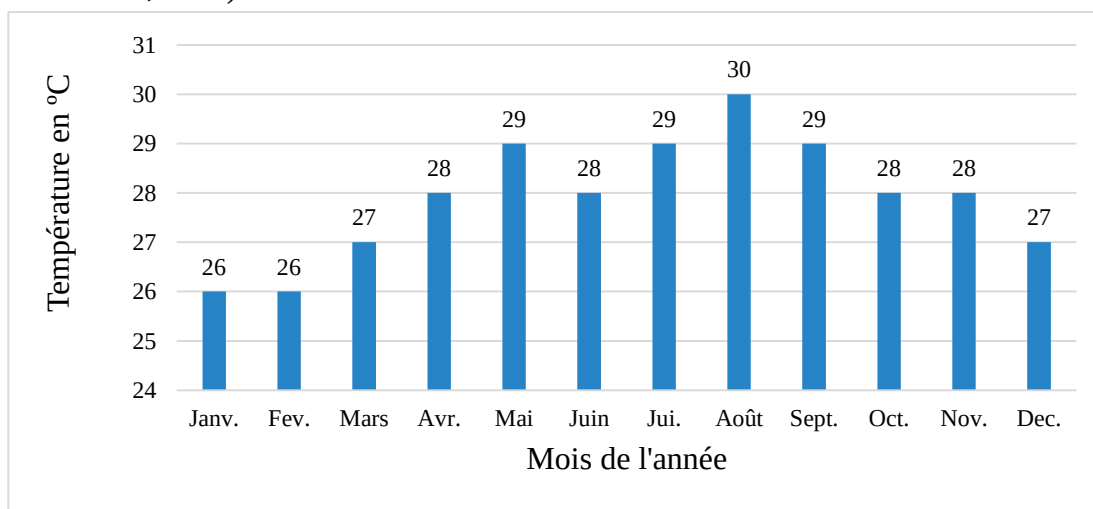


Figure 2. Températures moyennes mensuelles de Saint-Marc. (1990-2000)

Source : BAC de Saint-Marc

Lalouère reçoit une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 950 mm. Cette pluviométrie se répartit en deux grandes saisons : une période sèche qui s'étend de Novembre à Mars et une période pluvieuse qui part d'Avril à Octobre avec son sommet d'environ 156 mm de pluie en Juillet (Figure 3).

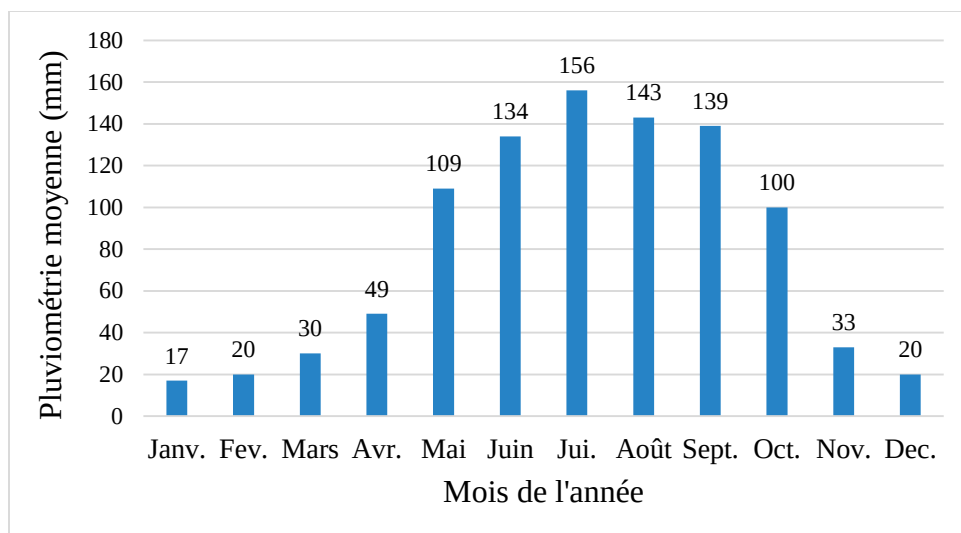


Figure 3. Pluviométrie moyenne de la commune de Saint-Marc (1990-2000)

Source : BAC de Saint-Marc

3.2. Matériels

Pour mener cette étude, trois types de matériels ont été utilisés. Tout d'abord, des matériels physiques constitués d'outils pour la collecte des données et des outils de travail agricole, ensuite des matériels biologiques sur lesquels se porte l'étude. Enfin, des matériels chimiques pour assurer une certaine protection des plantules.

a) Matériels biologiques

Dans le cadre de cet essai, sept (7) phénotypes de soya-edamame provenant d'USDA ont été utilisés. Une variété locale de haricot noir a été utilisée à titre indicatif de nombre de rendement puisque le soya peut donner des rendements 3 à 4 fois plus élevés que le haricot.

Tableau 1. Caractéristiques générales de la variété de haricot noir (DPC 40)

Paramètres	Valeurs/Caractéristiques
Types de croissance	Arbuste à croissance indéterminée
Hauteur de plante (cm)	65 – 70
Nombre de jours à la floraison	37 – 40
Nombre de jours à la récolte	80 – 90
Nombre de gousse par plante	28 – 32
Nombre de grains par gousse	6 – 7
Poids de 100 grains (g)	18 – 22

Source : IDIAF, 2007 cité par Chéry, 2016

Tableau 1. Caractéristiques des lignées de soya-edamame provenant d'USDA.

Lignée	Croissance	Jours : floraison	Jours : récolte	gousses par pied (moy.)	Poids de 100 graines (moy.)	Rdt moy. (t/ha)
Crocket	Dét.	27 à 30	79 à 81	27 à 32	20 à 25g	2.2 à 2.6
Kosamame	Indét	29 à 31	77 à 79	19 à 22	15 à 20 g	1.1 à 1.4
N09-8287	Dét.	29 à 30	96 à 98	39 à 42	30 à 35 g	6.0 à 6.4
N09-8385	Dét.	27 à 29	91 à 94	24 à 29	30 à 35 g	4.3 à 5.0
SC97-1821	Dét.	26 à 28	81 à 83	25 à 28	25 à 35 g	2.9 à 3.9
TC09AXB832-1-8	Dét.	29 à 31	90 à 92	36 à 44	30 à 35 g	4.6 à 5.9
TCWN1011-281	Dét.	30 à 32	87 à 89	40 à 50	30 à 40 g	5.3 à 5.9

Source : CEROM, 2016. Symboles : (in) Dét. : (in) déterminée ; Moy. : Moyenne ; rdt : rendement

b) Matériels chimiques

Deux matériels chimiques ont été utilisés : des engrais pour favoriser le développement des plantes et des pesticides choisis en fonction des ravageurs et maladies identifiés.

Tableau 2. Les pesticides utilisés dans le cadre de l'essai

Pesticides	Nature	Matière Active	Dose	Mode d'action	Formulation
Actara (250g/kg WDG)	Insecticide	25% Thiamethoxan	0.2 kg/ha	Systémique	Granulé dispersable
Carbaryl	Insecticide	Metalaxyl-M/ Mancozeb	2kg/ha	Systémique	Granulé dispersable
Diazinon (48EC)	Insecticide	0,0-diethyl 0-(2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidyl) phosphorique (48%)	1kg/ha	Systémique	Huile

Tableau 3. Engrais utilisés dans le cadre de l'essai.

Engrais	Résultats			
	N-P-K	N Kg /ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O kg/ha
Engrais complet	16-10-10	150.87	93.94	93.94
urée	46-0-0	149.8		
Engrais foliaire	20-20-20	5.7	5.7	5.7
	Total(NPK)	305.7	99.64	99.64

3.3. Dispositif expérimental

Sur un espace agricole présentant environ une pente de 1% allant du Nord au Sud, l'essai a été mis en place. Suivant la pente du terrain, le dispositif en blocs complets aléatoires (DBCA) avec quatre répétitions a été adopté. Chaque bloc a été constitué de huit (8) unités expérimentales orientées de façon perpendiculaire au sens de la pente. Huit (8) phénotypes y ont été distribués de manière aléatoire à raison d'un phénotype par parcelle. Ce qui correspond à 32 unités expérimentales. Chaque unité expérimentale a été composée de 5 billons de 4,2 m de long et de 0.6 m de large. Les blocs et les unités expérimentales ont été espacés de 2 m. L'essai a occupé une superficie de 1135,2 m² (Figure 4).

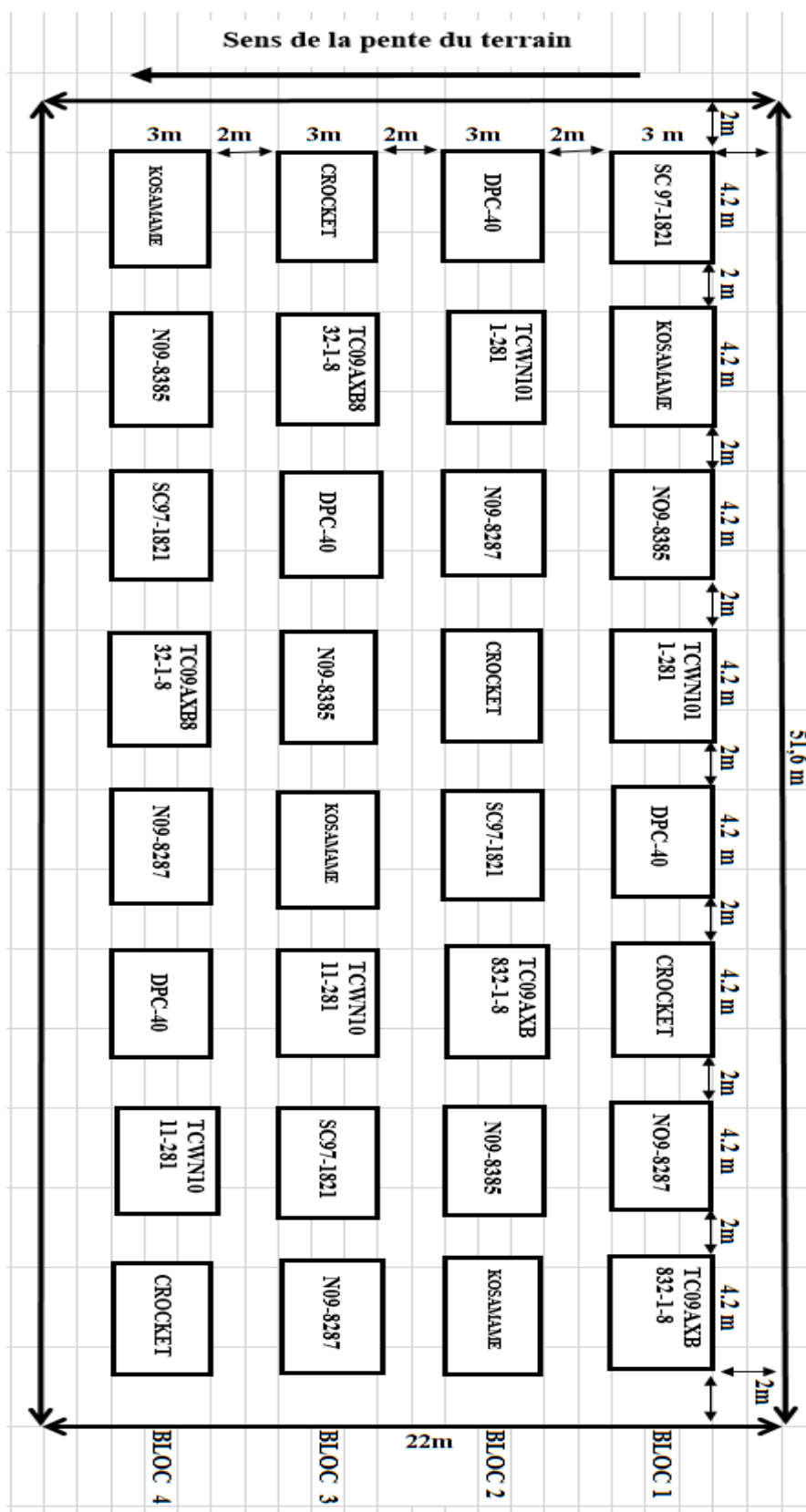


Figure 4. Croquis du dispositif expérimental

3.4. Mise en place de l'essai

Ce sol était occupé par une culture de riz comme précédent cultural. Après sa récolte, un temps de repos du sol d'un mois environ a été pris. Ensuite, le labourage a été réalisé avec une charrue motorisée. Trois jours plus tard, le sol a été hersé. En se servant de ruban métrique, de piquets et de ficelles, le tracé, les blocs et les parcelles élémentaires ont été réalisés. Au moyen de houes, les cinq billons de chaque unité expérimentale et la mise en place des canaux d'irrigation et de drainage ont été construits manuellement. Sur chaque billon, s'y trouve un nombre de 21 poquets, d'une profondeur de 2.5 à 3.5 cm, écartés entre eux de 20 cm.

Deux semences de soya-edamame ont été placées au niveau de chaque poquet au 2/3 de la hauteur des billons. Chaque parcelle a contenu 210 semences à raison de 42 semences par billon. Après extrapolation, la densité a été estimée à 166.667 plantes/ha. En dernier lieu, un panneau a été placé en identification de l'essai et des pancartes pour localiser les blocs et les lignées de chaque bloc.

3.5. Conduite et entretien de l'essai

Toutes les parcelles élémentaires ont été conduites et entretenues de façon similaire. Le semis a eu lieu le 10 Décembre 2015. Après le semis, le même jour, les parcelles ont été irriguées pour favoriser la germination et la levée des semences. Par la suite, des opérations d'irrigation hebdomadaires, en absence de pluies, ont été réalisées.

Des traitements phytosanitaires ont été effectués, à deux (2) dates respectives, pour limiter l'action des pestes. L'un a eu lieu le 12^e jour après semis pour faire face à des foyers de fourmis (*Solenopsis geminata*) et pour favoriser la levée des semences après regarnissage, le carbaryl (2 kg /ha) a été utilisé. Le second a eu lieu le 35^e jour après semis, suite à l'enroulement, à la consommation des feuilles par des chenilles (*Hedylepta indicata*) et (*Anticarsia gemmatilis*) et l'action des pucerons (*Aphis glycines*). Diazinon (1kg/ha) et Actara (0.2 kg/ha) ont été utilisés pour ce traitement

Un apport d'engrais complet (16-10-10) en bande a été réalisé 21^e jour après semis, pour favoriser un bon développement des plantes. Ensuite, un engrais foliaire 20-20-20 (54.5

ml/gallon) a été apporté le 35^e après le semis et l'urée (46-0-0) le 36^e jour. Ceux-ci ont été utilisés à la préfloraison vu que les semences n'ont pas été inoculées par *Bradyrhizobium japonicum*. Deux séances de sarclage ont été exécutées au cours du cycle de culture respectivement les 19^e et 34^e jours après semis.

3.6. Méthodes de collecte des données.

a) Taux de levée

Au 10^e jour après le semis, pour toutes les répétitions, le comptage des plantules levées a été réalisé séparément, la formule suivante a été utilisée pour déterminer le taux de levée moyen.

Taux de levée = (Nombre de plantules émergées / Nombre de grains semés)*100

b) Hauteur et diamètre des plantes

La hauteur et le diamètre des plantes ont été mesurés à trois reprises respectivement les 19^e, 26^e et 33^e jours après le semis au cours du cycle de production. La hauteur a été prise du collet jusqu'au bourgeon terminal et le diamètre autour du collet. Un échantillon de douze (12) plantes a été choisi aléatoirement en utilisant la fonction RANDBETWEEN de Microsoft Excel. Pour chaque unité expérimentale, six (6) plantes ont été marquées sur les trois billons centraux à raison de deux (2) plantes par billon et six (6) sur les deux billons latéraux à raison de trois (3) plantes par billon.

c) Détermination de la précocité à la floraison et à la récolte

Pour chaque parcelle considérée, la date à laquelle la floraison de plus de 50% des plantes a eu lieu, a été notée. De même que celle à la récolte où 95 % des gousses ont passé du vert au marron beige. La différence entre ces dates et la date de semis a donné le nombre moyen de jours mis par les lignées pour atteindre respectivement la floraison et la maturité physiologique.

d) Infestation par des ravageurs

Le comptage des plantes attaquées par des ravageurs a eu lieu à deux moments. La première a été réalisée 12 jours après le semis suite aux actions des fourmis et l'autre, le 28^e jour après le semis, sur les feuilles trifoliées face aux attaques des pucerons et des chenilles. Au niveau de chaque parcelle, le nombre de plantes attaquées a été noté. Une plante a été considérée comme

attaquée lorsqu'au moins une des feuilles a été perforée ou déformée par un insecte. Ces données ont été utilisées pour le calcul des taux d'attaque par des insectes en se servant de la formule suivante:

Attaques par insectes (%) = (Nombre de plantes attaquées/Nombre de plantes sur place)*100

e) Incidence des maladies et signe de carence.

Le pourcentage de plantes malades pour chaque cas enregistré a été calculé pour chaque variété. Sur chaque parcelle élémentaire, les cas d'apparition de maladies ont été répertoriés, identifiés sur base de leur symptomatologie et de leur étiologie. Pour identifier les maladies et les insectes, des photos ont été prises pour pouvoir les comparer avec les planches photographiques existantes, et si celles-ci s'avèreraient difficiles à identifier, des personnes compétentes dans le domaine ont été consultées. La formule suivante est utilisée pour exprimer le niveau d'attaque:

Incidence de la maladie (%) = (Nombre de plantes symptomatiques/ Nombre de plantes sur place) ×100

f) Production de biomasse aérienne et indice de récolte

Lorsque les plantes ont atteint le stade de remplissage des gousses, un échantillon de cinq plantes a été prélevé parmi les six (6) sélectionnées des billons centraux de chaque répétition et mis dans des sachets en papier pour le séchage au laboratoire. L'étuve a été calibré à 100 °C. Après être stabilisé, les échantillons y ont été placés pour être chauffés, pendant 24 heures, jusqu'à atteindre un poids constant.

g) La nodulation

Elle a été mesurée sur un échantillon de deux (2) plantes prélevées parmi les six plantes des billons latéraux par parcelle élémentaire. Avec soin, les plantes ont été arrachées avec leur système racinaire complet. Ensuite, les nodules ont été dénombrés sur place. Au laboratoire, après le séchage les nodules à l'étuve, leurs poids sec et leur diamètre ont été mesurés.

h) Mesure du rendement

Le nombre de plantes par hectare a été déterminé pour un carré de 2.25 m² où 46 plantes ont été prélevées pour chaque parcelle séparément. En utilisant la fonction RANDBETWEEN de Microsoft Excel, un nombre de trente (30) gousses ont été choisies de l'ensemble des gousses de ces plantes pour déterminer le nombre de grains par gousse. Ces grains ont été séchés au soleil jusqu'à des taux d'humidité avoisinant 12%, mesuré au moyen d'un humidimètre. Enfin, de l'ensemble, une centaine de grains a été choisie pour la pesée. Une balance de 0.1 gramme de précision, pouvant supporter un poids maximal de 2000 grammes a été utilisé.

3.7. Analyse statistiques des données

Ces différentes données ont été saisies sur Microsoft Excel pour le calcul des moyennes et des écart-types. Le logiciel R (version 2.13.2) a été utilisé pour faire l'analyse de variance. Dans le cas où les analyses révèlent des différences significatives entre les phénotypes, le test de Fisher a été utilisé pour détecter les lignées significativement supérieures, inférieures ou égales entre elles à 5% de probabilité ($p > 0.05$).

CHAPITRE IV

4. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Dans l'élaboration de ce chapitre, les données des tableaux sont présentées par colonne. Les valeurs, sous forme de moyenne $\pm$ écart-type ($\bar{y} \pm SD$), sont décrites par ordre de grandeur croissante.

4.1. Croissance des plantes

Eu égard à la croissance des plantes, la hauteur et le diamètre ont été les deux paramètres qui sont mesurés simultanément à trois dates respectives. Ensuite, les ramifications et la nodulation ont été mesurées et le port de la plante à partir des observations faites sur l'ensemble des plantes, tiges et de leur ramification.

a) Hauteur des plantes

Trois mesures de hauteur des plantes ont été réalisées à intervalle de sept jours. La première a été effectuée le 19^e jour après semis.

Tableau 4. Hauteur des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)

Matériel biologique	Hauteur moyenne (cm)		
	19 ^e jour	26 ^e jour	33 ^e jour
TC09AXB832-1-8	15.3 $\pm$ 1.05 a	19.3 $\pm$ 1.09 ab	24.2 $\pm$ 1.13 b
TCWN1011-281	14.9 $\pm$ 0.23 a	19.9 $\pm$ 0.49 a	26.2 $\pm$ 1.81 b
N09-8287	13.9 $\pm$ 0.48 b	18.1 $\pm$ 1.61 bc	24.2 $\pm$ 1.28 b
Crocket	12.5 $\pm$ 0.48 c	15.9 $\pm$ 0.80 d	20.7 $\pm$ 0.60 c
DPC 40	12.2 $\pm$ 0.20 c	17.5 $\pm$ 1.43 c	38.7 $\pm$ 4.80 a
N09-8385	11.9 $\pm$ 0.67 c	13.8 $\pm$ 0.84 e	15.3 $\pm$ 0.88 de
SC97-1821	11.7 $\pm$ 0.49 c	14.6 $\pm$ 0.51 de	16.5 $\pm$ 0.89 d
Kosamame	9.9 $\pm$ 0.65 d	11.6 $\pm$ 0.92 f	12.7 $\pm$ 0.64 e

a, b, c, ... : Les moyennes d'une colonne accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

Les analyses de variance et les résultats présentés dans le tableau 4 montrent que :

Au 19^e jour après le semis, la variété de haricot noir a accusé une hauteur moyenne de 12.2 cm. Pour les lignées de soya-edamame, une variation de la hauteur moyenne a été observée de 9.9 à 15.3 cm où des différences significatives ont été révélées suivant le test de Fisher. Les lignées TC09AXB832-1-8 et TCWN1011-281 ont été les plus hautes et la plus basse, la lignée Kosamame.

Au 26^e jour, le haricot noir (DPC 40) a eu une hauteur moyenne de 17.5 cm. Pour les lignées de soya-edamame, celle-ci a varié de 11.6 à 19.9 cm. Des différences significatives ont été observées suivant le test de Fisher. Les lignées TCWN1011-281 et TC09AXB832-1-8 ont été les plus hautes et la lignée Kosamame, la plus basse.

Au 33^e jour après semis, la variété de haricot noir a accusé une hauteur moyenne de 38.7 cm. Pour les lignées de soya-edamame, elle a varié de 12.7 à 26.2 cm. Encore, des différences significatives ont été révélées suivant le test de Fisher. Les lignées TCWN1011-281, N09-8287 ont été parmi les plus hautes alors que la lignée Kosamame la plus basse.

Les hauteurs ont varié de 17.8 à 49.3 cm sur la durée de la plantation de l'essai réalisé en 2002. (Tableau 8). Une des variétés a eu un développement végétatif plus important que les autres en l'occurrence, la TGX 1893-7 F avec une hauteur moyenne de 49.3 cm (Arné, 2002).

b) Diamètre des plantes

Ce fut la deuxième variable à être mesurée au même moment de la prise des hauteurs.

Les analyses de variance et les résultats présentés dans le tableau 10 montrent que :

Au 19^e jour après semis, la variété de haricot noir a accusé un diamètre de 0.31 cm. Pour les lignées de soya-edamame, le diamètre moyen a été de 0.26 à 0.32 cm. Des différences significatives ont été révélées suivant le test de Fisher. La lignée N09-8287 présentait le plus fort diamètre alors que la lignée Kosamame présentait le plus petit.

Une semaine plus tard, la variété de haricot noir a accusé un diamètre moyen de 0.40 cm. Se rapportant aux lignées de soya-edamame, le diamètre moyen a varié de 0.30 à 0.39 cm.

Des différences significatives ont été observées suivant le test de Fisher. La lignée TCWN1011-281 présentait le plus fort diamètre alors que la lignée Kosamame en présentait le plus petit.

Au 33^e jour après semis, la variété de haricot noir a accusé un diamètre moyen de 0.51 cm. Pour les lignées de soya-edamame, celui-ci a varié de 0.37 à 0.50cm. Des différences significatives ont été observées d'après le test de Fisher. Les lignées TC09AXB832-1-8 et SC97-1821 ont été parmi celles à diamètre moyen plus fort alors et la lignée Crocket, parmi celles présentant un diamètre moyen plus petit.

Tableau 5. Variation des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)

Matériel biologique	Diamètre moyen (cm)		
	19 ^e jour	26 ^e jour	33 ^e jour
N09-8287	0.32 ± 0.02 a	0.37 ± 0.04 ab	0.47 ± 0.07 abc
TCWN1011-281	0.32 ± 0.02 a	0.39 ± 0.03 ab	0.50 ± 0.02 ab
SC97-1821	0.32 ± 0.02 a	0.36 ± 0.02 b	0.46 ± 0.03 bc
DPC 40	0.31 ± 0.02 a	0.40 ± 0.03 a	0.51 ± 0.04 a
TC09AXB832-1-8	0.31 ± 0.01 a	0.38 ± 0.02 ab	0.46 ± 0.03 bc
N09-8385	0.31 ± 0.01 a	0.36 ± 0.02 b	0.44 ± 0.02 c
Crocket	0.27 ± 0.00 b	0.30 ± 0.02 c	0.38 ± 0.04 d
Kosamame	0.26 ± 0.01 b	0.30 ± 0.03 c	0.37 ± 0.04 d

a, b, c, ... : Les moyennes d'une colonne accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

c) Ramification et port de la plante

Les mesures concernant la ramification, évaluées à la récolte, ont révélé qu'elles sont en moyenne de 3.5 à 5.8. La variété TCWN1011-281 a porté plus de ramifications tandis que la lignée Kosamame en portait moindre. Des différences significatives ont été révélées. Sur la durée de la plantation, tous les phénotypes de soya-edamame présentaient un port dressé tandis que le haricot présentait un port rampant (Tableau 6).

Tableau 6. Ramification et port des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)

Matériel biologique	Ram. sec.	Port des plantes
TCWN1011-281	5.8 ± 0.36 a	Dressé
N09-8385	5.0 ± 0.22 b	Dressé
TC09AXB832-1-8	4.8 ± 0.61 bc	Dressé
SC97-1821	4.3 ± 0.33 cd	Dressé
Crocket	4.2 ± 0.26 cd	Dressé
N09-8287	4.1 ± 0.17 d	Dressé
Kosamame	3.5 ± 0.33 e	Dressé
DPC 40	3.1 ± 0.41 e	rampant

a, b, c, ... : Les moyennes d'une colonne accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

d) La nodulation

Aucun nodule n'a été sur les différentes lignées de soya-edamame. Cela s'explique par le fait qu'Haïti ne présente pas de culture traditionnelle de soja, de plus ces semences n'ont pas été inoculées par le *Bradyrhizobium japonicum*. L'essai effectué à Damien par Arné en 2002, a montré une faible nodulation des variétés; ce qui semble indiqué une faible présence des souches de *Bradyrhizobium japonicum* sur la ferme expérimentale de Damien.

4.2. Durée du cycle de reproduction

Le nombre de jours à la floraison a varié de 27 à 30 jours et celui à la maturité de 79 à 97 jours (Tableau 7). Des différences significatives ont été révélées entre les phénotypes. La lignée SC97-1821 a été la plus précoce et la TCWN1011-281, la plus tardive. Sous pression de ravageurs, la lignée Kosamame a dû être récoltée alors que des fleurs allaient apparaître, il serait important d'étudier le type de croissance indéterminée de celle-ci. Suivant l'essai réalisé par Arné en 2002, la floraison a varié de 30 à 40 jours et la maturité atteint de 84 à 97 jours respectivement. Celui-ci diffère peu des résultats de Lalouère : 27 à 30 jours et à la récolte (78 à 97 jours), bien qu'il s'agissait de variétés différentes. (Tableau 8).

Tableau 7. Variation de nombre de jours à la floraison et à la maturité des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).

Matériel biologique	Semis-Floraison	Semis-Maturité
DPC 40	41.8 ± 1.3 a	73.5 ± 0.6 h
TCWN1011-281	31.3 ± 1.0 b	87.5 ± 1.3 d
Kosamame	30.0 ± 1.4 bc	78.3 ± 1.0 g
N09-8287	29.8 ± 0.5 c	96.8 ± 1.0 a
TC09AXB832-1-8	29.8 ± 1.0 c	90.8 ± 1.0 c
Crocket	28.8 ± 1.0 cd	80.3 ± 1.0 f
N09-8385	28.3 ± 0.5 de	92.5 ± 1.3 b
SC97-1821	27.3 ± 0.5 e	82.0 ± 0.9 e

a, b, c, ... : Les moyennes d'une colonne accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

Tableau 8. Les paramètres adaptatifs des phénotypes de soja (Arné, 2002)

Nom des phénotypes	Hauteur (cm)	Jours à la floraison	Jours à la maturité
TGX 1844-18E	25.0	37	87
TGX 1866-12F	25.6	39	96
TGX 1869-31 E	17.8	30	86
TGX 1873-16 E	23.2	38	91
TGX 1878-7 E	27.1	37	87
TGX 1889-12 F	24.2	34	86
TGX 1893-7 F	49.3	40	97
TGX 1893-10 F	22.5	36	84
TGX 1894-3 F	23.0	37	88

4.3. Problèmes phytosanitaires

1. Les insectes : ils représentent les principaux ennemis rencontrés au niveau de l'essai.

Les plus importants sont les suivants :

a) Les fourmis (*Solenopsis geminata*)

Elles posaient leurs actions à la germination des semences. Elles consommaient l'embryon ou une partie de la semence mise en terre entraînant ainsi la non-levée de celle-ci.

b) Les chenilles (*Hedylepta indicata*) et (*Anticarsia gemmatalis*).

Elles constituent un véritable ennemi des feuilles, on les retrouve au niveau des lignées de la levée à la récolte. Elles attaquent toutes les lignées en consommant ou en accolant les limbes des feuilles tout en entraînant une réduction de la surface foliaire (figure 5).

c) Les pucerons (*Aphis glycines*).

Leur niveau d'attaque a été très élevé et ils produisent de la fumagine qui diminue considérablement la surface des feuilles et par conséquent l'efficacité de la photosynthèse. Toutefois, il faut aussi mentionner qu'en plus de la lutte chimique menée, cette espèce est régulée naturellement grâce à la présence importante des coccinelles qui sont leurs véritables prédateurs.

2. Les symptômes observés.

Très peu de contraintes physiologiques ont été rencontrées pendant l'étude. En voici la liste de ceux qui ont été répertoriés :

a) La chlorose.

Observée principalement sur la lignée N09-8385 du début de la floraison à la récolte. Elle serait due à l'alcalinité des sols de Lalouère. (fig. 5)

b) Le gaufrage des feuilles.

Celui-ci se manifeste par le recroquevillement des feuilles par l'action des pucerons. Ce qui va entraîner une réduction de la photosynthèse.

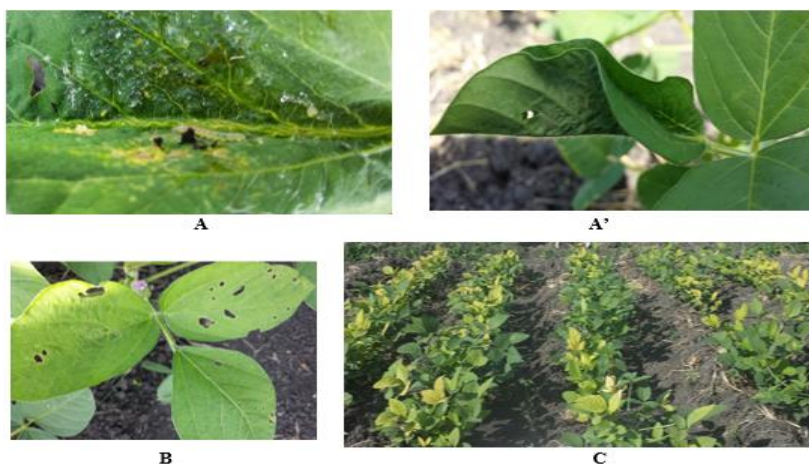


Figure 5. A et A' : Feuilles attaquées par des chenilles. B : Ravage des insectes
C : Chlorose observée sur la lignée NO9-8385.

a) Pourcentage d'attaques par des insectes.

Les analyses de variance et les résultats présentés dans le tableau 9 montrent que :

Au 12^e jour après le semis, la variété de haricot noir a été faiblement attaquée avec 14.8 % d'attaques. Avec les lignées de soya-edamame, le pourcentage de plantes attaquées par des fourmis a varié 14.8 à 44.3 %. Des différences significatives ont été observées d'après le test de Fisher. La lignée TC09AXB832-1-8 a été parmi les plus affectées par les fourmis alors que la lignée Crocket a été parmi les moins attaquées.

Tableau 9. Incidence des ravageurs les phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).

Matériel biologique	Incidence des ravageurs(%)		
	12 ^e jr (<i>Solenopsis geminata</i>)	28 ^e jr (<i>Hedylepta indicata</i>) **	28 ^e jr (<i>Anticarsia gemmatalis</i>) **
TC09AXB832-1-8	44.3 ± 18.1 a	3.4 ± 1.0 ab	4.1 ± 0.5 a
N09-8385	40.5 ± 10.6 ab	3.0 ± 1.8 ab	3.5 ± 2.4 ab
N09-8287	39.4 ± 11.6 ab	4.9 ± 2.5 a	3.1 ± 3.1 ab
TCWN1011-281	38.1 ± 8.5 ab	2.5 ± 1.8 ab	1.7 ± 1.1 b
Kosamame	30.4 ± 8.1 bc	2.4 ± 1.8 ab	3.3 ± 1.2 ab
SC97-1821	21.7 ± 5.9 cd	4.4 ± 2.4 a	2.7 ± 1.2 ab
Crocket	15.5 ± 2.1 d	2.9 ± 2.1 ab	3.1 ± 0.7 ab
DPC 40	14.8 ± 3.9 d	0.6 ± 0.7 b	1.5 ± 0.4 b

** : Mesures effectuées sur les feuilles trifoliées.

a, b, c, ... : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

Au 19^e jour, après la première application d'insecticides, les foyers de fourmis ont été détruits et un taux de levée acceptable après regarnissage a été observé. Cette situation observée peut être due à l'efficacité du produit phytosanitaire utilisé.

Au 28^e jour après le semis, le pourcentage de plantes possédant une feuille enroulée par des chenilles a varié de 0.6 à 4.8%. Encore, des différences significatives ont été observées d'après le test de Fisher La lignée N09-8287 a été la plus affectée par ces attaques.

Aussi, s'observaient des dégâts d'insectes sur les feuilles dont le pourcentage a varié de 1.7 % pour la TCWN1011-281 à 4.1 % pour la lignée TC09AXB832-1-8. Des différences significatives ont été observées entre les lignées. La variété de haricot noir DPC 40 a été faiblement affectée par les insectes pendant l'étude.

Dans le cas de l'essai réalisé par Arné, trois espèces d'insectes posaient leurs actions. Un d'entre eux se trouve aussi à Lalouère : *Hedylepta indicata* et les deux autres : *Nezara viridula* et *Cerotoma sp.* ne s'y trouvaient pas.

b) Incidence du gaufrage des feuilles et de la chlorose sur NO9-8385

Au 28^e jour après le semis, le pourcentage de plantes possédant une feuille gaufrée en réaction des pucerons a varié de 19.6 à 61.6 %. La lignée N09-8287 a été la plus affectée et SC97-1821, la moindre (Tableau 10). Aucune trace de gaufrage n'a été observée sur Crocket et la variété de haricot noir DPC 40. Des différences significatives ont été révélées d'après le test de Fisher.

Aussi, un cas de chlorose a été observée sur la lignée NO9-8385 depuis la pré-floraison jusqu'à la récolte. Elle débutait par un changement de couleur de la dernière feuille trifoliée qui jaunisse après, jusqu'au dessèchement et mort de la plante. Les plantes, suivant le niveau de chlorose, ont été comptées et cotées. Plus de 50% des parcelles ont été affectées.

Tableau 10. Incidence du gaufrage sur les phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).

Matériel biologique	Incidence (%)	Indice d'affectation
N09-8287	61.6 ± 19.9 a	4
Kosamame	61.1 ± 27.4 ab	4
TCWN1011-281	37.8 ± 6.3 bc	2
N09-8385	28.0 ± 26.1 c	2
TC09AXB832-1-8	22.1 ± 7.0 cd	2
SC97-1821	19.6 ± 13.2 cd	1
Crocket	0.0 ± 0.0 d	0
DPC 40	0.0 ± 0.0 d	0

a, b, c, ... : Les moyennes d'une colonne accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

4.4. Adaptation reproductive

Ce sous chapitre comprend les composantes de rendement, la biomasse aérienne, l'indice de récolte et le rendement en grains des variétés.

Les analyses de variance et les résultats présentés dans le tableau 11 montrent que :

a) Nombre moyen de gousse par pieds

La variété de haricot noir a eu un nombre moyen de 8.3 de gousses par pied. Avec, les lignées de soya-edamame, le nombre moyen de gousses par pied a varié de 43.7 à 19.7. La lignée TCWN1011-281 a eu le nombre de gousses le plus élevée tandis la variété Kosamame en possédait le moindre. Des différences significatives ont été observées suivant le test de Fisher à 5 % de probabilité.

Tableau 11. Les composantes de rendement des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).

Matériel biologique	Nombre de gousses par pied	Nombre de graines par gousses	Poids de 100 grains (en gr)
TCWN1011-281	43.7 ± 3.4 a	2.5 ± 0.1 b	32.4 ± 0.7 a
N09-8287	41.2 ± 1.5 ab	2.4 ± 0.3 bcd	32.3 ± 0.6 a
TC09AXB832-1-8	38.6 ± 4.6 b	2.2 ± 0.1 d	30.8 ± 0.7 b
Crocket	28.0 ± 4.3 c	2.3 ± 0.1 cd	21.7 ± 0.7 d
SC97-1821	26.9 ± 1.2 c	2.2 ± 0.1 d	27.8 ± 1.3 c
N09-8385	25.8 ± 2.4 c	2.2 ± 0.0 d	31.8 ± 0.3 ab
Kosamame	19.7 ± 4.3 d	2.5 ± 0.1 bc	16.1 ± 1.5 e
DPC 40	8.3 ± 0.5 e	5.5 ± 0.2 a	28.9 ± 0.9 c

a, b, c, ... : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

b) Nombre moyen de grains par gousse

La variété de haricot noir a eu un nombre moyen de 5.5 de graines par gousse. Se rapportant aux lignées de soya-edamame, le nombre moyen de grains par gousse a varié de de 2.5 pour la lignée TCWN1011-281 à 2.2 pour la lignée SC97-1821. Des différences significatives ont été observées suivant le test de Fisher à 5 % de probabilité.

c) Poids de 100 grains

Le poids de 100 grains a varié de 16.1 à 32.4 grammes. La lignée TCWN1011-281 présentait le poids de 100 grains le plus élevé tandis la lignée Kosamame en présentait le plus petit. Des différences significatives ont été observées entre les lignées. A noter que la variété de haricot noir a eu un poids de 29.8 grammes pour 100 grains.

Suivant l'essai réalisé par Arné en 2002, un nombre moyen de gousses par pied a été de 82 à 50 et celui de graines par gousses de 1.8 à 2.5. Ceux-ci ne présentent aucune différence par rapport à ceux de Lalouère. Les graines ont été petites et présentaient un poids variant de 11.3 à 17.8 pour 100 grains. Une différence de plus de 15 grammes s'observait par rapport aux poids de 100 grains des récentes variétés introduites. Cette différence se rapporte à la génétique du matériel biologique. :

d) Rendement.

Le rendement a varié de 1.3 à 6.1 t/ha. La lignée N09-8287 a eu le rendement le plus élevé tandis que la lignée Kosamame en présentait le plus petit. DPC 40, la variété de haricot noir a eu un rendement de 1.4 t/ha qui est légèrement supérieur à la variété Kosamame (1.3 t/ha) sans différence significative entre elles. Dans l'ensemble, des différences significatives ont été révélées entre les phénotypes suivant le test de Fisher. (Tableau 12).

Tableau 12. Rendement des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40)

Matériel biologique	Rendement
N09-8287	6.1 ± 0.7 a
TCWN1011-281	5.5 ± 0.2 a
TC09AXB832-1-8	5.5 ± 0.6 a
N09-8385	4.6 ± 0.4 b
SC97-1821	3.2 ± 0.5 c
Crocket	2.3 ± 0.4 d
DPC 40	1.4 ± 0.2 e
Kosamame	1.3 ± 0.1 e

a, b, c, ... : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

Eu égard aux essais réalisés à la plaine de Cul de Sac, le rendement en grains obtenu a varié de 350.41 à 1908,36 kg/ha (Félix, 1984) et de 0.7 à 2.8 t/ha pour les variétés de l'essai réalisé par Arné en 2002. En définitive, toutes les lignées étudiées avaient montré une bonne adaptation et bon potentiel de rendement. En termes de rendement réel, une différence de 0.6 à 4.2 t/ha, entre l'essai réalisé à Lalouère et les deux de Damien, est obtenue (Tableau 14 et 15). Cela pourrait s'expliquer par les caractéristiques génotypiques des variétés et des conditions des zones de l'essai plus précisément en termes de pH des sols : Plaine du Cul de Sac (pH 8 à 8.7) et Lalouère (pH 7.5 en moy.)

Tableau 13. Rendements des phénotypes de soja (Félix, 1984).

Nom des phénotypes	kg/ha
ACC 2120	1908.36
Imperial Pelican	1881.25
SJ2	1669.42
IG-H 24	1612.52
Foster	1379.46
UFV-I	1273.44
COBB	1010
Jupiter	943.67
Ecuador 2	933.5
UFV-I(BP ₂)	844.43
Alame	829.3
Davis	769.9
Ranson	685.91
Bossier	678.75
Williams 79	350.41

Tableau 14. Résultats reproductifs des phénotypes de soja (Arné, 2002)

Nom des phénotypes	Nombre moyen de gousses/pied	Nombre moyen graines/gousse	Poids 100 graines en gr.	Rendement (kg/ha)
TGX 1844-18E	54.0	2.2	11.3	1101.0
TGX 1866-12F	54.0	2.5	11.8	2248.9
TGX 1869-31 E	55.0	2.2	12.2	1516.8
TGX 1873-16 E	59.0	1.8	14.5	1791.7
TGX 1878-7 E	60.0	2.1	11.3	2765.0
TGX 1889-12 F	57.0	2.3	12.1	1291.6
TGX 1893-7 F	49.3	2.3	15.0	2740.4
TGX 1893-10 F	60.0	2	17.6	884.8
TGX 1894-3 F	50.0	2.3	17.8	706.9

e) Biomasse aérienne

Pour la variété de haricot noir DPC 40, la biomasse aérienne était autour de 6.0 t/ha. Pour les lignées de soya-edamame, elle a varié de 8.0 à 4.0 t/ha. Cela s'explique par le fait que les échantillons ont été brûlés jusqu'à la disparition de leur eau de constitution. La lignée TCWN1011-281 a eu la plus pour la plus forte biomasse aérienne tandis que la lignée Kosamame a eu la plus petite. Des différences significatives ont été observées entre les lignées suivant le test de Fisher. Vu que les échantillons ont été un peu brûlés lors du séchage à 120 °C. Il serait recommandé de les chauffer autour de 80 à 90 °C à l'étuve.

f) indice de récolte

L'indice de récolte a varié de 0.52 à 0.63. La lignée SC97-1821 présentait l'indice de récolte le plus élevé et la lignée TCWN1011-281 présentait le plus petit. Des différences significatives ont été observées entre les lignées suivant le test de Fisher. L'indice de récolte était autour de 0.38 pour la variété de haricot noir (DPC 40).

Tableau 15. Biomasse aérienne et indice de récolte des phénotypes de soya-edamame et du haricot noir (DPC 40).

Matériel biologique	Biomasse aérienne.	Indice de récolte
N09-8287	7.0 ± 1.1	0.54 ± 0.01 b
TCWN1011-281	8.0 ± 1.3	0.52 ± 0.04 b
TC09AXB832-1-8	6.3 ± 0.9	0.53 ± 0.02 b
N09-8385	5.7 ± 0.3	0.55 ± 0.02 b
SC97-1821	4.5 ± 0.5	0.63 ± 0.10 a
Crocket	4.5 ± 0.3	0.57 ± 0.02 b
DPC 40	6.0 ± 0.9	0.38 ± 0.01 c
Kosamame	4.0 ± 0.2	0.56 ± 0.01 b

a, b, c, ... : Les moyennes accompagnées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher.

CHAPITRE V

5. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ainsi, au cours de cette étude, nous avons déterminé le niveau d'adaptation de sept (7) lignées de soya-edamame (*Glycine max.* (L.) Merr.). Différentes variables, se rapportant aux développements végétatif et reproductif et à la phytosanitation, ont été étudiées.

Les résultats ont montré que les lignées ont été adaptées et performantes. Se rapportant aux paramètres végétatifs, les hauteurs et diamètre de la tige ont varié respectivement de 12.7 à 26.2 cm et de 0.37 à 0.5 cm. Les lignées TC09AXB832-1-8, TCWN1011-281 et N09-8287 ont été parmi celles présentant une hauteur et un diamètre plus grands. Du point de vue morphologique, toutes les variétés se comportent de la même façon en ayant toutes un port dressé. Le nombre de jours à la floraison a varié de 27 à 30 jours et celui à la récolte de 78 à 97 jours. Pour ces deux variables, N09-8287 a été la plus tardive et la lignée Kosamame, la plus précoce.

Se rapportant aux problèmes phytosanitaires, les lignées ont eu un comportement favorable vis-à-vis des maladies couramment rencontrées sur les légumineuses à graines comestibles dans le pays. Exception faite de la lignée N09-8385 qui a été fortement affectée par une chlorose face à l'alcalinité des sols de la zone de l'essai. L'action des ennemis de culture les plus courants présentaient un faible effet de la levée jusqu'à la maturité des plantes.

En ce qui a trait au rendement, toutes les lignées ont donné un rendement acceptable variant de 1.3 à 6.1 t/ha. Les plus performantes ont été, par ordre décroissant : N09-8287, TCWN1011-281 et TC09AXB832-1-8.

En somme, étant adaptées sur le plan végétatif, reproductif et phytosanitaire, les résultats ont parvenu à renforcer l'hypothèse. Cela s'explique vu que les variétés de soya-edamame s'adaptent aux conditions agro-écologiques de Meriken tout en donnant des rendements acceptables. Et, sur toutes les lignées, N09-8287 et TCWN1011-281 ont été les plus performantes avec respectivement 6.1 et 5.5 t/ha. DPC 40, la variété de haricot noir la plus cultivée dans la zone, a accusé un rendement de 1.4 t/ha légèrement supérieur seulement à la lignée Kosamame (1.3 t/ha).

Toutefois, une seule expérience ne suffit pas pour dire que ces lignées soient adaptées dans la 4^e section communale de Saint-Marc. Les recommandations suivantes en découlent :

- Vu que l'essai a été réalisé avec fertilisation et que le soya-edamame est une légumineuse pouvant fixer l'azote atmosphérique grâce au *Bradyrhizobium japonicum*. Il serait important d'inoculer les semences par les souches de *Bradyrhizobium japonicum* pour réaliser un essai et pour comparer les deux rendements obtenus.
- De reproduire l'expérience dans d'autres saisons et aussi dans d'autres localités ayant des conditions pédoclimatiques différentes de celles de Meriken tout en étudiant la croissance indéterminée de la lignée Kosamame.
- Réaliser des tests organoleptiques sur les différentes variétés pour celles qui conviendront les plus au goût des consommateurs haïtiens.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES

1. Bender O., Dumas C. et Saul C., 2007. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA). Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations. [PDF]. 461p. récupéré de <http://www.anses.fr/fr/system-files/NUT-Ra-Proteines/>
2. Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2006. Profil de la culture du soja au Canada. 52p. récupéré de http://www5.agr.gc.ca/resources/prod/doc/prog/prrp/pdf/soy_f.pdf
3. AKOSAA, (2014,14-17 Avril). Visite des fermes d'Isabella et de Mayaguez. [PDF]. 8p.
4. AKOSAA, 2014. Stratégie d'intervention pour la campagne de printemps 2014. 23p.
5. Arné, F. 2002. Essai de comportement de neuf (9) variétés de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) dans les conditions de plaine semi-humide (Cul-de-Sac, Damien). Mémoire de fin d'études agronomiques non publié. FAMV/UEH. 29p.
6. BAMISA, 2016. La culture du soja en zones tropicales. 15p. récupéré de <http://www.bamisagora.org>
7. BAMISA, 2016, Les semences de soja en culture familiale et paysanne. récupéré de http://www.bamisagora.org/b_document11c.html
8. Centre de recherche agricole, 2015. Fiche technique de culture du soja. 3p. récupéré de <http://www.agro-planet.e-monsite.com/medias/files/fiche-10-technique-soja/>
9. CETIOM, 2015. Guide de culture du soja. 20p. récupéré de [http://www.terresinovia.fr/fileadmin-cetiom/kiosque/guide soja 2015-guide soja CETIOM2015.pdf/](http://www.terresinovia.fr/fileadmin-cetiom/kiosque/guide%20soja%202015-guide%20soja%20CETIOM2015.pdf)
10. Cheryl K. et Matt E., 2015. Edamame. 4p. récupéré de <http://www.uky.edu/Ag/ccd/intosheets/edamame.pdf>
11. CNIGS, 2014. Carte de délimitation géographique de la 4^e section communale de Saint-Marc.
12. CNSA HAÏTI, 2009. Flash Info de la Sécurité Alimentaire. N° 4. [PDF] 8p.
13. CNSA/MARNDR, 2013. HAÏTI : Perspectives sur la sécurité alimentaire, 10p. récupéré de <http://www.cnsa509.org/haiti-perspectives-sur-la-securite-alimentaire-juillet-a-decembre-2014/>
14. DPC-40 IDIAF variedad de Habichuela Negra con resistencia a virus. 8 p. récupéré de http://www.idiaf.gov.do/i_tecnologico/pdf/a170b1_textocompleto.idiaf.habichuela.81.pdf
15. MARNDR, 2012. Recensement général de l'agriculture, 10p. récupéré de [http://agriculture.gouv.ht/statistiques agricoles/EnqueteExploitation/Dossier-Presentation/Occupations%20de%20sol.pdf](http://agriculture.gouv.ht/statistiques_agricoles/EnqueteExploitation/Dossier-Presentation/Occupations%20de%20sol.pdf)

16. FAO, 2014. Consommation de viande récupéré de <http://fao.org>meat>background>
17. Felix, J. F., 2014. Phytotechnie des légumineuses. Cours à la FAMV.
18. Fewes Net, Avril 2014. Haïti sécurité alimentaire en bref. 44 p.
19. Groupe technique AB de Franche Comté, 2012. Les fiches techniques : le soja. 2p. récupéré de <http://www.franche/comte.chambagri.fr/uploads-media-Fiche Culture Soja/>
20. Halmiton, M. 2007. Center for Environmental Farming Systems (CEFS): Production organique de l'edamame. N°3. [PDF]. 7p. récupéré de <http://www.oacc.info/DOCs/Cefs/Field Edamame f.pdf>
21. Hubert P. 1978. Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo récupéré de <http://www.agriculture.gov.mg/wp-content/uploads/2014/pdf/Haricot.pdf>
22. Kaiser C. et Ernst M., 2015. Edamame, 4p. récupéré de <http://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/edamame.pdf/>
23. Konovsky J., Lumpkin T.A., et McClary D., 2013. Edamame: the vegetable soybean. P.173-81. O'Rourke (Ed.), Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity. Haworth Press, Binghamton. récupéré de <http://www.soybean.uwex.edu/library/soybean/forage/Food Quality/Edamame-EDAMAME THE VEGETABLE SOYBEAN.html/>
24. Labat, E. 2013. Le soja : Influence de sa consommation sur la santé humaine et conséquences de l'expansion de sa culture au niveau mondial. Thèse de doctorat. 104p. récupéré de <http://www.thesesante.ups/tlse.fr29812013TOU32095.pdf/>
25. MARNDR, (2016, 29 Mars). Haïti - Agriculture : Résultats de l'enquête sur la production agricole nationale récupéré de <http://www.haitilibre.com/article-17010-haiti-agriculture-resultats-de-l-enquete-sur-la-production-agricole-nationale.html/>
26. Miles C. A., Lumpkin T.A et Zenz L., 2000. Edamame, 8p. récupéré de <http://www2.hawaii.edu/~theodore/Images/edamame.pdf>
27. MRJC-PADYP, 2013. Fiche technique de la culture du soja. 5p. récupéré de <https://wiki.africarice.net/download/attachments/17796140/fiche%20technique-soja.pdf?api=v2>
28. 2010, L'edamame, 1p. récupéré de http://www.nutrition.umontreal.ca/document/kiwi_club/edamame.pdf
29. Oloferne E., 2001. Diagnostic de la situation du Micro Bassin versant de Bois-l'Etat alimentant trois retenus collinaires dans la commune de Saint-Marc. Mémoire fin d'étude. FAMV, UEH.
30. PROMODEV, 2016. Elevage en Haïti. récupéré de <http://www.promodev.ht>elevage-en-haiti>
31. Shanmugasundaram S., Yan M.-R., 2010. Vegetable Soybean. Pages 427-460.

32. Shurtleff W. et Aoyagi A., 2005. Histoire de la production et du commerce mondial de soja. Partie 1. Récupéré le 3-18-2017 de http://www.soyinfocenter.com/HSS/production_and_trade1.php/
33. Soja. Dans Wikipédia. Récupéré le 6-20-2016 de <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Soybean>
34. Tremblay G., (2012,3 Janvier). Le Bulletin des Agriculteurs, La référence en nouvelles technologies agricoles au Québec. Légendes rurales: la fertilisation azotée du soja. 3p. récupéré de <http://www.lebulletin.com/autres/legendes-rurales-la-fertilisation-azotee-du-soya-texte-integral-38091>
35. Verville, J. 2003. Les légumineuses. 18p. récupéré de http://www.mapageweb.umontreal.ca/bruneaua/simon/chapitre11_legumineuses1
36. Vilain M., 2012. Méthodes expérimentales en agronomie. 2^e Ed. 424p. récupéré de <https://www.lavoisier.fr/livre/agriculture/methodes-experimentales-en-agronomie-2-ed/vilain/descriptif-9782743014186/>