



**UTILISATION DU POIS D'ANGOLE PÉRENNE (*Cajanus cajan*) EN SYSTÈME AGROFORESTIER, POUR UNE MEILLEURE CONSERVATION DES SOLS DE LALOUÈRE (4E SECTION COMMUNALE DE ST MARC, HAÏTI) SOUS CULTURE D'ARACHIDE (*Arachis hypogaea*)**

**Mémoire**

**Myriam Hyppolite**

**Maîtrise en Agroforesterie  
Maître ès sciences (M.Sc.)**

Québec, Canada

© Myriam Hyppolite, 2017

**UTILISATION DU POIS D'ANGOLE PÉRENNE (*Cajanus cajan*) EN SYSTÈME AGROFORESTIER, POUR UNE MEILLEURE CONSERVATION DES SOLS DE LALOUÈRE (4E SECTION COMMUNALE DE ST MARC, HAÏTI) SOUS CULTURE D'ARACHIDE (*Arachis hypogaea*)**

**Mémoire**

**Myriam Hyppolite**

Sous la direction de :

Patrice Dion, directeur de recherche

## RÉSUMÉ

Le pois d'Angole (*Cajanus cajan*) est une légumineuse à graine multifonctionnelle très cultivée en Haïti. Dans d'autres régions du monde, les variétés pérennes de cet arbuste sont souvent utilisées dans des systèmes agricoles pour la conservation du sol. Par ailleurs, la qualité des sols agricoles est l'une des préoccupations majeures de la population haïtienne. La localité de Chiquette est située dans une zone montagneuse confrontée à de graves problèmes de dégradation du sol causés par des pratiques inadéquates d'exploitation des terres. Dans le but d'améliorer la qualité du sol, cette étude a mis en place un système agroforestier incluant le pois d'Angole pérenne et l'arachide. Huit variétés de pois d'Angole pérenne nouvellement introduites en Haïti ont été mises à l'essai afin d'évaluer leur adaptabilité aux conditions agroécologiques de Chiquette. Des enquêtes ont été réalisées auprès des producteurs/trices de la zone afin de déterminer le potentiel d'adoption du système agroforestier et celui-ci a été établi pour l'évaluation de son impact sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol. La VAR8, très prometteuse (2061,2 kg/ha), s'est démarquée parmi l'ensemble des neuf variétés étudiées incluant la variété locale du pois d'Angole. Le système agroforestier a été bien adopté par les producteurs/trices de la zone principalement pour son apport alimentaire supplémentaire. Au cours de la première année de l'expérience, le système agroforestier n'a eu aucun impact sur le contrôle de l'érosion du sol ni sur le rendement de l'arachide. Des études ultérieures, visant à prolonger cette expérience, s'avèrent nécessaires afin d'évaluer durant plusieurs années l'effet du système agroforestier sur la conservation du sol et le rendement des cultures.

**Mots clés :** *Pois d'Angole, arachide, cultures en couloirs, qualité du sol, rendement*

TABLE DES MATIÈRES	
RÉSUMÉ .....	iii
Liste des acronymes.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Liste des figures.....	ix
AVANT-PROPOS .....	xi
1. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
1.1. Revue de littérature .....	2
1.1.1. Agroforesterie .....	2
1.1.2. Classification de l'Agroforesterie .....	3
1.1.3. Contribution écologique des systèmes agroforestiers .....	5
1.1.4. Stockage de carbone par les systèmes agroforestiers .....	5
1.1.5. Biodiversité et Agroforesterie .....	6
1.1.6. Amélioration de la qualité de l'air et de l'eau par l'Agroforesterie.....	7
1.1.7. Conservation du sol par l'agroforesterie .....	8
1.1.8. Méthodes de mesure des pertes de sol.....	10
1.1.9. Importance des légumineuses.....	12
1.1.10. Utilisations du pois d'Angole en association et en succession culturale ..	16
1.1.11. Contribution du pois d'Angole à la conservation du sol .....	17
1.1.12. Contribution d'un système agroforestier avec le pois d'Angole et l'arachide	17
1.1.13. Intérêts de l'agroforesterie en Haïti .....	19
1.2. Objectifs.....	20
1.3. Hypothèses de recherche .....	20
1.4. Territoire de l'étude .....	20
1.4.1. Cadre physique de l'expérience .....	20
1.4.2. Aperçu des conditions climatique et édaphique prévalant à Lalouère.....	21
1.4.3. Zones agroécologiques.....	22
1.5. Références.....	23
2. Évaluation de l'adaptabilité de neuf variétés de pois d'Angole aux conditions agroécologiques de Lalouère.....	28
2.1. Résumé.....	29
2.2. Introduction .....	30
2.3. Matériels et Méthodes .....	31
2.3.1. Site de l'expérience.....	31

2.3.2.	Matériel végétal.....	32
2.3.3.	Dispositif expérimental .....	32
2.3.4.	Entretien de l'essai.....	33
2.3.5.	Collecte des données.....	33
2.3.6.	Analyse des données.....	34
2.4.	Résultats .....	35
2.4.1.	Germination et levée des pois d'Angole .....	35
2.4.2.	Paramètres de croissance des pois d'Angole.....	36
2.4.3.	Rendement en gousses et en graines des variétés de pois d'Angole.....	37
2.5.	Discussion.....	39
2.6.	Conclusion .....	41
2.7.	Références.....	42
3.	Perception des producteurs/trices concernant la conservation du sol : potentiel d'adoption d'une technique agroforestière. ....	43
3.1.	Résumé.....	44
3.2.	Introduction .....	45
3.3.	Matériels et Méthodes .....	47
3.3.1.	Zone d'étude.....	47
3.3.2.	Collecte des données.....	47
3.3.3.	Analyse des données.....	48
3.4.	Résultats et Discussions .....	50
3.4.1.	Caractéristiques socio-économiques des répondants .....	50
3.4.2.	Perception des producteurs/trices concernant la dégradation du sol et les moyens de lutte contre cette dégradation.....	52
3.4.3.	Évaluation de l'adoption d'une technique agroforestière de conservation du sol	54
3.5.	Conclusion .....	58
3.6.	Références.....	60
4.	Évaluation de la performance du système agroforestier (pois d'Angole pérenne - Arachide) sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol à Chiquette .....	62
4.1.	Résumé.....	63
4.2.	Introduction .....	64
4.3.	Matériels et Méthodes .....	65
4.3.1.	Zone de l'essai.....	65
4.3.2.	Matériel végétal.....	66

4.3.3.	Dispositif expérimental .....	66
4.3.4.	Mise en place des bacs de sédimentation et des pointes d'érosion.....	66
4.3.5.	Collecte des données.....	66
4.3.6.	Analyse statistique des données .....	67
4.4.	Résultats .....	68
4.4.1.	Caractéristiques agronomiques des deux cultures .....	68
4.4.2.	Sédimentation au niveau des bacs et des pointes d'érosion .....	69
4.5.	Discussion.....	70
4.6.	Conclusion .....	71
4.7.	Références.....	72
5.	CONCLUSION GÉNÉRALE .....	73
5.1.	Vérification des hypothèses.....	73
5.2.	Limitation de l'étude .....	74
5.3.	Références.....	75
6.	ANNEXE .....	76

## Liste des acronymes

AKOSAA :	Valorisation et renforcement des capacités pour un accroissement de la sécurité alimentaire en Haïti
ANOVA :	Analyse de variance
CNIGS:	Centre National d'Information Géo-Spatiale
CNSA:	Coordination nationale de la sécurité alimentaire
CRDI :	Centre de Recherche pour le Développement International
ESMAP :	Energy Sector Management Assistance Program
FAMV :	Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV)
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GLASOD :	Global Assessment of Human Induced Soil Degradation
GLM :	Modèle linéaire généralisé
ICRAF:	International Centre for Research in Agroforestry
ICRISAT :	Institut de recherche sur les cultures des zones tropicales et semi-arides
LSD :	Least Significant Difference
MANRDR :	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural
MEDA :	Mennonite Economic Development Associates
PCBF :	Programme Canadien de bourses de la Francophonie
PNUD:	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
SEA :	Surface Équivalente Assolée
UEH :	Université d'État d'Haïti
VAR :	Variété

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Types de systèmes agroforestiers selon Torquebiau (2007) .....	4
Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques du site de l'essai et les méthodes d'analyse ...	32
Tableau 3 : Caractéristiques du cycle végétatif des neuf variétés de pois d'Angole .....	36
Tableau 4 : Comparaison des moyennes des paramètres de croissance des variétés de pois d'Angole.....	37
Tableau 5: Comparaisons des moyennes des variables de la composante du rendement	38
Tableau 6 : Avantages et inconvénients du système agroforestier (pois d'Angole pérenne et arachide) identifiés par les producteurs/trices (n= 26). .....	56
Tableau 7 : Moyennes de certains paramètres de croissance des variétés de pois d'Angole en système agroforestier .....	68

## Liste des figures

Figure 1 : Exemple de dispositif de mesure de pertes de sol au moyen de pointes d'érosion. ....	11
Figure 2 : Appréciation des agriculteurs de 2000 à 2004 par rapport aux cinq technologies d'utilisation des légumineuses au Malawi.....	13
Figure 3: Limite géographique de Lalouère, (CNGIS) .....	21
Figure 4 : Pouvoir germinatif des lignées de pois d'Angole utilisées dans l'expérience. ....	35
Figure 5 : Comparaison des rendements moyens en graines des 9 variétés de pois d'Angole.....	39
Figure 6 : Perception générale des répondants de la qualité du sol et de l'efficacité des techniques de conservation du sol utilisées. ....	54
Figure 7 : Comparaison des moyennes du rendement en graines de l'arachide avec les erreurs standards correspondantes. ....	69

## Liste des annexes

Annexe 1 : Dispositif du système en monoculture de pois d'Angole.....	76
Annexe 2 : Mise en place du dispositif en monoculture de pois d'Angole.....	76
Annexe 3 : Calendrier d'activités.....	77
Annexe 4 : Interaction du facteur temps et certains paramètres de croissance du pois d'Angole.....	77
Annexe 5 : Questionnaire de la fiche d'enquête.....	78
Annexe 6 : Séance de discussion en groupe avec les producteurs/trices de Chiquette ...	81
Annexe 7 : Technique de conservation du sol en pierre sèche utilisée à Chiquette .....	82
Annexe 8 : Dispositif expérimental du système agroforestier incluant le pois d'Angole et l'arachide .....	83
Annexe 9 : Parcelle élémentaire avec les dispositifs (bac de sédimentation et pointes d'érosion) pour l'évaluation de la conservation du sol par le système agroforestier. ....	84

## AVANT-PROPOS

Je tiens d'abord à remercier le DIEU TOUT-PUISSANT pour sa fidélité, sa grâce et sa protection à mon égard afin de boucler ces deux années d'études et de mettre à terme ce projet de recherche. J'exprime également ma gratitude à l'égard de toutes personnes morales et physiques qui m'ont appuyé tout au long de la formation et qui ont contribué à la réalisation de ce projet de recherche.

- Mes remerciements s'adressent spécifiquement à l'équipe du Programme Canadien de Bourses de la Francophonie (PCBF) et au projet AKOSAA pour leur encadrement et leur soutien.
- Je remercie d'une manière spéciale mon directeur de recherche, M. DION Patrice qui par sa disponibilité, son encadrement et ses conseils, a grandement contribué à la réussite de mon cheminement académique.
- Je remercie Mme Rachèle Lexidor, M. Abner Stény et M. Dany Résolus pour leur support dans la planification et la mise en place du projet de recherche en Haïti.
- J'adresse également ma gratitude à Catherine Mercier et Daniel Chéry pour leur appui dans la collecte des données.
- Ma reconnaissance va également à tous les professeurs de l'Université Laval qui ont contribué à ma formation ainsi qu'à tous mes amis à Québec.
- Un remerciement particulier à mon père Marc Antoine HYPOLITE et ma mère Denise MICHEL qui m'ont encouragé tout au long de mon parcours académique.

## 1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

La dégradation du sol découlant des phénomènes naturels ou induits par l'homme se manifeste soit par un déséquilibre des éléments nutritifs, soit encore par une désagrégation des assemblages élémentaires du sol. C'est un processus qui résulte de modifications physico-chimiques et biologiques défavorables (Mirsal, 2008). Environ 38 % des terres agricoles mondiales sont dégradées, la majorité de ces terres se trouvant généralement dans les pays du tiers-monde (en Afrique 65 % des sols agricoles sont dégradés, en Amérique centrale 74 %, en Amérique du Sud 45 %). Toutefois, la dégradation des sols agricoles est aussi bien réelle en Amérique du Nord (avec un taux de 26 % de dégradation) et en Europe (avec un taux de 25 %) (Scherr, 1999). Haïti est un pays montagneux également confronté à des problèmes de dégradation du sol. Celle-ci est souvent occasionnée par de mauvaises utilisations des terres (déforestation, surpâturage, cultures sur brulis) couplées à des pratiques agricoles non appropriées (Smolikovski et al., 1992). Haïti fait face à un recul continu du couvert forestier, malgré toutes les interventions dans ce domaine. Du début des années 80 à nos jours, la couverture forestière du pays est passée de 20 % à moins de 2 % du territoire (PNUE, 2010). Face à ce phénomène de déboisement, le pays se trouve dans une situation de vulnérabilité critique. Car le déboisement entraîne des retombées néfastes sur la société haïtienne, principalement sur le plan environnemental et agricole.

L'accroissement démographique et l'expansion des terres agricoles combinés à l'exploitation anarchique des ressources ligneuses, pour la production de bois d'œuvre et de bois de feu, sont des facteurs qui accélèrent le déboisement en Haïti. D'après un rapport produit par l'ESMAP en 2007, l'énergie provenant de la biomasse est la forme d'énergie la plus utilisée dans le pays, puisqu'environ 70 % des besoins énergétiques à l'échelle nationale sont couverts par le bois de feu et le charbon de bois. Ainsi, l'impact du déboisement sur l'environnement se traduit par des changements climatiques, par une diminution de la qualité et de la quantité de l'eau et par une dégradation des sols. Par ailleurs, 60 % du territoire haïtien est cultivé sous des pentes de 20 à 80 % (Smolikovski et al., 1992). Ainsi, les mauvaises pratiques de gestion et d'utilisation des terres par les hommes amplifient le processus naturel de la dégradation des sols. Les sols dégradés deviennent sensibles à l'érosion hydrique, ce qui influence négativement la production agricole.

La commune de St-Marc, particulièrement la 4<sup>e</sup> section communale aussi nommée « Lalouère », est confrontée à certains problèmes de dégradation de sol en raison de la plantation des cultures sarclées, notamment l'arachide (*Arachis hypogaea*), en zone montagneuse. Ces pratiques contribuent à la dégradation physique et à la baisse de la fertilité du sol, sous l'effet de l'érosion hydrique. Cette situation entrave la productivité des cultures, ce qui entraîne des problèmes d'insécurité alimentaire dans la zone (AKOSAA, 2014). Face à cette situation, il faut trouver des stratégies permettant d'améliorer la capacité de production du sol afin de satisfaire les besoins alimentaires et économiques des habitants de la zone. Parmi les solutions envisageables en vue de permettre une meilleure conservation des sols, l'adaptation de certains systèmes agroforestiers aux conditions agroécologiques haïtiennes représente une voie prometteuse (König, 2007). S'inscrivant dans ce contexte, le présent projet de recherche porte sur un système agroforestier associant l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le pois Congo pérenne (*Cajanus cajan*, pois d'Angole). Ce projet est réalisé à Chiquette, une localité de Lalouère, dans le cadre du projet de l'Université Laval intitulé « Valorisation et renforcement des capacités pour un accroissement de la sécurité alimentaire en Haïti » (AKOSAA). Ce système agroforestier a fait l'objet de plusieurs études (Marshall, 1995 ; Rao et Mittra, 1994) et est fondé sur l'aptitude du pois d'Angole pérenne à améliorer la qualité du sol (Snapp, 2010).

## **1.1. Revue de littérature**

### **1.1.1. Agroforesterie**

Pratique très ancienne, l'intégration des arbres dans les champs est connue sous le nom d'agroforesterie depuis les années 1970. L'initiative de faire de cette pratique traditionnelle une discipline scientifique a été prise en vue de contrer certains problèmes découlant de la révolution verte, la déforestation, la dégradation de sol, la pollution de l'eau et de l'air, etc. (Nair, 2014). Le concept d'agroforesterie a été proposé par un groupe d'experts internationaux mandatés par le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) réfléchissant aux problèmes liés à la déforestation en milieu tropical (Bene et al. 1977). Avec la création en 1977, à Nairobi, au Kenya, d'un centre de recherche international, l'ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry), le concept « agroforesterie » a été institutionnalisé. Sous l'impulsion de l'ICRAF et de plusieurs autres organismes disséminés à travers le monde, cette discipline a pris un grand essor et a été incorporée dans les programmes nationaux de recherche agricole et forestière dans de nombreux pays en développement au cours des années 1980 et 1990 (Garrity, 2004). De par son caractère

interdisciplinaire, l'agroforesterie est reconnue comme une discipline nouvelle très prometteuse susceptible de répondre aux besoins du développement durable (Mallet et Depommier, 1997).

La notion d'« agroforesterie », s'est avérée difficile à définir. Vers les années 80, plusieurs définitions lui sont attribuées à travers la revue *Agroforestry Systems* (Alexandre, 2002). La définition reprise en 1993 par P.K.R. Nair, l'un des pionniers de l'agroforesterie, est la suivante :

Le terme agroforesterie est une appellation générique désignant les techniques et systèmes d'utilisation de la terre dans lesquels les ligneux pérennes sont utilisés de manière délibérée sur la même unité de gestion de la terre que les cultures agricoles ou l'élevage, en disposition spatiale ou séquence temporelle; il y a des interactions aussi bien écologiques qu'économiques entre les différentes composantes.

Plusieurs autres définitions ont vu le jour avec les mêmes éléments exprimés de façon plus explicite. Plus tard, Leakey (1996) a proposé une définition largement adoptée en raison de l'accent mis sur les fonctions environnementales de l'agroforesterie et il la définit « *comme un système dynamique à base écologique d'aménagement des ressources naturelles, qui, par l'intégration des arbres aux cultures et aux pâturages, diversifie et maintient la production des petits paysans en vue d'une amélioration sociale, économique et environnementale* ». La multidisciplinarité du terme « agroforesterie » complique sa définition. Lundgren et al. (1983), cité par Baumer (1997) définit les caractères spécifiques d'un système agroforestier, dans lequel on doit retrouver :

- Deux espèces vivantes au minimum en interaction écologique et/ou économique, dont l'une est ligneuse ;
- Deux produits ou services au moins provenant du système ;
- Un cycle de vie du système supérieur à une année ;
- Une complexité écologique et économique considérable.

Ces critères clés vont être utiles à l'identification des systèmes agroforestiers par rapport aux autres modes complexes d'exploitation de la terre. D'un autre côté, Gold et Garret (2009) caractérisent les systèmes agroforestiers par quatre mots en « i » : intentionnel, intensif, intégré et interactif, selon eux, ces quatre mots doivent faire partie intégrante de toute définition de l'agroforesterie.

### **1.1.2. Classification de l'agroforesterie**

Le potentiel de l'agroforesterie pour la gestion des terres et de l'environnement repose sur la complexité structurelle et fonctionnelle du mode d'utilisation des terres. De cette

complexité découlent plusieurs classifications de l'agroforesterie impliquant divers types de systèmes agroforestiers suivant leur nature, leur composition structurelle et temporelle et leurs objectifs (Nair, 1993; Atangana et al. 2014). Plusieurs critères peuvent être utilisés pour classer les systèmes agroforestiers. Torquebiau (2007) a proposé une classification d'une grande simplicité. Cette classification conserve uniquement les éléments structuraux facilement repérables permettant de caractériser un type agroforestier par simple observation visuelle et elle comprend cinq grandes catégories de systèmes (Tableau 1). Cette classification très globale laisse la place à l'identification de systèmes intermédiaires.

Tableau 1 : Types de systèmes agroforestiers selon Torquebiau (2007)

<b>Types de systèmes agroforestiers</b>	<b>Définition</b>	<b>Quelques exemples</b>
<b>Cultures sous couvert arboré</b>	Association de grands arbres à des cultures tolérant bien un certain ombrage	Parcs agroforestiers, champs complantés d'arbres
<b>Agroforêts</b>	Associations complexes et multiétagées avec de nombreuses ligneuses et non ligneuses ressemblant aux forêts tropicales	Jardins de case, jardins multiétagés, Jardins familiaux
<b>Agroforesterie en disposition linéaire</b>	Arbres disposés en alignement ou en rangées dans le paysage	Cultures intercalaires, cultures en couloirs, haies vives, brise-vents, bandes riveraines arborées
<b>Agroforesterie animale</b>	Associations entre arbres et animaux	Sylvopastoralisme, agrosylvopastoralisme, apisyliculture, aquisyliculture
<b>Agroforesterie séquentielle</b>	Succession des arbres et des cultures dans le temps, interaction indirecte par la modification du sol	Jachères améliorées, taungya, culture itinérante sur brûlis

Source : Torquebiau (2007)

Nair (1993), de son côté, a décrit quatre facteurs permettant de catégoriser les systèmes agroforestiers : (1) les facteurs structuraux, qui se réfèrent au mode d'agencement structurel et temporel des différentes composantes du système; (2) les facteurs fonctionnels comme

l'utilisation des légumineuses dans le système pour la conservation du sol, ou celle des brise-vents; (3) les facteurs socio-économiques, c'est-à-dire le niveau d'apport socio-économique du système et (4) les facteurs écologiques, c'est-à-dire la performance écologique du système dans le paysage. Cependant, il existe plusieurs autres classifications basées sur les systèmes traditionnels ou développés par la science.

### **1.1.3. Contribution écologique des systèmes agroforestiers**

Les arbres occupent une place prépondérante dans les écosystèmes agroforestiers, ils fournissent un large éventail de produits et de services socio-économiques et environnementaux très favorables. Plusieurs biens et services de l'agroforesterie découlent de la présence de l'arbre et de la diversité des systèmes agroforestiers (Alexandre, 2002). Parmi tous les services fournis par les systèmes agroforestiers, ce sont les avantages environnementaux qui seront approfondis dans cette section. Bon nombre de recherches (Alexandre, 2002; Tyndall et Colletti, 2007; Udawatta et Jose, 2011; Atangana et al. 2014) ont exposé l'ampleur de l'apport des systèmes agroforestiers dans l'environnement. Cette section va présenter quelques services écosystémiques et avantages environnementaux des systèmes agroforestiers comme la séquestration de carbone, la conservation de la biodiversité, la qualité de l'eau et de l'air et la conservation du sol.

### **1.1.4. Stockage de carbone par les systèmes agroforestiers**

Dans une perspective de changements climatiques, la séquestration de carbone par les plantes et le sol intéresse beaucoup le monde scientifique. Les arbres et le sol par leur capacité d'emmagasiner du carbone concourent à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les terres agricoles pourraient séquestrer une plus grande quantité de carbone si l'intégration des arbres dans les champs était gérée de manière intelligente (Albrecht et Kandji, 2003). Ainsi, un grand nombre d'études (Dixon et al., 1994; Schroeder, 1994; Albrecht et Kandji, 2003 et Nair et al., 2009) ont démontré le potentiel de certains systèmes agroforestiers dans l'atténuation des émissions de CO<sub>2</sub> dans les pays tant tropicaux que tempérés. Outre la séquestration de carbone, les systèmes agroforestiers contribuent également à réduire le recours aux combustibles fossiles en favorisant la production de bois de chauffage (Nair et al., 2009).

La quantité de carbone stockée dépend grandement du type de système agroforestier et de la zone géographique, car le potentiel de séquestration du carbone dépend des propriétés biologiques et chimiques du sol et du mode de gestion du site (Nair et al., 2009). Des études réalisées dans des régions tempérées ont montré que les systèmes agroforestiers ont un

potentiel de séquestration du carbone plus important que les systèmes de monoculture, les prairies ou les plantations forestières et doivent être considérés comme des puits « carbone » réels (Montagnini et Nair, 2004; Thevathasan et Gordon, 2004; Udawatta et Jose, 2011). Une étude réalisée aux États-Unis sur le potentiel de séquestration de carbone de trois systèmes agroforestiers (culture en couloirs, sylvopastoralisme et brise-vent) a également prouvé que l'agroforesterie est une pratique prometteuse pour la séquestration de carbone. Selon cette étude, le total de séquestration potentielle de carbone par l'agroforesterie aux États-Unis est estimé à 548,4 Tg an<sup>-1</sup>; ce niveau de séquestration équivaut à environ 34 % des émissions de CO<sub>2</sub> des États-Unis provenant des combustibles fossiles tels que le charbon, le pétrole et le gaz (1 600 Tg C an<sup>-1</sup>) ( Udawatta et Jose, 2011). Dans les pays du sud de l'Europe, les systèmes agroforestiers sont un moyen efficace pour réduire le risque d'incendie et la libération du carbone. Pour répondre aux exigences du protocole de Kyoto, le conseil européen du développement rural recommande l'agroforesterie en raison de son rôle de réduction des émissions de carbone et de sa contribution à la séquestration de carbone (Mosquera-Losada et al., 2011). Malgré tous les travaux déjà réalisés sur le rôle important des systèmes agroforestiers dans l'atténuation du changement climatique, beaucoup de recherches demeurent nécessaires dans d'autres régions et pour d'autres systèmes agroforestiers afin de mieux évaluer le potentiel de l'agroforesterie dans la séquestration de carbone.

#### **1.1.5. Biodiversité et Agroforesterie**

Étant un système très hétérogène et complexe, l'agroforesterie favorise le maintien de la biodiversité dans les pays tant tropicaux que tempérés. Atangana et al. (2014) ont proposé des hypothèses capables d'expliquer une conservation optimale de la biodiversité au sein des systèmes agroforestiers. Selon cette étude, l'adoption des systèmes agroforestiers conduit à une réduction de la déforestation. Ces systèmes créent de nouveaux habitats et des ressources pour des espèces animales et végétales qui ne peuvent pas survivre dans des milieux strictement agricoles et qui nécessitent en partie un milieu forestier. Toutefois, ces hypothèses sont valables si le paysage agroforestier est composé de cultures et/ou de pâturages accompagnés d'une grande couverture arborée très diversifiée, car la biodiversité du système agrosylvopastoral est significativement plus élevée qu'un système agro sylvicole et encore plus qu'une monoculture (Atangana et al. 2014). D'autres auteurs (Perfecto et al., 1996, Moguel et Toledo, 1999) ont montré qu'un système agroforestier à base de caféier nommé cultures sous ombrage détient un plus grand potentiel

d'amélioration de la biodiversité que les autres pratiques agricoles traditionnelles. Ainsi le potentiel de conservation de la biodiversité dépend du type de système agroforestier.

Sous les tropiques, d'autres systèmes agroforestiers sont également étudiés pour leur capacité à conserver la biodiversité. C'est notamment le cas des jardins de case nommés également jardins villageois ou familiaux, qui sont bien connus pour leur diversité floristique. Une étude réalisée en Thaïlande sur 60 jardins familiaux a dénombré entre 15 et 60 espèces végétales différentes, dont au minimum 10 espèces non domestiquées dans chaque jardin (Bunning et Hill, 1996). En Haïti, les jardins de case sont des systèmes agroforestiers très répandus dans le pays. À Salagnac, dans le département des Nippes, une étude faisant un inventaire des jardins de case a trouvé un indice de Shannon au niveau de la strate arborée qui varie de 0,5 à 2,3 suivant le type de jardin. En effet, il existe en Haïti une variabilité de la diversité des espèces au sein des jardins de case selon la structure ou le type de jardin (Jean-Denis et al., 2014). En Europe, on soutient la mise en place des systèmes sylvopastoraux pour la conservation de la biodiversité. En effet, le système sylvopastoral exige des infrastructures et des bâtiments minimaux ne dégradant pas le paysage et il utilise principalement des ressources naturelles comme fourrage ou résidus de récolte. Toutefois, le potentiel des systèmes sylvopastoraux pour la conservation de la biodiversité dépend également du climat et du mode de gestion de ce système intégré multifonctionnel (Rigueiro-Rodríguez A., 2011).

#### **1.1.6. Amélioration de la qualité de l'air et de l'eau par l'agroforesterie**

En plus de stocker le carbone, certains systèmes agroforestiers contribuent autrement à purifier l'air en diminuant les odeurs et en limitant de la poussière. Les brise-vents sont reconnus pour purifier l'air en réduisant l'érosion éolienne et la quantité de particules dans l'air. Ils sont également utilisés pour atténuer les odeurs émanant des bâtiments d'élevage, des systèmes de stockage des fumiers et des terres agricoles contenant du fumier. Souvent les systèmes d'atténuation d'odeurs sont utilisés pour des sources bien spécifiques de production d'odeurs, mais les brise-vents peuvent être utilisés pour limiter les odeurs provenant de différentes sources (Tyndall et Colletti, 2007). Cependant, pour une atténuation efficace des odeurs par les brise-vents, il faut les placer à des endroits stratégiques et à des distances appropriées.

Dans les systèmes conventionnels, les cultures absorbent moins de la moitié de l'azote et du phosphore appliqués au sol. Tout le surplus restant dans les champs se déverse superficiellement vers les cours d'eau ou est lessivé dans les eaux souterraines détériorant

ainsi la qualité de l'eau (Cassman, 1999). Plusieurs études (Udawatta et al., 2002; Nair et Graetz, 2004 et Anderson et al., 2009) ont démontré l'aptitude de l'agroforesterie à réduire la pollution de l'eau découlant de l'agriculture. Nair et Graetz (2004) ont révélé la capacité de deux systèmes agroforestiers (Cultures en couloirs et sylvopastoralisme) à réduire la pollution des eaux de surface et souterraines en limitant des pertes de nutriments, en particulier de l'azote, au niveau du sol. De même, une comparaison a été faite entre trois systèmes (pâturage, sylvopastoralisme avec des pins sylvestres (*Pinus sylvestre*) et sylvopastoralisme avec des pins indigènes) et les résultats ont montré que les systèmes agroforestiers ont provoqué une absorption d'éléments nutritifs supérieure par rapport au pâturage (Nair et al., 2007). La réduction de la perte de nutriments par l'agroforesterie se fait via les racines des arbres et des cultures à différentes profondeurs du sol qui absorbent ces nutriments (Nair et Graetz, 2004). Ainsi, l'agroforesterie apporte sa contribution dans l'amélioration de la qualité de l'eau par la réduction du ruissellement et du lessivage des produits chimiques retrouvés dans les sols.

Les systèmes agroforestiers riverains (SAFRs) communément appelés bandes riveraines sont des écotones constitués d'arbres, d'arbustes et de végétation herbacée plantés le long d'un cours d'eau, pour empêcher les polluants liquides ou solides provenant des activités agroindustrielles et agropastorales d'atteindre le cours d'eau (Dechesnes et al. 2009). Il existe plusieurs variantes de SAFRs, la plus traditionnelle étant la bande riveraine forestière constituée de trois zones (revue par Schultz *et al.*, 2004).

#### **1.1.7. Conservation du sol par l'agroforesterie**

Selon un article publié dans l'encyclopédie canadienne par Acton et ses collaborateurs (2015) :

La conservation des sols combine toutes les méthodes de gestion et d'utilisation des terres qui préviennent la diminution ou la détérioration des sols par des causes naturelles ou humaines. Elle vise le plus souvent à gérer les sols de manière à prévenir leur érosion par la pluie et le ruissellement, ainsi que par le vent. Elle tente également de protéger les sols contre les dommages occasionnés par la machinerie agricole (p. ex. le compactage) et les changements nocifs à leur composition chimique (p. ex. l'acidification et la salinisation).

D'après cette définition de la conservation du sol, l'agroforesterie semble capable d'amender le sol pour maintenir sa productivité en raison de son aptitude à améliorer les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol. De ce fait, l'agroforesterie restaure la fertilité du sol tout en contrôlant l'érosion (Jacques, 1990; Young, 1995; Nair et Latt, 1997; Schroth et Sinclair, 2003 et Nair et Graetz, 2004).

L'érosion sous forme hydrique ou éolienne est un phénomène naturel pouvant être aggravé par l'homme en fonction du mode d'exploitation de la terre. Ce phénomène conduit à l'appauvrissement du sol en matières organiques et en éléments nutritifs compromettant ainsi la production agricole. Le contrôle de l'érosion par des structures en terre ou des structures mortes est souvent jugé très coûteux et exigeant en main d'œuvre. Il importe de trouver une méthode plus durable permettant de limiter l'érosion. L'agroforesterie détient ce potentiel de contrôler l'érosion tout en valorisant les terres en pentes par la mise en culture. Elle est souvent considérée comme un outil capable d'améliorer la structure du sol pour réduire l'érosion (Young, 1995). Il convient de mentionner que la présence de l'arbre dans les systèmes agroforestiers joue un rôle fondamental. Les racines des arbres créent des canaux qui améliorent l'infiltration du sol ralentissant ainsi le ruissellement. Donc, la structure du sol se modifie favorablement en devenant plus meuble (Smolikowski, 1993). Udawatta et al. (2008) ont examiné le rôle des zones tampons agroforestières dans l'amélioration de la porosité des sols dans la région du Midwest des États-Unis. Ils ont observé que le sol planté en graminées et ceux des zones tampons agroforestières était trois et cinq fois plus poreux, respectivement, que les sols en rotation maïs-soja. Delgado et Canters (2012) ont étudié l'impact de l'agroforesterie et des systèmes de monoculture conventionnels sur l'érosion des sols dans trois bassins versants aux Philippines. Les résultats ont démontré que le risque d'érosion était beaucoup plus élevé sur les terres en monoculture. La réduction de l'érosion hydrique des sols par la pratique agroforestière s'explique par l'augmentation de la couverture végétale. En effet, le sol est protégé via la litière et les canaux d'infiltration créés par les arbres et les racines des arbres respectivement. Face à ce constat, les chercheurs ont fait des recommandations agroforestières pour une éventuelle amélioration du paysage (Delgado et Canters, 2012). Les résultats d'une étude réalisée au Nicaragua sur le contrôle d'érosion ont révélé une réduction de 13 % de l'érosion et des signes visuels d'érosion très minimes, après la mise en place, dans une zone dégradée, d'un système agroforestier sous ombrage composé de *Coffea arabica*, *Musa spp* et *Inga spp*. (Blanco Sepúlveda et Aguilar Carrillo, 2015). D'après Sanchez-Bernal et al., (2013), la technologie agroforestière en terrasse est une méthode efficace de lutte contre l'érosion hydrique, qui permet de gérer les sols de manière durable. En effet, leurs travaux ont montré que l'établissement d'un système d'agroforesterie en terrasse avec le *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit et le *Moringa oleifera* (Lam.), sur un sol à pente supérieure à 30 % a réduit la perte de sol par l'érosion hydrique de 16,67 Mgha<sup>-1</sup>an<sup>-1</sup> à 2,17 Mgha<sup>-1</sup>an<sup>-1</sup>.

Tout en limitant l'érosion hydrique du sol, les pratiques agroforestières sont également favorables à la fertilité du sol. En plus d'ameublir le sol, l'augmentation de la litière du sol via la couverture arborée apporte aussi des amendements permettant d'améliorer la fertilité du sol. En raison du transfert de nutriments par la biomasse, les racines des arbres sont considérées comme une pompe à nutriments pour faire remonter partiellement à la surface du sol les éléments lessivés. Dans les systèmes agroforestiers, les nutriments absorbés par les racines des arbres, à des profondeurs où les racines des cultures annuelles ne peuvent pas se développer, constituent un amendement supplémentaire favorable à l'enrichissement du sol (Soucy, 2012). C'est pourquoi beaucoup de travaux (Samba, 1997; Schroth et al. 2000; Kaya et al., 2007; Llany et al. 2010) se sont penchés sur l'adoption de l'agroforesterie pour la gestion de la fertilité du sol. Dans les jachères améliorées au Mali, plusieurs espèces (*Cajanus cajan*, *Tephrosia candida*, *Sesbania sesban*, *Indigofera astragalina* et *Crotalaria agatiflora*) ont prouvé leur capacité à améliorer la fertilité du sol. Un an après la plantation de ces espèces forestières, l'amélioration de la fertilité du sol s'est traduite par une augmentation de 2 t ha<sup>-1</sup> du rendement en grains du sorgho, surtout dans les parcelles emblavées de *Sesbania sesban* (Kaya et al., 2007). Les légumineuses sont souvent intégrées aux champs agroforestiers, à cause de leur capacité fixatrice d'azote atmosphérique permettant l'enrichissement des sols (Schroth et al. 2000; Jose et al., 2004 et Kaya et al., 2007). Par ailleurs, d'autres espèces non légumineuses peuvent également renforcer la fertilité du sol. Réalisés en Argentine, les travaux de Llany et al. (2010) ont porté une comparaison entre un système en monoculture de *Ilex paraguariensis* et un système agroforestier (comprenant *Ilex paraguariensis* intercalé avec des espèces indigènes comme *Araucaria angustifolia*). Ces travaux ont démontré la capacité du système agroforestier à restaurer la fertilité du sol. D'un autre côté, l'agroforesterie est aussi utilisée pour la réhabilitation des terres salines (Singh, 1995; Toderich et al., 2013; Dagar et Minhas, 2016).

#### **1.1.8. Méthodes de mesure des pertes de sol**

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour évaluer les pertes de sol causées par l'érosion hydrique. La quantification de l'érosion hydrique peut se faire soit :

- par des mesures directes comme la méthode des repères via des fiches de repère ou des pointes d'érosion; l'utilisation des traceurs (césium-137, <sup>137</sup>Cs); ou encore la méthode des mesures du matériel transporté en utilisant des retenues ou bacs à sédiments;

- par des évaluations indirectes à partir d'une modélisation comme c'est le cas pour l'équation de Wischmeier ou par l'utilisation des images satellitaires (Fournier, 1962; Zaher, 2010).

La méthode à utiliser pour quantifier les pertes du sol dépend des objectifs et des moyens disponibles. Dans cette section, nous allons décrire deux des méthodes de mesures directes précitées.

#### 1.1.8.1. Méthode d'estimation de pertes de sol par des pointes d'érosion

Cette méthode permet de faire des mesures directes de pertes de sol. Elle consiste à placer sur le terrain des éléments stables qui permettent d'évaluer les variations de la hauteur du sol. Ces éléments consistent soit en un piquet bien stabilisé, soit en une tige d'acier ou un clou de fer, enfoncé verticalement dans le sol. Ils sont placés à des distances régulières selon la longueur du versant (Fournier, 1962). Dunne (1997) a illustré un dispositif de mesure pour l'estimation des pertes de sol en utilisant des broches ou des clous de fer comme pointes d'érosion. Ce dispositif consiste à enfoncer dans le sol un clou et une bague d'appui de grand format qui offre une surface ferme sur laquelle les mesures seront effectuées. Lors de l'installation du dispositif, la distance qui sépare la tête du clou du sommet de la bague d'appui doit être mesurée à l'aide d'une règle millimétrée. La Figure 1 présente le dispositif permettant d'estimer les pertes de sol causées par l'érosion hydrique.

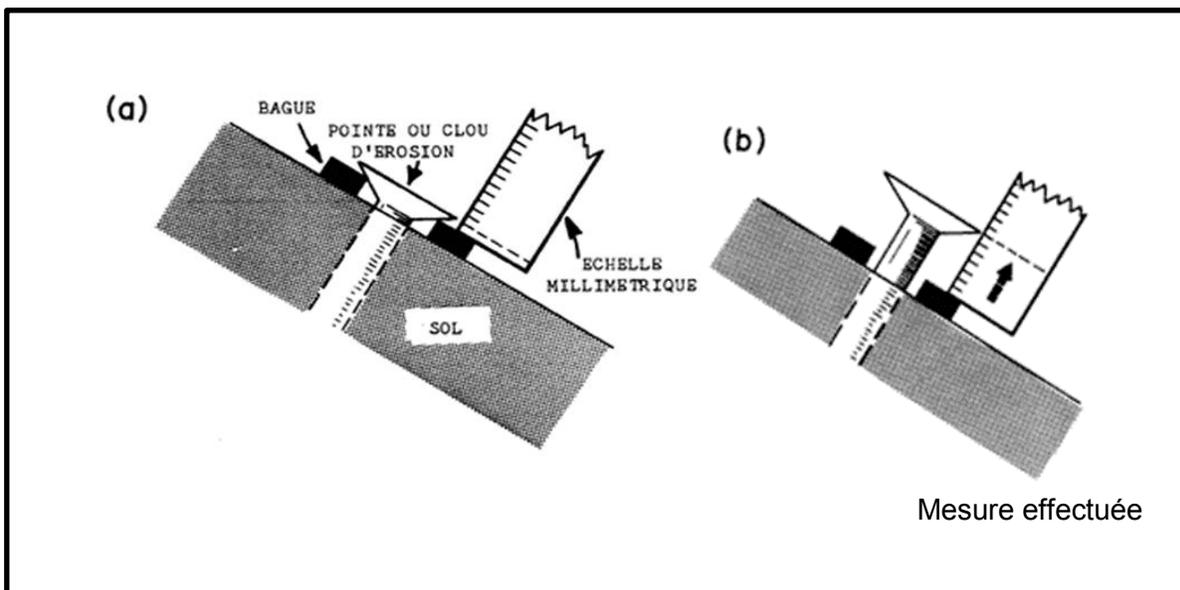


Figure 1 : Exemple de dispositif de mesure de pertes de sol au moyen de pointes d'érosion.

La masse de sols érodés ou déposés par unité de surface ( $\text{kg m}^{-2}$ ) est calculée en multipliant la variation de longueur des pointes au-dessus de la surface du sol par la masse volumique

apparente de la couche de sol (Sohan Kumar et al., 2013). Beaucoup d'études (Jimoh, 2001; Lester et Wright, 2009; Sohan Kumar et al., 2013; Pope et Odhiambo 2014 et Kraushaar, 2016) ont utilisé cette technique pour estimer les pertes de sol et ont mis l'accent sur sa simplicité et son efficacité. Sohan Kumar et al. (2013), dans une étude réalisée au Népal, ont utilisé des pointes de 30 à 50 cm de longueur et de 8 à 12 mm de diamètre, à des intervalles de 3 à 5 m, pour estimer les pertes de sol.

Les pointes devraient être peintes d'une couleur vive et placées en quadrillage ou en ligne selon la dimension de la parcelle, afin de les repérer plus facilement. À proximité de chaque groupe de pointes, il faut mettre un repère bien visible, clairement identifié par une étiquette numérotée ou une plaque gravée. Les relevés décrivant l'installation doivent comporter des instructions détaillées quant à la manière de retrouver le point de repère et les groupes de pointes à partir du repère (Dunne, 1997).

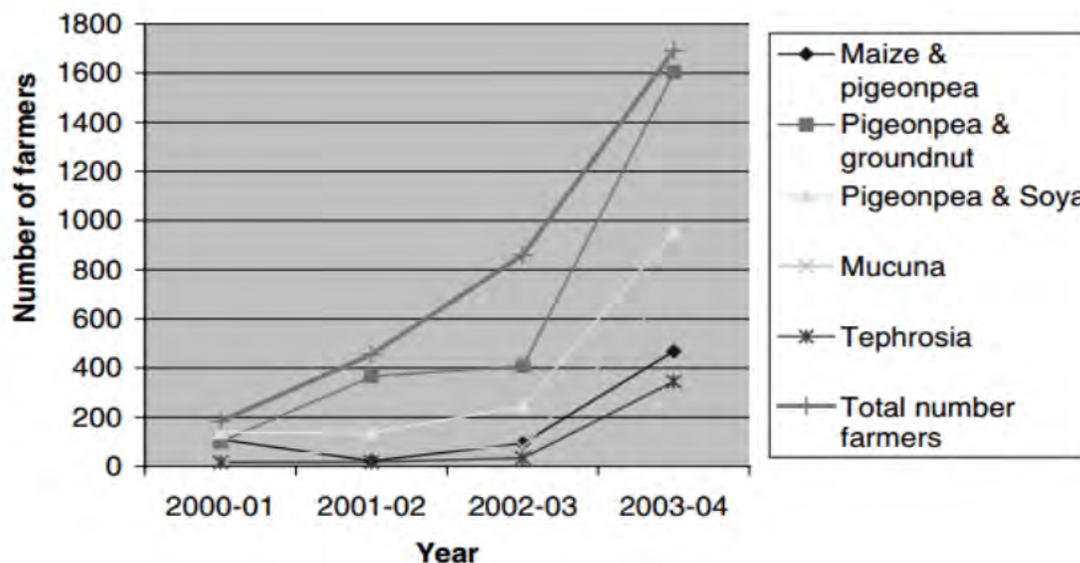
#### **1.1.8.2. Méthode d'estimation de pertes de sol par des bacs de sédimentation**

L'établissement des bacs à sédiments pour l'évaluation du taux d'érosion est une méthode simple qui imite un peu la méthode des parcelles expérimentales décrite par Fournier (1962). L'utilisation des bacs de sédiments est l'une des méthodes de mesure directe qui consiste à mettre en place des bacs en aval des parcelles d'expérimentation afin de récupérer les fractions de sol perdues par érosion. Les sédiments déposés dans les bacs sont prélevés, séchés et pesés. Il convient de faire un inventaire des matériels déposés dans les bacs après chaque précipitation. Il est souvent conseillé d'associer cette méthode à une autre pour une évaluation efficace des pertes de sol (Berkane et Yahiaou, 2007).

#### **1.1.9. Importance des légumineuses**

Les légumineuses sont des plantes à fleurs dont le fruit est une gousse. Elles représentent l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs avec plus de 18 000 espèces classées en 650 genres (Sprent, 2001). La famille des légumineuses ou Fabaceae comprend trois sous-familles : les Caesalpinioideae, les Papilionoideae et les Mimosoideae. La plupart des légumineuses peuvent fixer l'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>) en relation symbiotique avec des bactéries du genre *Rhizobium* installées dans leurs racines. Ces bactéries sont aptes à capturer l'azote atmosphérique et à le transformer en substances azotées assimilables. Cette symbiose permet aux légumineuses d'enrichir le sol en azote (Howieson et al., 2008). L'intégration des légumineuses dans les technologies d'exploitation de la terre offre divers avantages. Outre la présence de nodules fixateurs d'azote atmosphérique au niveau de

leurs racines, les légumineuses contribuent également au contrôle de l'érosion. De nombreuses plantes de cette famille constituent une source de nourriture et de fourrage, d'excellente qualité et à haute teneur protéique. Les légumineuses sont très appréciées par les agriculteurs (Figure 2), notamment le pois d'Angole considéré comme une ressource favorable à l'alimentation humaine et du bétail et qui joue un rôle économique considérable dans la production agricole (Bezner-Kerr et al., 2007; Snapp et al., et 2010; Mugendi et al. 2011).



Source : Bezner-Kerr et al., 2007

Figure 2 : Appréciation des agriculteurs de 2000 à 2004 par rapport aux cinq technologies d'utilisation des légumineuses au Malawi.

Comme on peut le remarquer sur la figure 2 l'association culturale du pois d'Angole et de l'arachide est la deuxième technologie la plus appréciée par les agriculteurs. Parmi toutes les légumineuses, seuls le pois d'Angole et l'arachide seront présentés dans les sections qui suivent.

#### 1.1.9.1. Description de l'arachide

Originaire de l'Amérique du Sud, l'arachide est une plante herbacée appartenant à la famille des légumineuses. Elle est cultivée dans les régions tropicales et subtropicales dans des sols bien drainés de type sablo-limoneux, à des températures optimales variant de 25 °C à 45 °C. Elle peut aussi tolérer des températures plus basses, lesquelles cependant entraînent un allongement de son cycle végétatif. Selon les variétés, les besoins annuels en eau de l'arachide varient de 300 à 900 mm pour les variétés précoces à petites graines et de 1000 à 1200 mm pour les variétés tardives à grosses graines. Elle est souvent classée

comme une plante résistante à la sécheresse (Ntare et al., 2008). De nos jours, la culture de l'arachide est plus importante dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie et de l'Afrique que dans les régions d'où elle est originaire. La production de l'arachide en Asie et en Afrique représente 68 % et 25 % de la production globale respectivement. L'arachide est cultivée sur 26,4 millions d'hectares à l'échelle mondiale avec une production totale de 37,1 millions de tonnes métriques et une productivité moyenne de 1,4 tonne à l'hectare (FAO, 2003). L'arachide est considérée comme la sixième culture parmi les oléagineuses les plus importantes dans le monde. Elle contient 48-50 % de lipides, 26-28 % de protéines et est riche en fibres, en minéraux et en vitamines (Ntare et al., 2008).

En Haïti où elle est communément appelée « pistache », l'arachide est très appréciée par les agriculteurs pour sa résistance à la sécheresse et pour sa valeur nutritionnelle et économique. Cependant elle est confrontée à des problèmes de contamination par l'aflatoxine qui est une substance cancérigène. Cette toxine est produite par certains champignons appartenant aux espèces *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* qui, sous des conditions favorables, infectent les céréales ainsi que des graines oléagineuses (MEDA, 2014). Le riz, le maïs et le millet, aliments de base des populations des pays aux conditions climatiques chaudes et humides (et donc en particulier les pays d'Afrique, d'Asie du Sud et d'Amérique du Sud), sont souvent contaminés par les aflatoxines. La limite fixée pour la contamination par l'aflatoxine est de 4 ppb (parties par milliard ou µg/kg) d'après la norme européenne et de 10 à 20 ppb selon la norme américaine (FAO, 2003). Pourtant, en Haïti, d'après une étude réalisée par Filbert et Brown en 2012, le niveau de concentration de l'aflatoxine dans les produits dérivés de l'arachide est en moyenne de 124,1 ppb, une valeur très supérieure aux normes admises. Le niveau d'aflatoxine peut être contrôlé par l'adoption de techniques culturales appropriées lors de la plantation, de la récolte et des traitements post-récolte, notamment l'aspersion de fongicides dans les champs, le séchage adéquat des gousses récoltées et des bonnes conditions de stockage et de conservation des produits (MEDA, 2014).

#### **1.1.9.2. Généralités sur le pois d'Angole**

Originaire de l'Inde, le pois d'Angole est un arbuste dont la hauteur varie de 2 à 4 m selon les variétés, et dont les racines peuvent atteindre 2 m de profondeur. Il appartient à la famille des légumineuses et est cultivé dans les régions tropicales et subtropicales, le plus souvent comme plante annuelle. Les précipitations annuelles optimales sont de 600–1000 mm pour le pois d'Angole, cependant il supporte la sécheresse et peut être cultivé dans des régions où les précipitations sont inférieures à 600 mm. Il pousse également dans des régions où

les précipitations annuelles varient de 1000 à 2000 mm, mais craint l'eau stagnante. Il s'adapte à une large gamme de sols et supporte très bien les vertisols. Il est souvent cultivé sur des sols pauvres et tolère la salinité et l'alcalinité, mais pas une forte acidité (pH <5) (Mula et Saxena, 2010). Il se multiplie habituellement par graine, son développement végétatif démarre lentement et s'accélère deux à trois mois après le semis. Selon les variétés, les graines atteignent leur maturité entre 180 à 280 jours après le semis (Caburet et Hekimian Lethève, 2002). Selon la FAO, la production mondiale du pois d'Angole s'élevait en 1999–2003 à 3,1 millions de t/an sur 4,3 millions d'ha ; l'Inde représente le plus grand producteur mondial du pois d'Angole et fournit plus de 80 % de l'offre mondiale. Le pois d'Angole constitue une source importante de protéines, ses graines en contenant de 12,4 à 29,6% (Mula et Saxena, 2010).

En Haïti, le pois d'Angole (nommé « pois Congo ») est cultivé à des densités variables comme composante des systèmes de cultures associées, ce qui rend très difficile l'estimation du volume produit. Cependant, la production nationale peut être évaluée à plus de 25 000 tonnes métriques (TM) de grain sec par année, plus de 37 000 TM de grain frais ou 75 000 TM en gousses. Généralement, il est cultivé en association avec le maïs, le sorgho, l'arachide, la patate douce ou le haricot (Agropresse, 2008).

### **1.1.9.3. Pois d'Angole pérenne**

Le pois d'Angole pérenne parfois appelé légumineuse semi-pérenne (Snapp et al., 2010) est une espèce arborescente multifonctionnelle cultivée dans les régions tropicales semi-arides soit en bandes alternées ou en blocs avec généralement des cultures annuelles. On retrouve souvent cette légumineuse vivace dans les jardins de case, les berges des champs ou comme plante limitrophe, mais elle reste sous exploitée dans les autres systèmes agroforestiers à grande échelle à cause de sa susceptibilité au *Fusarium* sp. et au *Rhizoctonia* sp. Cependant, l'apparition de nouvelles variétés résistantes à ces maladies a stimulé leur intégration en Agroforesterie. ICRISAT, en Inde, dispose d'une collection de génotypes vivaces du pois d'Angole dans le but de promouvoir son utilisation comme espèce agroforestière (Daniel et al., 1991).

Comme celle des autres variétés de pois d'Angole, la croissance du pois d'Angole pérenne est lente au cours des 3 à 4 premiers mois, ce qui est avantageux pour les cultures annuelles dans les systèmes associés. En Inde, la productivité du pois d'Angole pérenne est supérieure à 15 t de matière sèche totale ha<sup>-1</sup>an<sup>-1</sup>. Étant une légumineuse pérenne, avec un système racinaire qui permet d'exploiter l'eau résiduelle et les éléments nutritifs en profondeur, le pois d'Angole est capable de rétablir la fertilité du sol. Son système racinaire

profond lui procure une résistance aux conditions environnementales difficiles et cette caractéristique lui permet de produire une biomasse très élevée (Daniel et Ong, 1990). Étant donné sa nature pérenne, les coûts d'établissement récurrents sont évités puisqu'il offre la possibilité de cultiver simultanément d'autres cultures sans besoin de labourer le sol. Toutefois, en cas de compétition, on peut tailler les branches et les utiliser comme paillis pour améliorer les conditions physico-chimiques et biologiques du sol (Daniel et al., 1991).

#### **1.1.10. Utilisations du pois d'Angole en association et en succession culturale**

L'association culturale consiste à mettre sur la même parcelle deux ou plusieurs espèces en croissance simultanée. Ce système présente l'inconvénient de donner lieu à une compétition interspécifique pour la lumière, l'eau et les nutriments. Toutefois, l'association culturale permet une utilisation maximale du sol et de l'espace pour l'obtention d'une diversité de ressources agricoles en peu de temps sur la même parcelle (Eaglesham et al., 1982). Le pois d'Angole s'adapte bien aux systèmes de culture associée en raison de ses apports en éléments nutritifs au profit de la culture d'accompagnement. De plus, sa lente croissance initiale réduit la compétition avec sa plante compagne, tandis que sa maturité tardive permet d'étaler les besoins de main-d'œuvre au moment de la récolte (Van Der Maesen, 2006).

Le pois d'Angole est aussi utilisé dans les rotations culturales pour la restauration du sol. Une étude réalisée en Côte d'Ivoire a mis l'accent sur l'effet du paillage du pois d'Angole sur le rendement du riz (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière. Les résultats ont montré qu'il y avait trois fois moins de mauvaises herbes avec la rotation riz/pois d'Angole comparée à la rotation avec la jachère naturelle. Le rendement du riz a été significativement amélioré avec un gain de production de riz paddy qui a varié entre 700 et 900 kg ha<sup>-1</sup> (Gbakatchetche et al., 2010). D'autres recherches en Afrique et en Inde ont mis en évidence l'apport en N du pois d'Angole dans les systèmes de rotation, qui est d'environ 40-60 kg/ha (Odeny, 2007). Le pois d'Angole est aussi utilisé comme une culture de couverture pour le café, le maïs, et d'autres cultures. En Afrique de l'Ouest, les rendements du maïs ont augmenté de 32,1 % en utilisant le pois d'Angole comme une plante de couverture (Sogbedji et al., 2006). Au Bénin, il a été utilisé comme une plante de couverture dans la lutte contre les mauvaises herbes notamment l'herbe de sang japonaise *Imperata cylindrica* (Vissoh et al., 2004).

### **1.1.11. Contribution du pois d'Angole à la conservation du sol**

Le pois d'Angole est une espèce multifonctionnelle jouant un rôle important dans la restauration des sols. À cause de son système racinaire puissant, il peut extraire les éléments nutritifs dans les couches les plus profondes du sol, tout en améliorant la structure du sol par la rupture des croûtes dures pour favoriser l'infiltration. Le pois d'Angole peut être taillé régulièrement et ses branches forment un mulch ou un paillis qui protège le sol contre l'érosion causée par le vent ou la pluie. La litière formée par ses feuilles fournit de l'azote supplémentaire et augmente le taux de matière organique du sol pour une amélioration de la fertilité et de la structure du sol (Daniel et Ong 1990, Saxena 2000). Le pois d'Angole produit plus d'azote à partir de sa biomasse végétale que de nombreuses autres légumineuses. La teneur en azote de la litière des feuilles du pois d'Angole est d'environ 1,3 à 1,5 % et une tonne de feuilles en litière produit au minimum 10 kg d'azote (Kumar Rao et al, 1981; Snapp et al., 2010). Les racines du pois d'Angole ont des nodosités et fixent l'azote atmosphérique en association avec des souches de *Bradyrhizobium* (Andrews et Andrews 2017). Cette symbiose lui permet de fixer environ 40-60kg/ha d'azote atmosphérique par saison surtout dans son jeune âge (Mula et Saxena 2010). Le pois d'Angole a une capacité exceptionnelle à pousser dans les sols à faible teneur en phosphore. Par ses exsudats racinaires riches en acides, il libère le phosphore lié aux oxydes de fer et d'aluminium. Ainsi, il augmente la disponibilité du phosphore dans le sol (Otani et Ae 1996). Les résidus du pois d'Angole sont aussi utilisés comme engrais vert (paillis) pour enrichir le sol avec l'azote biologique fixé. Ces propriétés combinées permettent au pois d'Angole de contribuer à la conservation du sol en recyclant les éléments nutritifs du sol et en protégeant le sol contre l'érosion (IFDC, 2002).

### **1.1.12. Contribution d'un système agroforestier avec le pois d'Angole et l'arachide**

Dans de nombreuses régions tropicales, le pois d'Angole est cultivé en association avec une céréale comme le maïs ou encore avec une légumineuse, qui est le plus souvent l'arachide ou le soya. Le pois d'Angole peut être en association de différentes façons, soit selon un mode dispersé, en culture intercalaire ou encore en culture de couverture. Peu de documentation est disponible sur l'utilisation du pois d'Angole pérenne en agroforesterie. Les travaux qui suivent présentent le comportement du pois d'Angole en agroforesterie, quel que soit son cycle de vie.

Une étude réalisée par Marshall et al. (1992) a montré que la disposition des arbres dans un système agroforestier exerce une influence sur la compétition entre les cultures. Réalisée sur deux années dans une zone semi-aride, l'étude a porté sur le système agroforestier comprenant le pois d'Angole pérenne et l'arachide, établi selon deux dispositifs, soit un dispositif traditionnel où les pois d'Angole sont dispersés au milieu des arachides et un dispositif de culture en couloirs. Les pois d'Angole sont disséminés à espacement de 1,2 par 1,8 m dans le dispositif dispersé et à 5,4 m d'intervalle dans le dispositif en couloirs, tandis que l'espacement de l'arachide demeurerait fixe dans les deux dispositifs, soit 10 par 30 cm. Pendant la saison sèche, le pois d'Angole disséminé a produit plus de fourrage que celui en système de culture en couloirs. Cependant, à partir de la deuxième année, le rendement de l'arachide a diminué de 40 % dans la plantation dispersée par rapport à une monoculture en arachide, contre une réduction de rendement de seulement 20 % dans la plantation en couloirs. Le surcroît de biomasse obtenu dans le système traditionnel ne pourra pas compenser la perte de rendement de l'arachide qui est économiquement plus rentable.

D'autres recherches ont aussi montré que la disposition du pois d'Angole exerçait une influence sur le rendement de l'arachide en culture intercalaire, et ont mis en évidence un effet différentiel des variétés de pois d'Angole utilisées dans ces associations. C'est le cas d'une étude réalisée en Inde où deux variétés de pois d'Angole pérenne (ICPL87 et LRG30) ont été utilisées en culture intercalaire avec l'arachide. Dans cet essai, six traitements ont correspondu à des cultures intercalaires associant l'arachide à l'une des deux variétés de pois d'Angole disposées selon trois écartements possibles (90, 120 et 150 cm) ; tandis que trois traitements ont consisté en des monocultures (d'arachide et de chacun des deux cultivars de pois d'Angole). Pour l'ensemble des deux variétés de pois d'Angole et des trois écartements, les chercheurs ont observé en moyenne une réduction de l'indice de surface foliaire (16 %) et de la production de matière sèche (25 %) de l'arachide en cultures intercalaires par rapport à l'arachide en monoculture. L'arachide a été affectée quand le pois d'Angole est semé avec un espacement de 90 cm, mais pour la variété ICPL87, en augmentant l'espacement des rangées à 150 cm, une augmentation significative de la surface foliaire (13 %) et de la matière sèche (28 %) de l'arachide a été observée. Cette augmentation a été moins perceptible avec la variété LRG30. Par rapport aux autres traitements, le rendement significativement le plus élevé de l'arachide soit de 48 % a été obtenu en culture intercalaire, à l'espacement de 150 cm, avec la variété ICPL87. Cette variété a intercepté seulement 50 % du rayonnement solaire incident par rapport à la

variété LRG30 qui a intercepté 70 % de rayonnement par sa cime, au stade végétatif à un espacement de 90 cm. Cette même tendance a été observée pour un écartement de 150 cm entre les rangées, puisque le rayonnement solaire incident intercepté par la variété ICPL87 a été de 34 % contre 49 % pour la variété LRG30. Ainsi, les différents modes d'arrangements et les variétés du pois d'Angole ont exercé une influence significative sur la production de l'arachide en culture intercalaire (Rao et Mittra, 1994).

### **1.1.13. Intérêts de l'agroforesterie en Haïti**

Dans les conditions socio-économiques et environnementales précaires et vulnérables que se trouve Haïti, les pratiques agroforestières peuvent contribuer à l'amélioration de la situation. Zimmermann (1986) a considéré l'agroforesterie comme le dernier espoir du pays, en raison de sa capacité à conserver le sol et de ses pratiques de production durable. À la lumière de l'analyse contextuelle de tous les travaux consultés relatifs à l'agroforesterie, les potentialités de cette technologie se révèlent selon une approche intégrée et participative du mode de gestion et d'utilisation des terres. En fait, l'agroforesterie permet une utilisation durable des ressources naturelles sous le respect de l'environnement et sur le plan social, cette technologie favorise la participation des acteurs locaux dans la gestion des ressources naturelles tout en améliorant leurs conditions de vie (Murray et Bannister, 2004). Économiquement, les sources de revenus sont diversifiées par les pratiques agroforestières, contribuant ainsi à la réduction de la pauvreté (Current et Scherr, 1995). Les apports socio-économiques et environnementaux de l'agroforesterie seraient très bénéfiques à Haïti. Toutefois, la stabilité politique et le renforcement de l'État du pays demeurent des outils indispensables concourant à l'efficacité et la durabilité des programmes agroforestiers.

Des études antérieures (Marshall et al. 1992; Rao et Mittra, 1994) ont prouvé l'importance du système agroforestier incluant le pois d'Angole pérenne et l'arachide à travers les biens et services qu'il offre pour le développement harmonieux du monde rural. Étant des légumineuses qui vont amender le sol, l'arachide et le pois d'Angole pérenne pourraient participer à la restauration de la fertilité des sols dégradés en Haïti. Le pois d'Angole pérenne avec ses racines profondes détient également le potentiel de protéger le sol contre l'érosion. En plus de conserver le sol, ce système agroforestier serait une importante source d'alimentation et de revenus pour les producteurs/trices. Ainsi, le système agroforestier (pois d'Angole pérenne et arachide) semble être une voie très prometteuse aux problèmes de dégradation du sol et d'insécurité alimentaire en Haïti.

## **1.2. Objectifs**

Évaluer l'impact d'un système agroforestier associant l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le pois d'Angole pérenne (*Cajanus cajan*) sur le rendement de l'arachide et sur la qualité du sol en zone montagneuse haïtienne. Spécifiquement, ce projet de recherche a permis de :

- Réaliser une première évaluation de l'adaptabilité des variétés de pois d'Angole pérenne obtenues de l'ICRISAT aux conditions agroécologiques haïtiennes ;
- Évaluer comment les producteurs/trices de la zone d'essai perçoivent le système agroforestier ;
- Déterminer l'effet du système agroforestier sur le rendement de l'arachide ;
- Évaluer l'effet du système agroforestier sur l'intensité de l'érosion du sol.

## **1.3. Hypothèses de recherche**

Les hypothèses à vérifier lors de la réalisation de ce projet de recherche ont été formulées ainsi :

- L'adoption du système agroforestier associant le pois d'Angole pérenne et l'arachide dépend des conditions socio-économiques des producteurs/trices;
- Le système agroforestier peut contribuer à conserver le sol et à améliorer la production agricole de la zone.

## **1.4. Territoire de l'étude**

### **1.4.1. Cadre physique de l'expérience**

Le projet de recherche comprendra deux phases principales, soit d'abord l'installation des essais et ensuite l'évaluation des effets du système agroforestier (arachide et pois d'Angole pérenne) pendant la première saison de culture. L'expérience sera réalisée dans la 4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc, à Lalouère, encore appelée « les Hauts plateaux de Saint-Marc ». Cette zone est limitée au nord par le bassin de l'Artibonite, à l'est par la commune de Verrettes, au sud par les territoires montagneux de Charrettes et de Goyavier et à l'ouest par la Ville de Saint-Marc. Lalouère s'étend sur une superficie de 96,69 km<sup>2</sup> et comporte 32 localités (AKOSSA, 2014). La figure 3 montre la délimitation géographique de Lalouère et de ses localités.

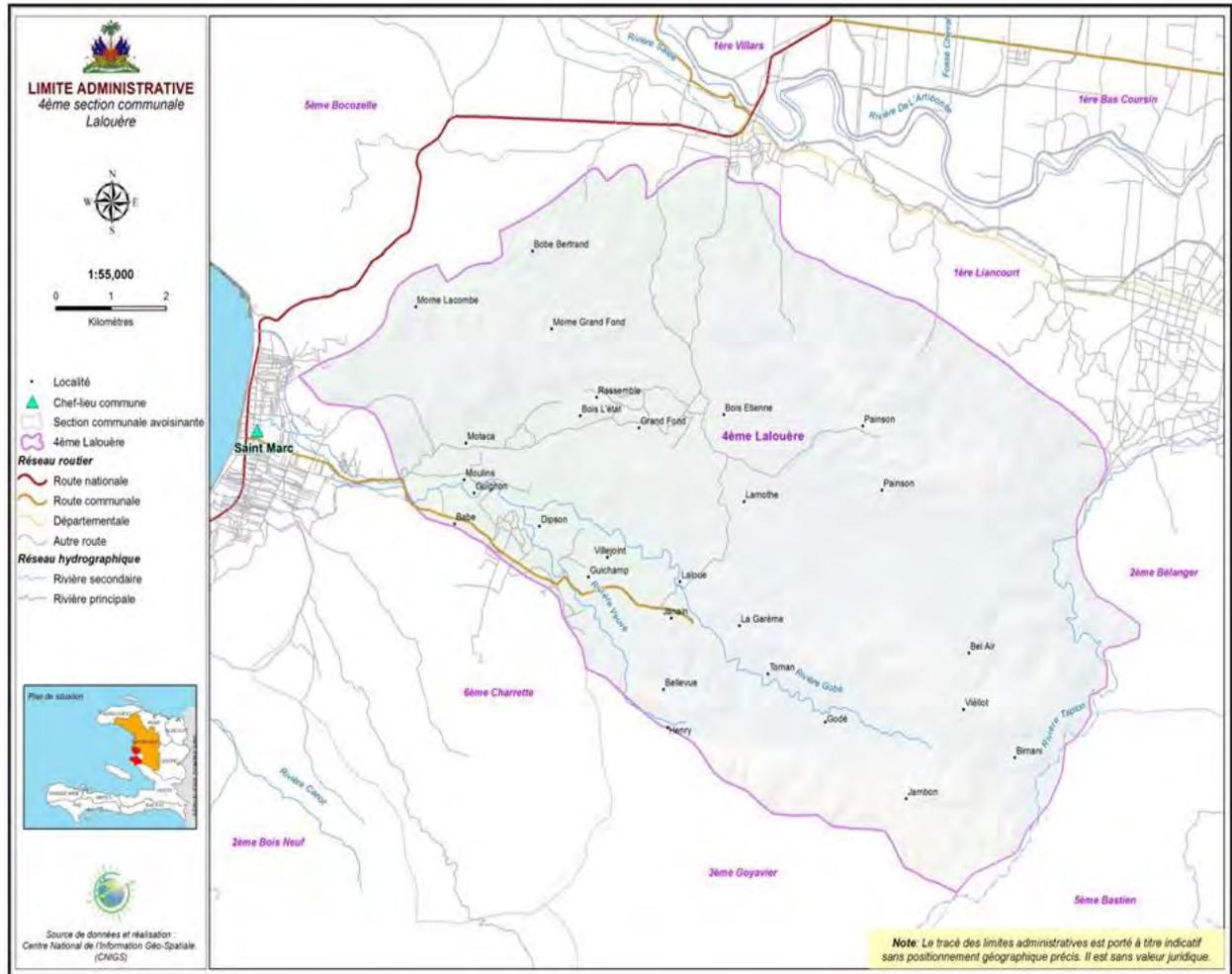


Figure 3: Limite géographique de Lalouère, (CNGIS)

#### 1.4.2. Aperçu des conditions climatique et édaphique prévalant à Lalouère

Lalouère est une zone tropicale semi-aride caractérisée par deux grandes périodes climatiques. La période pluvieuse s'étend de juin à novembre avec une précipitation moyenne annuelle de 1300 mm, alors que la période sèche va de novembre à mai avec une précipitation moyenne annuelle de 220 mm; la pluviométrie moyenne mensuelle de la zone est de 128 mm. Sa température moyenne annuelle est de 27 °C. Le sol de pH alcalin (pH 8,26 en moyenne) est formé d'un substratum marneux et crayeux avec une teneur faible en azote et en phosphore, la texture des horizons superficiels allant de limono-argileuse à sablonneuse (AKOSSA, 2014).

### 1.4.3. Zones agroécologiques

D'après le rapport de l'enquête de ligne de base du projet AKOSSA en 2014, en fonction des microclimats, de la géomorphologie et de la végétation, trois zones agroécologiques sont observées à Lalouère :

1. Une zone de plateau sec, avec une végétation de cactus, de bayahondes (*Prosopis juliflora*), de bois cabri (*Monarrhenus salicifolius*), de neem (*Azadirachta indica*), avec des cultures pluviales telles que le maïs (*Zea mays*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), la patate (*Ipomea batatas*), l'arachide (*Arachis hypogea*) ;
2. Une zone de plaines irriguées où l'on retrouve la banane (*Musa paradisiaca*), le riz (*Oriza sativa*), la canne à sucre (*Sacharrum officinarum*), la tomate (*Solanum lycopersicum*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), la patate (*Ipomea batatas*), le maïs (*Zea mays*), etc
3. Une zone de montagnes et de collines semi-humides où l'on retrouve la canne à sucre (*Sacharrum officinarum*), le manioc (*Manihot esculenta*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le maïs (*Zea mays*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), les tomates (*Solanum lycopersicum*).

## 1.5. Références

- Agropresse (2008).** [http://www.veterimed.org.ht/pois\\_congo.htm](http://www.veterimed.org.ht/pois_congo.htm)
- Albrecht, A. et Kandji, S. T. (2003).** Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, ecosystems & environment*, 99(1), 15-27.
- Alexandre, D. Y. (2002).** Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne : les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso. *KARTHALA Editions*.
- Anderson S.H., Udawatta R.P., Seobi T., Garrett H.E. (2009).** Soil water content and infiltration in agroforestry buffer strips. *Agroforestry Systems* 75:5–16
- Atangana A., Khasa D., Chang S. et Degrande A. (2014).** Tropical Agroforestry, *Springer Science+Business Media Dordrecht*. 227-232
- Andrews M. et Andrews M.E. (2017).** Specificity in Legume-Rhizobia Symbiose. *International Journal of Molecular Sciences*, 18, 705
- Baumer M (1997).** L'agroforesterie pour les productions animales. *Nairobi. ICRAF et Wageningen : CTA*.
- Bene JG., Beall HW, et Coté A (1977).** Trees, food and people. *IDRC, Ottawa, Canada*
- Berkane A., Yahiaou A. (2007).** L'érosion dans les Aurès. *Sécheresse* 18 (3) : 213-216
- Bezner Kerr R., Snapp S., Chirwa M., Shumba L., et Msachi R. (2007).** Participatory research on legume diversification with malawian smallholder farmers for improved human nutrition and soil fertility. *Cambridge University Press, volume 43*, 437–453.
- Blanco Sepúlveda R. and Aguilar Carrillo A. (2015).** Soil erosion and erosion thresholds in an agroforestry system of coffee (*Coffea arabica*) and mixed shade trees (*Inga* spp and *Musa* spp) in Northern Nicaragua. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 210: 25–35
- Bunning S. E. et Hill C. L.M. (1996).** Farmers rights in the conservation and use of plant genetic resources. *A Gender Perspective, FAO*
- Caburet A. et Hekimian Lethève C. (2002).** Les légumineuses à graines. *Mémento de l'agronome, Ministère des affaires étrangères, CIRAD, GRET*.
- Cassman KG (1999).** Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc Natl Acad Sci USA* 96:5952–5959
- Current D. et Scherr S. J. (1995).** Farmer costs and benefits from agroforestry and farm forestry projects in Central America and the Caribbean: implications for policy. *Agroforestry Systems* 30: 87-103.
- Dagar J.C., Minhas P.S. (2016).** Agroforestry for the Management of Waterlogged Saline Soils and Poor-quality Waters. *Advances in Agroforestry* 13, Springer.
- Daniel, J.N. and Ong, C.K. (1990).** Perennial pigeonpea: a multi-purpose species for agroforestry systems. *Agroforestry Systems. Volume 10, Issue 2, pp 113–129*.
- Daniel, J.N., Ong, C.K. and M. S. Kumar (1991).** Growth and resource utilization of perennial pigeonpea (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) at the tree-crop interface. *Agroforestry Systems* 16:177–192.
- Duchesne L, Gordon A, Khasa DP, Kort, J, Olivier A. Rivest D et Vézina A (2009).** *Agroforesterie. Dans Manuel de Foresterie. Direction L. Caron et révision scientifique (H.G. Adégbidi, L. Caron, V. Chiffot)*.
- Delgado M.E.M. et Canters F. (2012).** Modeling the impacts of agroforestry systems on the spatial patterns of soil erosion risk in three catchments of Claveria, the Philippines. *Agroforestry systems, Volume 85, Issue 3*, 411–423
- Dixon R.K., Wimjum J. K., Lee J. J., Schroeder P. E. (1994).** Integrated systems: assessing of promising agroforest and alternative land use practices to enhance carbon conservation and sequestration. *Clim Chn* 30:1–23
- Dunne T. (1997).** Evaluation of erosion conditions and trends. *University of Whashington, USA, FAO*.

- Eaglesham A. R. J., Ayanaba A., Rao V. R. et Esgew D. L. (1982).** Mineral N effect on cowpea and soybean crops in Nigerian soil. II. Amounts of fixed and accrual to the soil. *Plant Soil* 68:183-192
- ESMAP (2007).** Stratégie pour l'Allègement de la Pression sur les Ressources Ligneuses Nationales par la Demande en Combustibles. *Ministère de l'Environnement Bureau des Mines et de l'Énergie, ESMAP Technical Paper 112/07 FR, 100p*
- FAO (2003).** Réglementations relatives aux mycotoxines dans les produits d'alimentation humaine et animale à l'échelle mondiale en 2003. *Étude FAO alimentation et nutrition, ISSN1014-2903, 20-25*
- Filbert M. E., et Brown D. L. (2012).** Aflatoxin Contamination in Haitian and Kenyan Peanut Butter and Two Solutions for Reducing Such Contamination. *Journal of Hunger & Environmental Nutrition, 7(2-3), 321– 332.*
- Fournier F. (1962).** Mesure de l'érosion, Principes de base et incidence de l'instrumentation nouvelle sur l'établissement des réseaux de mesure. *AIHS, Paris, France, 343-356.*
- Garrity D. P. (2004).** Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems* 61 & 62: 5–17
- Gbakatchetche H.; Sanogo S. ; Camara M.; Bouet A. et Keli J. Z. (2010),** Effet du paillage par des résidus de pois d'Angole (*Cajanus cajan* L.) sur le rendement du riz (*Oryza sativa*) pluvial en zone forestière du Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 22 (2) : 131 – 137.
- Gold MA, Garrett HE (2009).** Agroforestry nomenclature, concepts, and practices. In: Garrett HE (ed.) North American Agroforestry: an integrated science and practice. *American Society of Agronomy, Madison, 45–55*
- Howieson J. G., Yates R. J., Foster K. J., Real D. et Besier R. B. (2008).** Prospects for the future use of legumes. In M.J. Dilworth et al. (eds.), Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses. *Springer. 363-393*
- IFDC (2002).** Collaborative research programme for soil fertility restoration and management in resource-poor areas of sub-saharan Africa. *Technical bulletin IFDC-T-67: 54p.*
- Ilany, T., Ashton, M.S., Montagnini, F. et al. (2010).** Using agroforestry to improve soil fertility: effects of intercropping on *Ilex paraguariensis* (yerba mate) plantations with *Araucaria angustifolia*. *Agroforestry Systems. Volume 80, Issue 3, 399–409.*
- Jacques T. (1990).** Agroforesterie et conservation des sols dans les régions chaudes. *Nature et Progrès. Avignon, 140p*
- Jean-Denis S., Jean-Pierre D., Mutel M. et al. (2014).** Évolution de la structure d'un système agroforestier en relation avec le cycle de vie familial : cas du jardin de case en Haïti. *Bois et forêts des tropiques, n° 321 (3) 7, Jardin créole. 7 p*
- Jimoh H. I. (2001).** Erosion studies in a Nigerian city: A methodological approach. *The Environmentalist, 21, 97–101.*
- Jose S., Gillespie A.R., Pallardy S.G. (2004).** Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry Systems* 61:237–255
- Kaya B., Niang A., Tabo R. et Bationo A. (2007).** Performance evaluation of various agroforestry species used in short duration improved fallows to enhance soil fertility and sorghum yields in Mali. *Challenges and Opportunities, 547–556.*
- Kraushaar S. (2016).** Soil Erosion and Sediment Flux in Northern Jordan. *Theses Springer International Publishing Switzerland, 33-76.*
- Kumar Rao JVDK, Dart PJ, Matsumoto T. and Day J.M. (1981)** Nitrogen fixation by pigeonpea.. In Proceedings of the International Workshop on Pigeonpeas. *ICRISAT, Patancheru, AP, India, vol 1 : 190-199*
- Leakey, R. R. B. (1996).** Definition of agroforestry revisited. *Agroforestry Today (ICRAF).*

- Lester e. r. and Wright w., (2009).** Reintroducing wood to streams in agricultural landscapes: changes in velocity profile, stage and erosion rates. *River research and applications* 25: 376–392
- Mallet, B. et Depommier. D. (1997).** L'arbre en milieu rural ou l'émergence de l'agroforesterie. *Bois et Forêts des Tropiques* 252 (2) : 26-29
- Marshall F., Ong C., Black C. (1992).** La disposition des arbres influe sur la concurrence avec les cultures. *L'Agroforesterie aujourd'hui*. 2 p
- MEDA (2014).** Analyse des Chaînes de Valeur pour la Pistache et le Piment dans le Plateau Central d'Haïti. *Fondation Fonkoze Haiti*, 1-15.
- Mirsal Ibrahim A., (2008).** Soil degradation, chapter 5 in soil pollution. *Springer*, 95-114
- Montagnini F. and Nair P.K.R. (2004).** Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 61:281–295
- Mosquera-Losada M.R., Dirk Freese, and Rigueiro-Rodríguez A. (2011).** Carbon Sequestration in European Agroforestry Systems. *Advances in Agroforestry* 8, *Springer Science+Business Media B.V.* 43- 59
- Mugendi D. N., Waswa B.N., Mucheru-Muna M. W., Kimetu J. M., (2011).** Strategies to Adapt, Disseminate and Scale Out Legume Based Technologies. 85-116
- Mula M.G. and Saxena K.B. (2010).** Lifting the Level of Awareness on Pigeonpea – A Global Perspective. *Patancheru* 502 324, *Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics*. 11-42.
- Murray G.F. et Bannister M. E. (2004).** Peasants, agroforesters, and anthropologists: A 20-year venture in income-generating trees and hedgerows in Haiti. *Agroforestry Systems* 61: 383–397
- Nair P. K. R. (1993).** An Introduction to Agroforestry. *Kluwer, Dordrecht, The Netherlands*.
- Nair P.K.R. (2014).** Agroforestry: Practices and Systems. *University of Florida, Gainesville, FL, USA Elsevier Inc.*
- Nair V. D., Nair P.K.R., Kalmbacher R.S., Ezenwa I.V. (2007).** Reducing nutrient loss from farms through silvopastoral practices in coarse-textured soils of Florida, USA. *Ecol Eng* 29:192–199
- Nair V.D., Graetz D.A. (2004).** Agroforestry as an approach to minimizing nutrient loss from heavily fertilized soils: the Florida experience. *Agroforestry Systems* 61:269–279
- Nair, P. K. R, Mohan Kumar, B., & Nair, V. D. (2009).** Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of plant nutrition and soil science*, 172(1), 10-23.
- Ntare B.R., Diallo A.T., Ndjeunga J. et Waliyar F. (2008).** Groundnut seed production manual. *Patancheru* 502 324, *Andhra Pradesh. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)* 20 p.
- Odeny DA. (2007).** The potential of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) in Africa. *Natural Resources Forum* 31: 297-305.
- Otani T. et Ae N. (1996).** Phosphorus (P) uptake mechanisms of crops grown in soils with low P status. I. Screening crops for efficient P uptake. *Soil Science Plant Nutrition* 42:155-163.
- Pope, IC et Odhiambo, BK. (2014).** Soil erosion and sediment fluxes analysis: a watershed study of the Ni Reservoir, Spotsylvania County, VA, USA. *Environnemental Monitoring and Assessment. Volume 186, Issue 3, 1719–1733.*
- Rao L. J. et Mittra B. N. (1994).** Planting pattern of two pigeonpea (*Cajanus cajan*) cultivars en intercropped with groundnut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press*, 122: 415-421.
- Rigueiro-Rodríguez A., Rois-Díaz M., and Mosquera-Losada M.R. (2011).** Integrating Silvopastoralism and Biodiversity Conservation. *Sustainable Agriculture Reviews* 5. *Springer Science*. 359-373

- Samba A. Ndiaye Samba (1997).** Influence de *Cordyla pinnata* sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical et sur le mil et l'arachide dans un système agroforestier traditionnel au Sénégal. *Thèse, Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de foresterie et de géomatique, Université Laval, Québec.*
- Sanchez-Bernal, E., Ortega-Baranda, V., Dominguez-Hernandez, F., et al. (2013).** Soil erosion control using agroforestry terraces in San Pedro Mixtepec, Oaxaca, Mexico. *International Journal of Agricultural Sciences* 3, 423–439.
- Saxena KB. (2000).** Pigeonpea in China: Traditional and alternative uses of pigeonpea in China. *A Compilation. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.*
- Schroeder P (1994).** Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforest Syst* 27:89–97
- Schroth G., Sinclair F. (2003).** Trees crops and soil fertility: concepts and research methods. *CABI, Wallingford, UK, 464p*
- Schroth G., Geraldes Teixeira W., Seixas R. et al., (2000).** Effect of five tree crops and a cover crop in multi-strata agroforestry at two fertilization levels on soil fertility and soil solution chemistry in central Amazonia. *Plant and Soil* 221: 143–156.
- Schultz RC, Isenhardt, TM, Simpkins WW et Colletti JP (2004).** Riparian forest buffers in Agroecosystems, lessons learned from the Bear Creek watershed, central Iowa, USA. *Agrofor. Syst.* 61 : 35-50.
- Singh G. (1995).** An agroforestry practice for the development of salt lands using *Prosopis juliflora* and *Leptochloa fusca*. *Agroforestry Systems* 29: 61-75.
- Smolikowski B. (1993).** La gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) : une nouvelle stratégie de lutte antiérosive en Haïti, Cas du transect Petite rivière de Nippes-Salagnac-Aquin dans le sud d'Haïti. *Cah. Orstom, sér. Pédol., vol. XXVIII, no 2 : 229-252*
- Snapp S. S., Blackie M. J., Gilbert R. A., Bezner-Kerr R., et Kanyama-Phiri G. Y. (2010).** Biodiversity can support a greener revolution in Africa. *vol. 107 no. 48: 6p*
- Sogbedji J.M., van Es H.M., Agbeko K.L. (2006).** Cover cropping and nutrient management strategies for maize production in Western Africa. *Agronomy Journal*, 98: 883–889.
- Soucy, A. (2012).** Les apports des arbres en milieux tropicaux. *Essai, Département de géographie, Faculté de Foresterie, de Géographie et de Géomatique, Université Laval, Québec, 54p.*
- Sprent, J. (2001).** Nodulation in legumes. *Kew, UK: Kew Publishing, 156 p.*
- Thevathasan N.V. and Gordon A.M. (2004).** Ecology of tree intercropping systems in the north temperate region: experiences from southern Ontario, Canada. *Agroforestry Systems* 61:257–268
- Toderich K. N., Shuyskaya E. V., Faisal K. Taha, Naoko Matsuo, Shoaib Ismail, Aralova D. B., Radjabov T. F., (2013).** Integrating Agroforestry and Pastures for Soil Salinity Management in Dryland Ecosystems in Aral Sea Basin. *Springer Science+Business : 579-602*
- Tyndall J, Colletti J (2007).** Mitigating swine odor with strategically designed shelterbelt systems: a review. *Agroforestry Systems* 69(1):45–65
- Udawatta R. P., Jose S. (2011).** Carbon sequestration potential of Agroforestry practices in temperate North America. *Advances in Agroforestry* 8, *Springer Science+Business Media B.V.* 17-42
- Udawatta R.P., Gantzer C.J., Anderson S.H., Garrett H.E. (2008).** Agroforestry and grass buffer effects on pore characteristics measured by high-resolution X-ray computed tomography. *Soil Sci Soc Am J* 72:295–304

- Udawatta RP, Krstansky JJ, Henderson GS, Garrett HE (2002).** Agroforestry practices, runoff, and nutrient loss: a paired watershed comparison. *J Environ Qual* 31:1214–1225
- Van der Maesen L.J.G. (2006).** *Cajanus Cajan* (L.) Millsp. In: Plant Resources of Tropical Africa 1: Cereals and pulses. *Backhuys, Leiden., Netherlands*, 35-40.
- Vissoh P.V., Gbehounou G., Ahanchede A., Kuyper T. W. et Roling N.G. (2004).** Weeds as agricultural constraint to farmers in Benin: results of a diagnostic study. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 52: 305-329.
- Young A. (1995).** L'agroforesterie pour la conservation du sol. *Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP-UE, Centre international pour la recherche en agroforesterie.*
- Zaher H. (2010).** Conservation des sols et de l'eau. *Notes de cours. Agence Universitaire de la Francophonie (AUF).*
- ZIMMERMANN T. (1986).** Agroforestry: a last hope for conservation in Haiti? *Agroforestry Systems* 4: 255-268.

## **2. Évaluation de l'adaptabilité de neuf variétés de pois d'Angole aux conditions agroécologiques de Lalouère**

## 2.1. Résumé

Malgré son importance considérable pour l'économie nationale, l'agriculture haïtienne ne parvient pas à répondre aux besoins alimentaires de la population. L'adoption de technologies agricoles plus performantes et durables ainsi que de variétés améliorées et à haut rendement pourrait contribuer à la résolution de la crise d'insécurité alimentaire haïtienne. Le pois d'Angole (*Cajanus cajan*) est une légumineuse à graines qui occupe une place importante dans la production agricole haïtienne en raison de tous les biens et services que procure cet arbuste. Dans le but de trouver des variétés de pois d'Angole plus performantes et adaptées aux conditions agroécologiques du pays, la présente étude a évalué l'adaptabilité de huit variétés de pois d'Angole pérenne créées par ICRISAT. Selon un dispositif en blocs complets aléatoires à quatre répétitions mis en place à Chiquette, une localité de Lalouère (4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc), une comparaison a été faite entre les huit variétés de pois d'Angole pérenne et la variété locale de pois d'Angole. Lors de la phase de croissance, aucune différence significative n'a été observée entre les variétés quant à la hauteur, la circonférence et le diamètre des pois d'Angole. Cependant, une différence significative a été obtenue pour le rendement moyen en graines des variétés de pois d'Angole. La VAR8 est celle qui a eu le plus haut rendement (2061,2 kg/ha) avec en moyenne quatre graines par gousse. Par ailleurs, pour une pleine appréciation de l'adaptabilité de ces variétés de pois d'Angole pérenne, d'autres paramètres devraient être étudiés au cours d'études subséquentes. Il s'agirait par exemple d'évaluer leur résistance aux maladies, leur tolérance à la sécheresse et de réaliser également une analyse organoleptique des graines. Enfin, une évaluation de l'adaptabilité de ces variétés dans d'autres régions agricoles du pays favoriserait leur adoption à l'échelle nationale.

**Mots-clés :** *Haïti, pois d'Angole, performance agronomique, nombre de graines/gousse, nombre de gousses/plante, masse de 100 graines.*

## 2.2. Introduction

Plus de la moitié de la population haïtienne vit en milieu rural et 85 % de cette population rurale pratique l'agriculture. Le secteur agricole représente donc une source d'emploi très importante pour le pays. Malgré son importance considérable dans l'économie haïtienne, ce secteur est confronté à des difficultés qui l'empêchent de prendre son essor (PNUD, 2015). La dégradation du sol liée aux mauvaises pratiques d'exploitation des terres, la diminution de la taille des exploitations et un manque d'investissement dans les infrastructures agricoles, l'insuffisance des capacités techniques pour les opérations post-récolte, la faiblesse relative des activités de recherche font partie des facteurs qui entravent la production agricole (CNSA, 2011). Beaucoup de dégâts sont également causés par les changements climatiques. Seulement pour les céréales et les légumineuses, l'ouragan Sandy en 2012 a causé des pertes estimées à environ 34 millions dollars US. Les épisodes de sécheresse ont provoqué des dommages dans le secteur agricole de l'ordre de 80 millions dollars US (CNSA, 2012). Plus récemment, une enquête réalisée par la CNSA (2017), après le passage de l'ouragan Matthew, a révélé que 38,5 % de la population des zones affectées soit environ 1,5 million de personnes se sont retrouvées en insécurité alimentaire, dont 5 % (280 000 personnes) en insécurité alimentaire sévère.

Selon un rapport publié par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) (2012), les légumineuses occupent en Haïti 26,5 % de la superficie agricole. Cultivé sous régime pluvial, le pois d'Angole, placé en deuxième position après le haricot, occupe 26,2 % de la surface agricole utile consacrée aux légumineuses. Riche en protéines et en acides aminés essentiels, le pois d'Angole est consommé sous forme de grain sec ou frais. Combiné avec les céréales, il contribue à une alimentation bien équilibrée pour l'homme. Il apporte de la lysine qui est un acide aminé limitant dans les céréales (le blé et le riz) (Faris et Singh, 1990). L'ICRISAT (Institut de recherche sur les cultures des zones tropicales et semi-arides) a créé plusieurs variétés de pois d'Angole pérenne dans le but d'augmenter la performance de cette culture (Waliyar et al., 1988). Dans un partenariat avec cet institut de recherche, AKOSAA, un projet multidisciplinaire œuvrant à Lalouère en Haïti a reçu huit variétés de pois d'Angole pérenne à des fins de vulgarisation.

Avec l'appui d'AKOSAA, un essai expérimental a été mis sur pied à Chiquette, une localité de Lalouère (4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc), afin de déterminer les performances des huit variétés de pois d'Angole pérenne nouvellement introduites dans le pays. Le

présent travail vise à évaluer l'adaptabilité de ces huit variétés de pois d'Angole pérenne aux conditions agroécologiques de Chiquette en vue de connaître leurs principales caractéristiques végétatives et productives et d'être ainsi mieux à même d'en faire la promotion. Par ailleurs, les huit variétés de pois d'Angole pérenne provenant d'ICRISAT ont été comparées à la variété locale de pois d'Angole vendue au marché. L'hypothèse qui sous-tend notre travail est qu'au moins l'une des variétés de pois d'Angole pérenne introduites en Haïti est plus performante et fournit un meilleur rendement que la variété locale.

### **2.3. Matériels et Méthodes**

Pour réaliser ce travail, il s'est avéré nécessaire de concevoir des stratégies adaptées à la réalité de la zone. Cette section présente les matériels utilisés, la méthodologie appliquée et les analyses réalisées afin d'atteindre l'objectif fixé.

#### **2.3.1. Site de l'expérience**

L'expérience a été réalisée en plein champ dans une petite localité de Lalouère nommée Chiquette. C'est une zone de montagne où l'on pratique l'élevage libre et l'agriculture pluviale. Les producteurs/trices y cultivent beaucoup de légumineuses à graine comme l'arachide, le pois d'Angole (appelé localement « pois Congo »), le niébé (ou pois inconnu), etc. Les producteurs/trices ont l'habitude de cultiver le pois d'Angole sous forme d'arbuste annuel. Il est très utilisé dans l'alimentation humaine pour ses graines, ses tiges et branches sont utilisées pour l'alimentation du bétail en fin de production (AKOSAA, 2014).

Cet essai en monoculture du pois d'Angole a été réalisé dans les conditions réelles rencontrées par les producteurs/trices. Le site dans lequel s'établit l'expérience appartient à l'un des producteurs de Chiquette. Celui-ci a accepté volontairement de participer à l'expérimentation et nous a loué son terrain pour une période de 5 ans. Afin d'assurer la pérennité de l'expérience, la volonté de l'agriculteur à participer au projet importe beaucoup, car cette expérience demeurera sur son terrain pour environ 5 ans, à des fins d'études ultérieures.

Avant la mise en place de l'essai, une analyse de sol a été faite en vue de connaître certaines propriétés physico-chimiques du sol sur lequel l'expérience a été établie, notamment la texture, le pH dans l'eau, les teneurs en N total, en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable et en K<sup>+</sup> et enfin la teneur en matière organique. Dans ce but, on a creusé dix trous en zigzag dans lequel on a pris dix carottes de sol pour former un échantillon de sol de 500 g. Celui-ci a été

analysé au laboratoire de sol de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) de l'Université d'État d'Haïti (UEH) (Tableau 2).

Tableau 2 : Propriétés physico-chimiques du site de l'essai et les méthodes d'analyse

<b>Paramètres analysés</b>	<b>Caractéristiques physico-chimiques du sol</b>	<b>Méthodes d'analyse</b>
<i>Matière organique</i> %	6,82	Wackley- black
<i>N total</i> %	0,53	Kjeldahl
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable</i> (ppm)	36	Olsen
<i>K<sup>+</sup></i> (Meq/100 g)	0,36	Extraction acétate et dosage par photométrie
<i>pH-H<sub>2</sub>O</i>	8,19	Extraction eau distillée dosage par Potentiométrie, lecture directe au pH-mètre
<i>Texture</i>	Limono-argileux	Bouyoucos

Source : Laboratoire de la FAMV, 2016

### 2.3.2. Matériel végétal

L'expérimentation a compris au total neuf variétés de pois d'Angole, soit une variété locale et huit variétés de pois d'Angole pérenne. Les variétés pérennes sont celles qui ont été remises au projet AKOSAA par l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides. Le pois d'Angole local, qui est utilisé par les producteurs/trices de la zone, a été acheté au marché. Avant l'établissement de l'expérience, les variétés pérennes ont été multipliées en Haïti par la Fondation CHIBAS. Toutefois, pour mettre en place l'essai, la quantité de semence de pois d'Angole pérenne reçue après la multiplication était très faible.

### 2.3.3. Dispositif expérimental

La monoculture de pois d'Angole a été mise en place sur une superficie de 0,33 ha, dont 0,312 ha pour le dispositif expérimental, tandis que le reste a été valorisé en patate douce par le projet AKOSAA. Cet essai a été réalisé selon un dispositif en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions agencées en blocs disposés d'une manière perpendiculaire à la pente. Chaque bloc a compris neuf parcelles élémentaires correspondant aux traitements, soit les huit nouvelles variétés de pois d'Angole pérenne et la variété de pois d'Angole locale. Ainsi, l'expérience a compris au total 36 unités expérimentales de 21 m<sup>2</sup> chacune, comportant cinq rangées de 3 m de longueur distancées

de 1,5 m. Au total, l'essai a compté 540 plants espacés de 1,5 m x 1,5 m soit une densité de 1731 plants ha<sup>-1</sup> (Annexe 1).

#### **2.3.4. Entretien de l'essai**

Après le nettoyage du site, celui-ci a été billonné et piqueté pour l'implantation du dispositif. Étant donné que l'expérience a été réalisée dans les conditions réelles prévalant chez les producteurs/trices, avec des contraintes d'accessibilité empêchant la mécanisation des opérations de préparation de sol, ces opérations ont été réalisées manuellement (Annexe 2).

Lors du semis, trois graines ont été mises par poquet, puis une opération de démariage a été faite 35 jours après le semis pour laisser place à un seul plant par poquet. L'essai a été réalisé sous régime pluvial sans aucun apport d'engrais. Par contre, un mois après le semis, on a effectué un traitement phytosanitaire avec l'insecticide Actara afin d'éliminer les larves des papillons susceptibles de détruire les bourgeons, les fleurs et même les gousses des pois d'Angole. L'Actara est un produit homologué par Santé Canada à des fins d'utilisation aérienne pourvu qu'on évite son usage aux périodes de pré et de post-floraison. Enfin, le désherbage a été fait au besoin.

#### **2.3.5. Collecte des données**

La collecte des données a été réalisée à différentes étapes de l'expérience. Avant la mise en place de l'expérience en plein champ, nous avons fait un test de germination de toutes les variétés de pois d'Angole utilisées en vue de connaître leur pouvoir germinatif. Lors de la phase de croissance végétative, les variables dépendantes observées ont été le taux de levée, la hauteur, la circonférence et le diamètre des plantes. Ces variables dépendantes précitées ont été mesurées deux fois, soit trois et quatre mois après la date de semis, respectivement. Pour chacune des variétés, on a également évalué le temps requis pour que plus de 50 % des plants parviennent à maturité. On a considéré que la plante a atteint sa maturité et est prête à être récoltée lorsque au moins 80 % des gousses sont dorées (Niyonkuru, 2002). La masse de 100 graines, le nombre de graines/gousse, le nombre de gousses/plante et les rendements en gousses et en graines ont été les variables dépendantes permettant d'évaluer les potentialités reproductives des variétés étudiées.

Les données sur la hauteur et la circonférence des pois d'Angole et celles des variables de la composante du rendement (nombre de gousses/plante, masse des gousses, nombre de graines/gousse, masse de 100 graines) ont été collectées sur un échantillon de huit plants

pris au hasard sur les 15 plants des parcelles élémentaires. La hauteur des plants a été directement mesurée du collet à l'apex à l'aide d'un ruban gradué en centimètres. Trois et quatre mois après le semis, la tige du pois d'Angole étant encore très fine, le ruban gradué n'était pas approprié pour la mesure de la circonférence. De ce fait, par manque d'instrument de mesure approprié, on a pris la circonférence de la tige du pois d'Angole, au niveau de la moitié de sa hauteur à l'aide d'une ficelle et celle-ci a été placée sur une règle millimétrée pour obtenir la circonférence. Pour calculer le diamètre, on a utilisé la formule suivante :

$$\text{Diamètre} = \frac{\text{Circonférence}}{\pi}.$$

### **2.3.6. Analyse des données**

Les données collectées sont d'abord transcrites sur une matrice constituée sur Excel en vue d'en faire l'examen primaire. Ces données sont ensuite importées sur le logiciel SAS 9,4 (SAS Institute 2012) pour une analyse de variance avec la procédure GLM (General Linear Models). L'analyse de variance (ANOVA) a permis de vérifier si la valeur F calculée pour les traitements est significative. En présence de différence significative, pour comparer ces traitements qualitatifs non structurés, on a utilisé le LSD protégé de Fisher.

Pour l'analyse de la croissance végétative des pois d'Angole pérenne, les données recueillies sur la hauteur, la circonférence et le diamètre ont été d'abord analysées dans un plan d'expérience avec mesures répétées puisqu'elles ont été prises à différents stades de croissance sur le même sujet. Vu que l'analyse avec plan à mesures répétées a démontré que le temps n'a aucun effet sur les variétés, on a réalisé une analyse de variance conventionnelle avec le LSD protégé de Fisher comme test de comparaisons multiples au niveau de probabilité de 5 %.

## 2.4. Résultats

### 2.4.1. Germination et levée des pois d'Angole

Le pouvoir germinatif moyen de l'ensemble des variétés a été très faible, soit de 38,4 %. L'analyse de variance a révélé une différence très significative entre les variétés ( $F= 36,02$ ,  $P<0,001$ ). La Figure 4 montre que la VAR0, la variété locale du pois d'Angole, a eu statistiquement le plus haut taux de germination (84 %) comparativement aux variétés pérennes.

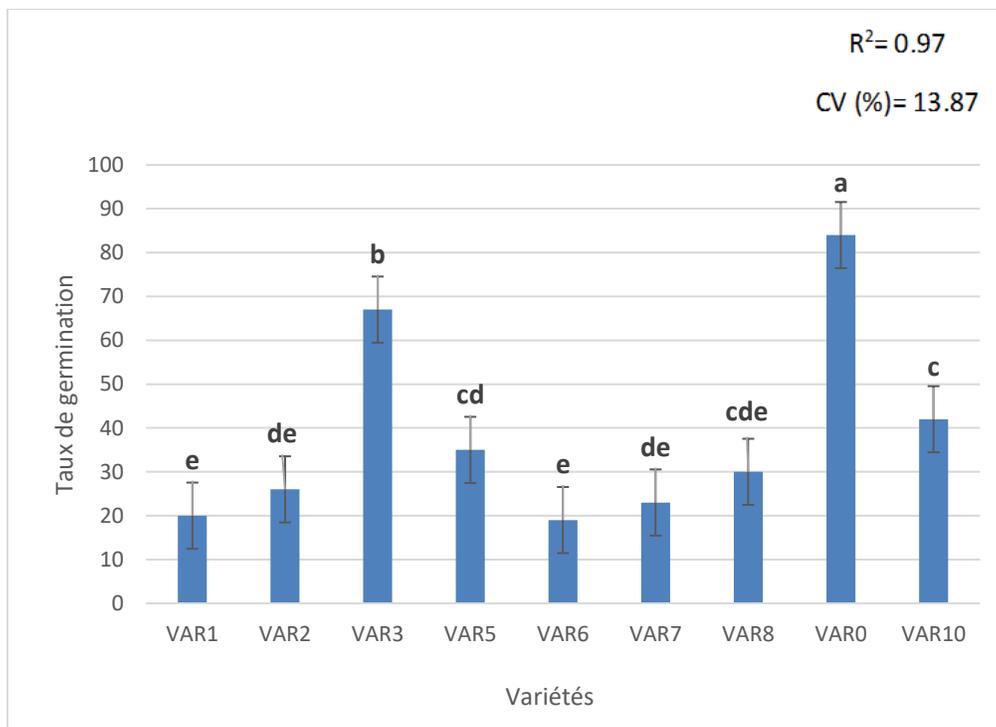


Figure 4 : Pouvoir germinatif des lignées de pois d'Angole utilisées dans l'expérience. Les barres d'histogramme (montrant le taux de germination moyen et l'erreur standard) accompagnées de la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test LSD ( $P<0,05$ ).

Environ un mois après le semis, on a évalué le taux de levée de toutes les variétés de pois d'Angole. Par la suite, soit à la fin d'un premier cycle cultural, le taux de survie a été calculé afin de voir le pourcentage de plantes qui ont résisté après le passage du cyclone Matthew en octobre 2016. Enfin, le niveau de précocité, soit le temps requis pour atteindre la maturité (voir plus haut pour une définition de la maturité) a été évalué. Les résultats de l'analyse de variance ont montré une différence très significative entre les variétés pour le taux de levée ( $P<0,001$ ). Cependant, aucune différence significative n'a été trouvée pour le taux de survie (les légères différences observées à ce niveau étant tout de même discutées plus bas). Parmi toutes les variétés, la VAR3 est la plus précoce, elle a atteint sa maturité environ 5

mois après le semis. La VAR10 qui a le taux de survie le plus élevé, soit 98,3%, fait partie des variétés tardives (210 jours). Pour la VAR8 également tardive, on a enregistré un taux de survie très appréciable (97,9 %). La VAR7 avec le taux de survie le plus faible est la plus tardive parmi toutes les neuf variétés de pois d'Angole étudiées (Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques du cycle végétatif des neuf variétés de pois d'Angole

<b>Variétés</b>	<b>Taux de levée (28 JAS) en %</b>	<b>Taux de survie (%)</b>	<b>Maturité (JAS)</b>
<b>VAR1</b>	78,33 <sup>c</sup> ±14,78	91,06 <sup>ab</sup> ±8,32	180
<b>VAR2</b>	95,00 <sup>a</sup> ±10	94,58 <sup>ab</sup> ±3,7	210
<b>VAR3</b>	85,00 <sup>bc</sup> ±10	89,61 <sup>ab</sup> ±11,75	150
<b>VAR5</b>	88,34 <sup>ab</sup> ±8,39	91,41 <sup>ab</sup> ±8,34	180
<b>VAR6</b>	90 <sup>ab</sup> ±8,61	95 <sup>ab</sup> ±10	180
<b>VAR7</b>	96,67 <sup>a</sup> ±6,67	85 <sup>b</sup> ±14,78	240
<b>VAR8</b>	90 <sup>ab</sup> ±8,61	97,92 <sup>a</sup> ±4,17	210
<b>VAR10</b>	88,33 <sup>ab</sup> ±6,38	98,33 <sup>a</sup> ±3,34	210
<b>VAR 0</b>	93,33 <sup>ab</sup> ±9,43	95,83 <sup>ab</sup> ±8,34	180
<b>R<sup>2</sup></b>	0,67	9,12	
<b>CV (%)</b>	7,62	8,49	10,53

(Moyenne± écart-type, %), les moyennes suivies de la même lettre ne présentent pas de différence significative selon ( $P<0,05$ ). JAS : Jours après semis ; CV : coefficient de variation.

#### 2.4.2. Paramètres de croissance des pois d'Angole

Prises en deux temps, les données recueillies sur les paramètres de croissance (hauteur, circonférence et diamètre) des variétés de pois d'Angole ont été d'abord analysées selon un plan de mesures répétées. Les résultats ont montré que les interactions de ces différents paramètres de croissance (temps\*hauteur) (temps\*circonférence) et (temps\*diamètre) ne sont pas significativement différentes au seuil  $P<0,05$  (Annexe 4). Pour comparer les variétés selon la hauteur, la circonférence et le diamètre, les données prises au second temps de mesure, soit quatre mois après le semis, ont été soumises à une analyse de variance conventionnelle sans tenir compte du facteur temps.

L'analyse de variance de ces paramètres de croissance indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les neuf variétés de pois d'Angole au seuil  $P < 0,05$  (Tableau 4). Toutefois, une forte corrélation positive ( $R=0.87$ ,  $R^2=0.76$ ) a été observée entre la hauteur et la circonférence des pois d'Angole qui sont les deux paramètres mesurés (le diamètre étant déduit d'après la circonférence).

Tableau 4 : Comparaison des moyennes des paramètres de croissance des variétés de pois d'Angole

<b>Variétés</b>	<b>Hauteur moyenne (cm)</b>	<b>Circonférence moyenne (cm)</b>	<b>Diamètre moyen (cm)</b>
<b>VAR1</b>	143,72 <sup>a</sup> ±21.52	2,55 <sup>ab</sup> ±0,51	0,81 <sup>ab</sup> ±0,16
<b>VAR2</b>	160,97 <sup>a</sup> ±11.87	2,74 <sup>ab</sup> ±0,15	0,87 <sup>ab</sup> ±0,05
<b>VAR3</b>	153,32 <sup>a</sup> ±5.61	2,62 <sup>ab</sup> ±0,09	0,83 <sup>ab</sup> ±0,03
<b>VAR5</b>	141,97 <sup>a</sup> ±22.42	2,47 <sup>ab</sup> ±0,45	0,79 <sup>ab</sup> ±0,14
<b>VAR6</b>	143,50 <sup>a</sup> ±18.28	2,35 <sup>b</sup> ±0.21	0,75 <sup>b</sup> ±0.07
<b>VAR7</b>	151,13 <sup>a</sup> ±12.60	2,54 <sup>ab</sup> ±0,22	0,81 <sup>ab</sup> ±0,07
<b>VAR8</b>	145,00 <sup>a</sup> ±11.35	2,34 <sup>b</sup> ±0.07	0,75 <sup>b</sup> ±0.02
<b>VAR10</b>	146,26 <sup>a</sup> ±21.02	2,6 <sup>ab</sup> ±0,53	0,83 <sup>ab</sup> ± 0,17
<b>VAR0</b>	163,78 <sup>a</sup> ±16.98	2,93 <sup>a</sup> ±0,36	0,93 <sup>a</sup> ± 0,11
<b>LSD</b>	24,92	0,49	0,81

Au sein d'une même colonne, les valeurs suivies de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de  $P < 0,05$ . Le diamètre a été calculé à travers cette formule :  $(\text{Diamètre} = \frac{\text{Circonférence}}{\pi})$

#### 2.4.3. Rendement en gousses et en graines des variétés de pois d'Angole

Les variables (poids de 100 graines, nombre de gousses/plante et nombre de graines/gousse) de la composante du rendement sont statistiquement différentes ( $P < 0,05$ ) entre les variétés de pois d'Angole. Les variétés VAR3, VAR5, VAR8 et VAR10 sont statistiquement identiques pour le nombre de graines/gousse, soit quatre en moyenne. Concernant le nombre de gousses/plante, les variétés VAR1, VAR2, VAR3, VAR5, VAR6, VAR8 ne sont pas statistiquement différentes ( $P < 0,05$ ). Mais les variétés VAR5 et VAR8 ayant beaucoup plus de gousses par plante sont statistiquement différentes des variétés VAR7, VAR10. Pour le poids de 100 graines, la VAR10, qui se différencie des autres variétés, a montré la masse la plus élevée soit de 15,25 g en moyenne. De façon décroissante, les VAR0, VAR1, VAR8, VAR6, VAR7, VAR2 ne sont pas statistiquement différentes. La masse de 100 graines de la VAR5 est la plus faible (à 9 g) (Tableau 5).

Tableau 5: Comparaisons des moyennes des variables de la composante du rendement

<b>Variété</b>	<b>Masse de 100 graines (g)</b>	<b>Nombre de graines/gousse</b>	<b>Nombre de gousses/plante</b>
<b>VAR1</b>	12,75 <sup>ab</sup> ± 0,35	3,35 <sup>b</sup> ± 0,44	550 <sup>abcd</sup> ± 412,22
<b>VAR2</b>	9,73 <sup>cd</sup> ± 0,26	2,93 <sup>c</sup> ± 0,24	725 <sup>abc</sup> ± 334,57
<b>VAR3</b>	9,35 <sup>d</sup> ± 0,07	3,74 <sup>a</sup> ± 0,28	609,5 <sup>abcd</sup> ± 153,5
<b>VAR5</b>	9 <sup>d</sup> ± 0,35	3,36 <sup>ab</sup> ± 0,38	877,8 <sup>a</sup> ± 391,4
<b>VAR6</b>	11,4 <sup>bcd</sup> ± 0,84	3,23 <sup>bc</sup> ± 0,29	757,75 <sup>abc</sup> ± 400,83
<b>VAR7</b>	10,6 <sup>bcd</sup> ± 1,69	3,21 <sup>c</sup> ± 0,28	309,8 <sup>d</sup> ± 151,12
<b>VAR8</b>	11,45 <sup>bcd</sup> ± 0,64	3,68 <sup>a</sup> ± 0,18	818,25 <sup>ab</sup> ± 439,41
<b>VAR10</b>	15,25 <sup>a</sup> ± 1,48	3,44 <sup>ab</sup> ± 0,17	390 <sup>cd</sup> ± 330,09
<b>VAR 0</b>	12,3 <sup>bc</sup> ± 1,13	2,89 <sup>c</sup> ± 0,18	472,4 <sup>bcd</sup> ± 297,92
<b>CV (%)</b>	9,97	8,37	43,57
<b>R<sup>2</sup></b>	0,86	0,62	0,60

Les valeurs (moyenne ± écart-type) avec la même lettre ne sont pas statistiquement différentes,  $P < 0,05$ , test de LSD.

Les résultats de l'analyse de variance du rendement moyen en gousses ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les neuf variétés de pois d'Angole au seuil de ( $P < 0,05$ ). Cependant, l'analyse de variance du rendement en graines a révélé une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les variétés. En comparant les moyennes des traitements pour le rendement en graines par le test LSD, on a observé que les variétés suivantes : VAR0, VAR1, VAR2, VAR3, VAR5, VAR6 et VAR10 ne présentent aucune différence significative. La VAR 8, qui paraît plus productive (Rendement = 2061,2 kg/ha) et la VAR 7, ayant le plus faible rendement (611,4 kg/ha), sont statistiquement différentes. Une différence statistique a été également observée entre la VAR8 et les VAR1, VAR3, VAR0 et VAR10 (Figure 5).

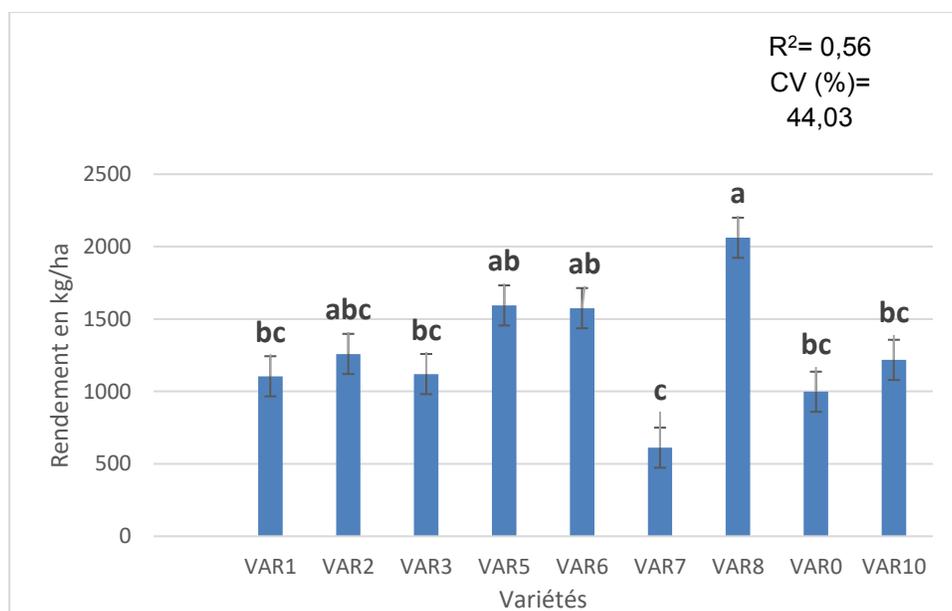


Figure 5 : Comparaison des rendements moyens en graines des neuf variétés de pois d'Angole. Les barres d'histogramme (montrant le rendement moyen en graines et l'erreur standard) accompagnées de la même lettre ne présentent pas de différence significative selon le test LSD ( $P < 0,05$ ).

## 2.5. Discussion

Malgré le faible taux de germination des semences de pois d'Angole disponibles (Figure 4), l'expérience a tout de même été lancée, puisqu'aucun autre matériel végétal ne pouvait être utilisé. Par ailleurs, une différence pouvait être attendue entre les résultats du test de germination, qui a été réalisé dans des conditions contrôlées et des arrosages fréquents, et les données sur la levée survenue en plein champ sous régime pluvial. C'est ainsi qu'on a observé que le taux de levée moyen des semences (89,44 %) est nettement supérieur au taux moyen de germination soit 38,4 %. Les observations recueillies au niveau de l'essai fournissent des indications sur les performances des variétés sous les conditions agroenvironnementales propres aux champs paysans d'Haïti. Les facteurs environnementaux (la température, l'humidité, l'état structural du lit de semence...), la date de semis et la variété exercent une influence considérable sur la croissance d'une plante, notamment sur son taux de levée, son développement végétatif et son rendement en grains (Niyonkuru, 2002; Ravenau et al, 2014). Puisqu'elles ont été semées à la même date et dans les mêmes conditions environnementales, les différentes variétés ont différé quant au taux de levée selon leurs propriétés physiologiques particulières, et notamment selon la vigueur de la semence. D'après le tableau 3, la VAR8 a eu un taux de levée appréciable où 90 % des plants de cette variété ont réussi à se développer dans les conditions

agroécologiques réelles de Chiquette. À la fin du cycle, la VAR 8 a eu un taux de survie d'environ 98 %. Le taux de survie correspond au pourcentage de plantes qui ont résisté, à la fin du cycle, aux ravageurs et aux autres perturbations naturelles ou anthropiques.

Selon Saxena (2008), la large gamme temporelle de maturité requise pour le pois d'Angole est de 90 à 300 jours. Caburet et Hekimian Lethève (2002) ont mentionné que les plants du pois d'Angole atteignent leur maturité entre 180 à 280 jours après le semis, selon les variétés. Dans le cas de la présente étude, le temps requis pour atteindre la maturité se situait au milieu de la fourchette des valeurs temporelles (150 à 240 jours) rapportées pour l'ensemble des variétés. La maturation des plantes de la VAR7 est parvenue de façon très irrégulière. La plus tardive, cette variété a atteint sa maturité 240 jours après le semis.

Malgré l'absence de différence statistique significative entre les valeurs moyennes de la hauteur, de la circonférence et du diamètre, les VAR0 et VAR2 se sont distinguées avec des valeurs moyennes plus élevées, environ 164 cm et 161 cm respectivement pour la hauteur. Aucune différence significative n'a été observée entre les rendements moyens en gousses et en graines de ces deux variétés. Parmi l'ensemble des variétés étudiées, la VAR8 moyennement tardive (210 jours) ayant quatre graines en moyenne par gousse fournit le rendement moyen en graines le plus élevé soit 2061,2 kg/ha. Le rendement en graines obtenu par la VAR8 est nettement supérieur du rendement du pois d'Angole obtenu (1800kg/ha) par une expérience réalisée dans la province du centre du Cameroun par Niyonkuru (2002). En zones bien arrosées, le rendement de la variété à cycle long du pois d'Angole a été de 1200 kg/ha Niyonkuru (2002). Au Kenya, dans les zones semi-arides, le rendement en graines du pois d'Angole varie de 1500 à 2500 kg/ha (Mergeai et al., 2001). Cependant en conditions optimales, le rendement en graines du pois d'Angole peut atteindre jusqu'à 5000 kg/ha (Van Der Maessen, 2006, cité par Fossou, 2011). Donc, la VAR8 avec son rendement de 2061,2 kg/ha est potentiellement une variété de pois d'Angole pérenne très prometteuse pour la localité de Chiquette.

## 2.6. Conclusion

La présente étude a évalué l'adaptabilité de huit nouvelles variétés de pois d'Angole pérenne aux conditions agroécologiques de Chiquette, et a comparé le comportement de ces nouvelles variétés à celui de la variété locale. Le pouvoir germinatif des huit nouvelles variétés de pois d'Angole pérenne a été très faible, tandis que la variété locale a eu un taux de germination appréciable soit de 84 %. En moyenne, le taux de levée de l'ensemble des variétés a été de 89 %. Les variétés ont été statistiquement très différentes pour le taux de levée ( $P < 0,001$ ). La VAR7 a eu le plus haut taux de levée (96,67 %), mais son taux de survie a été le plus faible (85 %). Observons cependant qu'aucune différence significative n'a été notée entre les variétés pour le taux de survie. Concernant les paramètres de croissance (la hauteur, la circonférence, le diamètre) et le rendement en gousses, aucune différence significative n'a été observée entre les variétés. Par contre, les variétés ont montré des différences significatives pour la masse de 100 graines, le nombre de graines/gousse, le nombre de gousses/plante et le rendement en graines. Avec une maturité moyennement tardive (210 jours), la VAR8 a eu le plus haut rendement en graines, soit 2061,2 kg/ha avec en moyenne quatre graines par gousse et un nombre élevé de gousses par plante, soit environ 818 gousses. Une enquête systématique n'a pas été faite, mais les producteurs/trices qui ont été sur place ont formulé une certaine appréciation par rapport aux neuf variétés de pois d'Angole étudiées. La VAR8 fait partie des variétés les plus appréciées par les producteurs/trices de la zone à cause de ses longues gousses. L'essai a donc révélé que la VAR8 est celle ayant eu le plus haut rendement dans les conditions agroécologiques de Chiquette. Il reste encore d'autres paramètres à étudier (dont la résistance aux maladies et la tolérance à la sécheresse) pour conclure effectivement que la VAR8 est la plus adaptée aux conditions agroécologiques de Chiquette. Une vulgarisation à l'échelle nationale de ces variétés de pois d'Angole nécessiterait de prolonger cette étude à différentes régions agroécologiques et durant plusieurs campagnes agricoles. Il conviendrait également de réaliser des évaluations sensorielles des grains produits par ces nouvelles variétés afin de s'assurer que le goût soit apprécié des consommateurs haïtiens.

## 2.7. Références

- Caburet A. et Hekimian Lethève C. (2002).** Les légumineuses à graines. *Mémento de l'agronome, Ministère des affaires étrangères, CIRAD, GRET.*
- CNSA (2011).** Enquête d'évaluation de la performance de la campagne de printemps 2011 et analyse des marches et de la sécurité alimentaire. *Haïti. 55 p*
- CNSA (2012).** Rapport d'évaluation d'urgence des impacts du cyclone Sandy sur la sécurité alimentaire, Haïti 63p.  
<http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/ena/wfp254368.pdf>
- CNSA (2017).** Enquête de sécurité alimentaire d'urgence post- « Matthew » (zones les plus affectées). *Haïti, EFSA Phase 1, 12p*
- Faris D. G. and Singh U. (1990).** "Pigeonpea: Nutrition and Products". In *The Pigeonpea*, Edited by: Nene Y. L., Hall S. D. and Sheila V. K. 401–434. *Wallingford, U.K.: CAB International.*
- Foussou K.R. (2011).** Diversité génétique des Rhizobia associés à un champ de pois d'Angole (*Cajanus cajan* L.). *Mémoire de stage ingénieur. Institut National Polytechnique de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 67 pages.*
- MARNDR, (2012).** Synthèse nationale des résultats du Recensement Général de l'Agriculture (RGA). 2008-2009. *FAO, Union Européenne, 37-40.* Document disponible à l'adresse suivante :  
[http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Resultats\\_RGA\\_National\\_05-11-12.pdf](http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Resultats_RGA_National_05-11-12.pdf)
- Mergeai G., Kimani P., Mwangombe A., Olubayo F., Smith C., Audi P., Baudoin J.-P., Le Roi A. (2001).** Survey of pigeonpea production systems, utilization and marketing in semi-arid lands of Kenya. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 5(3): 145–153*
- Niyonkuru D. N. (2002).** La culture du pois cajan un trésor méconnu en Afrique centrale. *Editions saild collection, Expériences des fédérations no 10, 23p*
- PNUD (2015).** Estimation des coûts des impacts du changement climatique en Haïti. *Carbonium, MEF, GEF ID n° 3733/PIMS ID n° 3971 : 93 p.*  
<http://www.ht.undp.org/content/dam/haiti/docs/Protection%20de%20l%20environnement/UNDP-HT-ProEnv-EtuEconoCC.pdf>
- Raveneau M.P., Coste F., Moreau-Valancogne P., Crozat Y., Dürr C. (2014).** Analyse de la germination-levée de deux légumineuses (pois - haricot) : Intérêts et complémentarités des approches expérimentales et numériques. *Innovations Agronomiques 35, 1-11*
- Saxena K. B (2008).** Genetic Improvement of Pigeon Pea — A Review. *Tropical Plant Biology, Volume 1, Issue 2, 159–178*
- Waliyar F., Donald Mc., Singh L., Kumar J. (1988).** Recherches sur les légumineuses à graines à l'ICRISAT. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics Patancheru P.O. Andhra Pradesh 502 324, India, 22p*

**3. Perception des producteurs/trices concernant la conservation du sol : potentiel d'adoption d'une technique agroforestière.**

### 3.1. Résumé

La dégradation du sol est un phénomène complexe déterminé par des facteurs naturels et anthropiques. La localité de Chiquette, située dans la quatrième section communale de Saint-Marc (Haïti), est confrontée à de graves problèmes de dégradation du sol puisqu'il s'agit d'une zone montagneuse où la culture d'arachide prédomine. Afin de contribuer à remédier à cette situation, la présente étude porte sur la perception que les producteurs/trices ont de la qualité du sol et de ses altérations. Elle vise aussi à évaluer le potentiel d'adoption d'une technique agroforestière de conservation du sol, faisant appel à la culture associée du pois d'Angole et de l'arachide. Pour effectuer ce travail, une enquête individuelle auprès de 15 producteurs/trices et un focus groupe réunissant 26 producteurs/trices ont été réalisés, dont les conclusions ont pu être complétées par des observations directes faites sur le terrain. Les résultats ont révélé que les producteurs/trices sont bien conscient(e)s des problèmes de dégradation du sol dans la zone et cherchent à trouver une solution en établissant majoritairement des structures mécaniques de conservation du sol comme les murets en pierre sèche. Toutefois, les répondants ne sont pas satisfaits de cette technique très exigeante en énergie et en main-d'œuvre et sont ouverts à employer d'autres techniques moins pénibles et plus durables. Il ressort du focus groupe que les producteurs/trices sont prêts à adopter la technique agroforestière de conservation du sol proposée, en priorisant son apport alimentaire et tout en soulignant certaines contraintes. Néanmoins, de nouvelles recherches permettraient de contourner les contraintes afin d'atteindre une pleine adoption de cette technique agroforestière de conservation du sol.

**Mots-clés :** *Dégradation du sol, technique agroforestière, pois d'Angole pérenne, arachide, perception paysanne.*

### 3.2. Introduction

Le sol représente une ressource naturelle nécessitant une gestion rationnelle en raison des biens et services qu'il offre à toutes les formes de vie. Les aménagistes et ingénieurs utilisent le sol dans sa fonction de support, tandis que les agronomes et forestiers considèrent sa fonction de production ; d'autres s'intéressent à sa contribution à la régulation des flux d'eau et des polluants. En effet, de par son caractère multifonctionnel, le sol apporte divers services écosystémiques indispensables à l'humanité et à l'environnement (Blum, 2006). Cependant, les utilisations monofonctionnelles de cette ressource vont à l'encontre de sa protection. En se limitant à l'une de ses fonctions pour l'exploiter au maximum, on en fait une gestion irrationnelle. Cette dernière aboutit à diverses formes de dégradation du sol, comme la salinisation, l'acidification ou l'érosion du sol. La dégradation du sol est perçue comme une perte de capacité à remplir les fonctions normalement dévolues à cette ressource, par suite d'une altération de ses propriétés physico-chimiques et biologiques. Plus formellement, *la dégradation du sol se définit comme un changement de tous les aspects naturels ou biophysiques de l'environnement par une activité anthropique et/ ou naturelle au détriment de la végétation, des sols, de l'état de surface, de l'eau de surface et souterraine et des écosystèmes* (UNEP, 2007).

Plusieurs phénomènes d'origine naturelle et humaine sont à la base de la dégradation du sol. Cependant les causes anthropiques de dégradation du sol sont les plus nombreuses et les plus désastreuses. La déforestation, le surpâturage, la mauvaise gestion des terres agricoles, la surexploitation et l'utilisation à outrance des produits agrochimiques sont les causes mondiales de dégradation du sol anthropiques identifiées par GLASOD (Global Assessment of Human Induced Soil Degradation) (Oldeman et al., 1990). Ainsi, la capacité de production du sol est affectée par ces phénomènes; l'environnement et notamment la sécurité alimentaire en subissent les conséquences (Osman, 2013).

Le processus d'érosion du sol est une véritable menace pour l'environnement et la sécurité alimentaire en raison de la dépendance de l'humanité à l'égard des sols agricoles (Pimentel et al., 1993). Lal (1995), dans une étude réalisée en Afrique sur la prévision des pertes de rendement par l'érosion pour les 30 prochaines années, a montré que la réduction du rendement due à l'érosion du sol varie de 2 à 40 % avec une perte moyenne de 8,2 % pour le continent. Si le même niveau de l'érosion du sol persiste, les pertes de rendement pourraient être de 16,5 % pour le continent en 2020 (Lal, 1995). En Europe, 26 millions d'hectares de terre sont soumis à l'érosion hydrique et un million à l'érosion éolienne (Le

Bissonnais et al., 2002). Dans certaines régions de l'Europe comme la Belgique, les bassins versants agricoles les plus exposés à l'érosion hydrique subissent une perte de sol dépassant  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$  (Vestraeten et al., 2006) et les coûts estimés de l'érosion hydrique peuvent atteindre plusieurs dizaines de millions d'euros par an (Evrard et al., 2007).

En Haïti, 6 % des sols seraient actuellement atteints d'une érosion irréversible. À l'échelle nationale, les pertes de production dues à l'érosion des sols en montagne pourraient être de l'ordre de 4 à 5 millions de dollars américains par an en valeur actuelle. Ces pertes résulteraient pour plus de 80 % de la mise en culture de sols à pente supérieure à 50 % (INESA, 2008). La dégradation du sol par l'érosion affecte énormément la sécurité alimentaire, car le sol reste l'un des facteurs de production agricole le plus important dans le pays. Au cours du 4<sup>e</sup> trimestre de l'année 2015, près d'une quarantaine de communes avaient été classées en phase de crise. Cependant, la situation de la sécurité alimentaire s'est améliorée, au cours du deuxième semestre de 2016, les zones classées en crise en octobre 2015 étant passées en phase de stress. Ainsi, le nombre de personnes en insécurité alimentaire est passé de 3,6 millions en janvier 2015 à 3,2 millions en août 2016, soit une baisse de 11 %. Cependant cette situation pourrait encore s'aggraver en raison des catastrophes récentes qu'a connues le pays. Dans l'intervalle, tout le pays demeure classé en phase de stress (CNSA, 2016). Les stratégies de conservation du sol peuvent jouer un grand rôle dans l'abolition de l'insécurité alimentaire. En effet, les techniques de conservation du sol contribuent à améliorer la production agricole, conduisant ainsi à une disponibilité alimentaire qui s'avère favorable à la sécurité alimentaire (Uli, 2001).

Lalouère, 4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc, et plus particulièrement la zone de Chiquette, est aussi confrontée à de sérieux problèmes de dégradation du sol en raison de la plantation des cultures sarclées en zone montagneuse. Malgré la topographie très accidentée de Chiquette, l'arachide (*Arachis hypogaea*) y est l'une des principales cultures de rente. Ce mode d'utilisation des terres nécessite une solution durable, capable d'atténuer le processus de dégradation du sol tout en garantissant une disponibilité alimentaire. Pour concevoir cette solution, il faut d'abord recueillir des informations sur la situation réelle de la zone. Ainsi, la présente étude consiste à mieux comprendre la perception des agriculteurs de Chiquette face à la problématique de la conservation du sol, afin d'évaluer les conditions d'adoption d'une solution agroforestière. Plus spécifiquement, les objectifs poursuivis par ce travail sont : (1) de caractériser certaines conditions socio-économiques des producteurs/trices de la zone ; (2) de déterminer leur attitude face à l'évolution de la qualité

du sol ; et (3) d'évaluer l'acceptabilité de l'implantation d'une technique agroforestière de conservation du sol incluant le pois d'Angole pérenne et l'arachide. L'hypothèse évaluée dans cette étude est la suivante : la technique agroforestière de conservation du sol (pois d'Angole pérenne et arachide) est acceptable par les producteurs/trices de Chiquette.

### **3.3. Matériels et Méthodes**

La présente section décrit la méthodologie appliquée pour mener à terme cette étude. Les groupes ciblés, les outils utilisés et le plan d'analyse des données recueillies y sont présentés.

#### **3.3.1. Zone d'étude**

Ce travail a été réalisé à Chiquette, une zone montagneuse où l'on retrouve majoritairement les cultures suivantes : l'arachide (*Arachis hypogaea*), la canne à sucre (*Sacharum officinarum*), le manioc (*Manihot esculenta*), le maïs (*Zea mays*), le sorgho (*Sorghum bicolor*). Chiquette est l'une des localités de la 4e section communale de Saint-Marc, Lalouère. Cette dernière connaît deux grandes périodes climatiques, la période pluvieuse s'étend de juin à novembre avec une précipitation moyenne annuelle de 1300 mm, alors que la période sèche va de novembre à mai avec une précipitation moyenne annuelle de 220 mm. La pluviométrie moyenne mensuelle de la zone est de 128 mm et sa température moyenne annuelle est de 27 °C. Le sol de pH alcalin (pH 8,26 en moyenne) est formé d'un substratum marneux et crayeux avec une teneur faible en azote et en phosphore, la texture des horizons superficiels allant de limono-argileuse à sablonneuse (AKOSSA, 2014).

#### **3.3.2. Collecte des données**

Après une visite de prospection dans la zone d'étude qui a permis de valider le questionnaire d'enquête, une phase de collecte de données a été réalisée en vue d'obtenir des informations sur la situation socio-économique des exploitants et sur leur attitude face à la conservation du sol. La collecte des données est basée principalement sur des enquêtes faites auprès des producteurs/trices de la zone. Étant les acteurs les plus impliqués dans l'exploitation et/ou la conservation du sol, les producteurs/trices qui ont été choisis (e) s'aléatoirement sont les groupes particuliers visés par l'étude. Deux types d'enquêtes ont été réalisées et les questions ont porté sur l'histoire agricole de la zone, la problématique de dégradation du sol et les mesures d'adoption de conservation du sol. Diverses observations ont été également faites sur le terrain afin de corroborer les informations recueillies.

- Entrevue individuelle

D'une durée de cinq jours, les enquêtes individuelles ont été effectuées de porte en porte à l'aide d'un questionnaire (Annexe 5). Les questions ont été basées principalement sur les caractéristiques socio-économiques des producteurs/trices, sur la qualité du sol et les techniques de conservation du sol utilisées. On a choisi un moment stratégique dans la journée pour réaliser l'enquête afin de rejoindre un nombre suffisant de répondants. Ainsi, les enquêtes ont été réalisées en fin de journée et quinze (15) chefs d'exploitation, dont neuf femmes, ont pu participer aux entrevues.

- Focus groupe

Les leaders des associations agricoles de la zone étaient chargés de communiquer aux membres les informations utiles à la participation au focus groupe. Cette séance a été faite en une journée réunissant 26 exploitants, dont 13 femmes, ils/elles sont également membres ou leaders des associations dans la zone de Chiquette. Les sujets abordés lors du focus groupe étaient plutôt d'ordre général afin d'avoir une meilleure compréhension de la situation socio-économique et environnementale du secteur d'étude. Toutefois, lors de cette séance, les répondants ont eu l'opportunité d'identifier les avantages et inconvénients de la technique agroforestière de conservation du sol proposée. Avec le consentement des participants, la séance du focus groupe a été photographiée et enregistrée (Annexe 6).

La réalisation des enquêtes décrites dans le présent chapitre a été approuvée par le comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université Laval (CÉRUL) (**No d'approbation 2016-043/06-05-2016**).

### **3.3.3. Analyse des données**

Les données recueillies proviennent essentiellement des deux formes d'enquêtes réalisées auprès des producteurs/trices de la zone. Ces données sont analysées afin de déterminer la perception des producteurs/trices face à l'évolution de la qualité du sol et les conditions qui favoriseraient l'adoption d'une solution agroforestière durable de conservation du sol. Les données sont désagrégées par sexe afin de préciser séparément les caractéristiques socio-économiques des femmes et celles des hommes. Pour classer les avantages et inconvénients de la technique agroforestière de conservation du sol, les producteurs/trices ont choisi par ordre importance les raisons favorables ou défavorables à son adoption. Les informations recueillies sont ensuite analysées à partir de la formule suivante :

$$RW_i = \sum_{j=1}^3 W_j F_j$$

- $W_j$  représente la valeur assignée par le  $j^{\text{ème}}$  répondant (5 points étant attribués à un avantage/inconvénient jugé le plus important, 3 points correspondant à un avantage/inconvénient de deuxième rang et 1 point pour un troisième rang) ;
- $F_j$  représente la fréquence de la réponse parmi tous les répondants ;
- $RW_i$  représente la valeur relative donnée au critère  $i$ .

L'affectation d'un avantage/inconvénient à un rang donné par les répondants est arbitraire. Le  $RW_i$  est calculé pour chaque réponse donnée (avantage/inconvénient) pour être ensuite hiérarchisé par ordre d'importance (Ayuk, 1997 ; Savard et al., 2006).

Par ailleurs, pour analyser la perception générale des producteurs/trices concernant la qualité du sol à Chiquette et l'efficacité des techniques de conservation du sol utilisées, la formule suivante (Oteros-Rozas & al., 2014) a été utilisée :

$$\text{Perception générale (PG)} = \frac{A - D}{A + S + D}$$

A : Pourcentage de répondants considérant une amélioration (augmentation) de la situation

D : Pourcentage de répondants qui observent une détérioration de la situation

S : Pourcentage de répondants qui croient que la situation est stable

Une fois la perception générale des producteurs/trices catégorisée selon la formule donnée plus haut, l'échelle des valeurs qui suit permet l'interprétation des résultats :

1.00 – 0.60	↑↑
0.59 – 0.20	↑
0.19 – -0.19	↔
-0.20 – -0.59	↓
-0.60 – -1.00	↓↓

- Si  $0,60 \leq PG \leq 1,00$ , situation très améliorée
- Si  $0,20 \leq PG \leq 0,59$ , situation moyennement améliorée
- Si  $-0,19 \leq PG \leq 0,19$ , situation stable
- Si  $-0,59 \leq PG \leq -0,20$ , situation moyennement détériorée
- Si  $-1,00 \leq PG \leq -0,60$ , situation très détériorée.

### **3.4. Résultats et Discussions**

Cette section présente les résultats découlant des deux formes d'enquêtes réalisées dans la zone de Chiquette. Les résultats révèlent certaines caractéristiques socio-économiques des producteurs/trices ainsi que leur perception quant à l'évolution de la qualité du sol et leur disposition à adopter une technique agroforestière de conservation du sol. Parallèlement, les résultats obtenus ont fait l'objet de comparaison avec d'autres recherches relatives au sujet à l'étude.

#### **3.4.1. Caractéristiques socio-économiques des répondants**

Les résultats concernant le niveau d'éducation des répondants ont montré l'existence d'un taux élevé d'analphabétisme dans la zone de Chiquette. Sur l'ensemble des personnes enquêtées âgées de 22 à 76 ans, 73 % sont analphabètes et seulement 26 % savent lire et écrire. L'analphabétisme est beaucoup plus courant chez les femmes que les hommes. La répartition du niveau d'instruction des répondants par sexe montre que 46 % des femmes sont analphabètes soit sept femmes sur les 15 répondants contre 26 % d'hommes analphabètes. Seulement, deux femmes soit 13 % possèdent une éducation de niveau secondaire et également 13 % d'hommes sont au niveau primaire. On n'a pas enregistré de femmes possédant une éducation de niveau primaire ni d'hommes possédant une éducation de niveau secondaire. Les inégalités liées à l'accès des femmes à l'éducation sont donc bien réelles dans la zone d'étude. Menard (2013), dans une étude sur l'éducation haïtienne, a révélé le grand écart entre le taux brut de scolarisation au secondaire des femmes, qui s'élève à 37 % contre 45 % pour les hommes. Sur l'ensemble de la population haïtienne de cinq ans et plus, 37,4 % n'ont aucun niveau de scolarité. La prédominance d'analphabètes dans la zone de Chiquette pourrait constituer un handicap à son développement. Les personnes sachant lire et écrire sont préférentiellement choisies comme agents de vulgarisation agricole, selon une approche qui vise à favoriser la diffusion et le développement des bonnes techniques agricoles, dont les pratiques agroforestières. Une étude réalisée au Nigeria a montré l'impact significatif de l'éducation des agricultrices sur la productivité agricole. Les agricultrices alphabétisées avaient un revenu moyen et une production plus élevés que celles qui sont analphabètes. L'impressionnante performance des agricultrices alphabètes pousse fortement les auteurs à recommander d'encourager des programmes d'alphabétisation pour les agriculteurs/trices afin de promouvoir le développement économique rural au Nigeria (Okpachu et al., 2014). Ainsi, l'éducation

compte parmi les facteurs nécessaires pouvant influencer favorablement le développement et la performance d'une technologie agricole.

La tenure foncière est un élément important qui affecte considérablement les prises de décision des producteurs/trices en Haïti quant à l'adoption des pratiques de conservation du sol. Les exploitants propriétaires s'orientent beaucoup plus vers l'adoption de bonnes pratiques agricoles leur permettant d'exploiter leurs terres de manière durable. Par contre, ceux qui sont non-propriétaires ne se soucient pas de la conservation du sol et exploitent les terres au maximum puisqu'ils ne savent pas quand ils vont en être expulsés. De plus, les non-propriétaires ne recherchent pas nécessairement l'amélioration de la production agricole parce que les propriétaires restent attentifs à l'évolution de la productivité des exploitations pour amplifier leurs exigences (Cribb, 1997). D'après les résultats de l'enquête, 11 informants (7 femmes et 4 hommes) soit 73 % sont des propriétaires. C'est un indice favorable susceptible d'encourager les exploitants de la zone de Chiquette à adopter des pratiques agricoles durables telles que les pratiques agroforestières de conservation du sol. Comme l'ont démontré Bannister et Nair (2003), les stratégies de mise en œuvre de l'agroforesterie dans des pays pauvres, dont Haïti, devraient reposer sur une connaissance approfondie des caractéristiques des ménages et des champs qui peuvent influencer les décisions d'adoption des producteurs/trices. Ces auteurs ont observé que les champs en sécurité foncière avaient en moyenne plus d'arbres soit 92 contre 64 arbres dans les champs en insécurité foncière. Donc le mode de tenure foncière a un impact réel sur l'adoption des pratiques agroforestières. Toutefois, il existe d'autres facteurs pouvant influencer l'adoption de ces pratiques, dont la distance entre les champs et la résidence, la taille de l'exploitation, l'âge et le sexe du chef d'exploitation, etc.

Parmi les 15 répondants de l'enquête individuelle, on a enregistré 9 femmes et le focus group qui réunissait 26 participants était composé d'autant de femmes que d'hommes. Malgré la grande participation des femmes aux entrevues, on ne peut pas conclure que dans la zone les femmes chefs d'exploitation sont majoritaires. L'implication majoritaire de ces dernières est due à leur préoccupation face aux problèmes de dégradation du sol résultant de la culture d'arachide en zone de pente, puisque cette culture est généralement pratiquée par les femmes (AKOSAA, 2014). Elles sont donc très intéressées à trouver des solutions durables de conservation de sol leur permettant de tirer profit de l'arachide sans causer de préjudice à l'environnement.

Les habitants de Chiquette vivent essentiellement de l'agriculture (AKOSSA, 2014). Toutefois, le commerce leur procure un revenu supplémentaire. Ils ne font que le commerce des produits agricoles ou des vêtements usagés comme activité économique extra-agricole. L'enquête a révélé que plus de la moitié des répondants, soit 8 personnes, dont 6 femmes, ont une source de revenus supplémentaire provenant du commerce. Les femmes sont généralement responsables de la vente des produits agricoles et les hommes vendent les produits transformés comme le clairin, le sirop de la canne à sucre, etc. Le même constat a été fait par AKOSAA (2014) dans son rapport sur le diagnostic communautaire réalisé à Lalouère. Bien que l'agriculture constitue la principale source de revenus à Chiquette, cette activité devient de moins en moins rentable à cause des intempéries récurrentes couplées à la dégradation du sol. Ainsi, l'adoption d'une technique agroforestière contribuerait à accroître et à diversifier les produits agricoles, rehaussant le revenu provenant du commerce de ces produits.

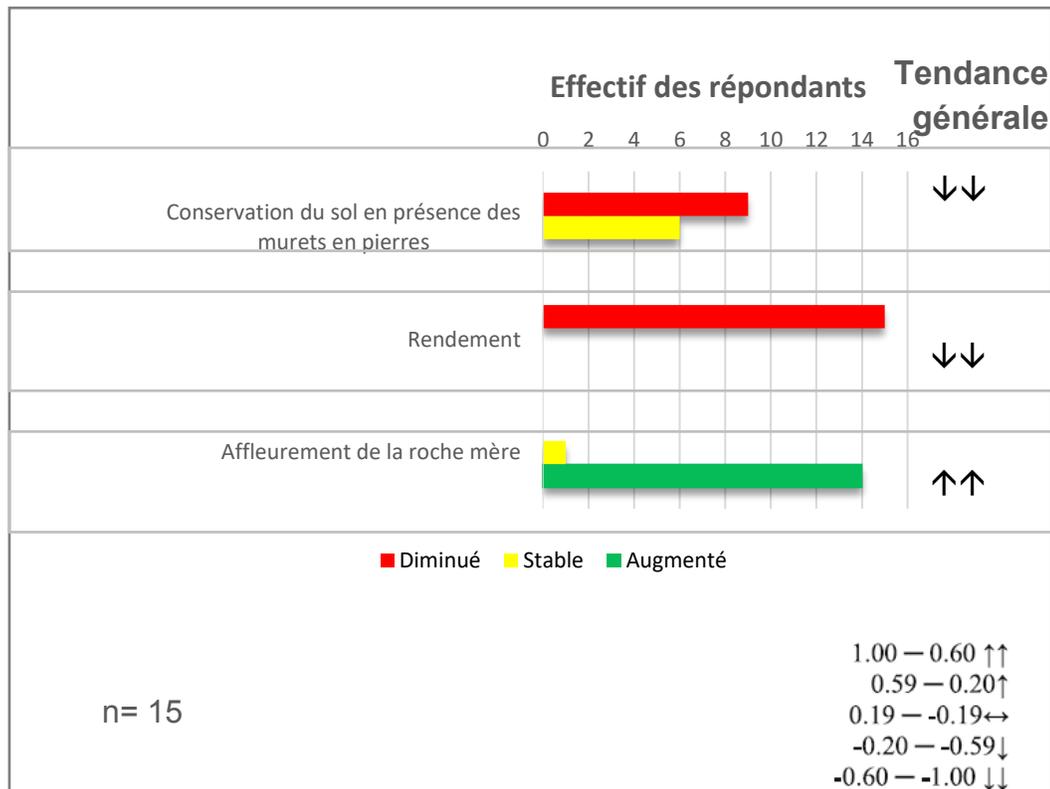
#### **3.4.2. Perception des producteurs/trices concernant la dégradation du sol et les moyens de lutte contre cette dégradation**

L'évaluation de la qualité du sol peut se faire de diverses façons : (1) par des indicateurs physiques en mesurant certaines caractéristiques physiques fondamentales du sol ; (2) par des indicateurs chimiques évalués au moyen d'analyses du sol (pH, CEC, K<sup>+</sup>, etc.) ; (3) par des indicateurs biologiques en estimant la densité de la population microbienne du sol et (4) par des indicateurs visuels obtenus par observation ou par interprétation photographique. Les indicateurs visuels peuvent fournir des informations très pertinentes sur la qualité du sol (Ibrahim, 2008). L'observation visuelle est la méthode utilisée par les producteurs/trices pour apprécier le niveau de dégradation du sol dans la zone de Chiquette. Ils/elles ont pu apprécier la dégradation physique du sol par l'affleurement de la roche mère qui est généralement une conséquence de l'érosion. D'autre part, les producteurs/trices ont perçu la dégradation chimique du sol découlant de la perte ou d'un excès d'élément nutritif, puisque cette dégradation s'est traduite par une décroissance du rendement. Ainsi leur appréciation de l'évolution de la qualité physique et chimique du sol a été réalisée par comparaison de la surface du sol et du rendement des cultures sur plusieurs années.

Les producteurs/trices rencontrent beaucoup de problèmes liés à la dégradation du sol et estiment que la qualité du sol se détériore au fil du temps. Les quinze (15) répondants ont affirmé que le rendement des cultures a diminué et quatorze (14) d'entre eux ont déclaré que le niveau de dégradation du sol a augmenté considérablement (Figure 6). Ils ont

énuméré les principales causes de dégradation du sol, soit la déforestation (pour la fabrication du charbon de bois et la construction des maisons) et les pratiques agricoles inappropriées. Ces effets sont amplifiés par la topographie vallonnée de la zone, qui la rend très vulnérable aux risques d'érosion.

Malgré les problèmes de dégradation du sol rencontrés par les producteurs/trices de la zone de Chiquette, ces dernier(e)s qui vivent de l'agriculture doivent continuer à exploiter le sol pour répondre à leurs besoins. De ce fait, dans l'objectif d'atténuer la dégradation du sol, ils ont adopté quelques techniques de conservation. Les répondants ont énuméré les principales techniques de conservation du sol utilisées, telles que les rampes ou murets en pierre sèche et quelques rampes vivantes avec des herbes. Les murets en pierre sèche sont les plus répandus en raison de la forte pierrosité de la zone, ce qui facilite la construction de ces structures mécaniques. Cependant, les producteurs/trices n'ont pas la technicité pour bien les établir et se plaignent de leur installation qui est très exigeante en énergie et en main-d'œuvre (Annexe 7). Parmi les 15 répondants, neuf d'entre eux soit 60 % sont totalement insatisfaits de ces techniques à cause de leur inefficacité et pour les six autres restants, ces techniques ne produisent aucun effet (Figure 6).



Source : Données d'enquête de terrain, 2016.

Figure # 6 : Perception générale des répondants de la qualité du sol et de l'efficacité des techniques de conservation du sol utilisées.

L'appréciation des producteurs/trices de l'évolution de la qualité du sol et de l'efficacité des techniques de conservation du sol déjà adoptées est évaluée à travers un indice reflétant la tendance générale de la situation. La tendance ou perception générale des producteurs/trices est obtenue en utilisant la formule déjà présentée dans la section de l'analyse des données.

### 3.4.3. Évaluation de l'adoption d'une technique agroforestière de conservation du sol

L'insatisfaction des producteurs/trices face à l'inefficacité des structures de conservation du sol déjà adoptées les motive à trouver une solution durable leur permettant d'exploiter leurs terres. Par l'entremise de la rencontre de focus groupe, nous leur avons présenté une solution agroforestière (pois d'Angole pérenne et Arachide) de conservation du sol. Plusieurs questions ont été posées et des réponses ont été fournies afin de bien expliquer cette technique. Le pois d'Angole pérenne est une variété nouvellement introduite en Haïti

et qui est déjà en essai d'adaptabilité aux conditions agroécologiques de Chiquette. La variété pérenne du pois d'Angole est créée par ICRISAT dans l'objectif de promouvoir son utilisation comme espèce agroforestière et elle détient le potentiel d'améliorer les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol (Daniel et al., 1991). Le pois d'Angole est déjà une source d'alimentation très fréquente dans le régime alimentaire haïtien et occupe 26,2 % de la surface agricole utile des légumineuses dans le pays (MARNDR, 2012). Il est également utilisé comme fourrage et ses feuilles possèdent des propriétés thérapeutiques. Ainsi, en plus de conserver le sol, la technique agroforestière avec le pois d'Angole pérenne et l'arachide permet la production d'autres biens et services sur le plan économique, alimentaire et médicinal.

À partir d'une méthode simple et fiable décrites dans d'autres études (Ayuk, 1997; Savard et al., 2006; Malle, 2011) et présentée à la section 3.3.3. *Analyse des données*, les producteurs/trices ont classé les avantages et inconvénients de la technique agroforestière de conservation du sol proposée, afin d'évaluer les critères qui sont favorables ou défavorables à son adoption. Les informations recueillies ont permis d'identifier les avantages et les contraintes perçus par les producteurs/trices pour une meilleure évaluation de l'acceptabilité de cette nouvelle technique de conservation du sol dans la zone (Tableau 6).

Tableau # 6 : Avantages et Inconvénients du système agroforestier (pois d'Angole pérenne et arachide) identifiés par les producteurs/trices (n= 26).

<b>Rang</b>	<b>Avantages</b>	<b>RW<sub>i</sub></b>
1	Augmentation des ressources alimentaires	106
2	Contrôle de l'érosion	102
3	Amélioration de la fertilité du sol	100
3	Diminution des dépenses de consommation alimentaire	100
3	Utilisation des branches taillées comme fourrage	100
4	Diversification des produits agricoles	98
5	Augmentation des revenus par la vente des produits du système agroforestier	88
6	Utilisation des feuilles de pois d'Angole à des fins médicinales	80
<b>Inconvénients</b>		
1	Pâturage non contrôlé des ruminants en période de sécheresse	102
2	Création d'ombrage	60
3	Main-d'œuvre supplémentaire	19

**Notes :** *RW<sub>i</sub>* représente la valeur relative donnée au critère *i* (Ayuk, 1997 ; Savard et al., 2006).

D'après les résultats obtenus, le système agroforestier est perçu premièrement comme une source d'alimentation humaine. En d'autres termes, la tendance générale de la perception des producteurs/trices montre que l'intérêt premier de leur acceptation ne vient pas nécessairement de l'objectif principal du système agroforestier qui est la conservation du sol. Les résultats d'une étude réalisée au Mali sur le potentiel adoption du baobab ont montré que l'apport nutritionnel du baobab est le principal facteur qui pourrait inciter les paysans à adopter la production de cet arbre (Savard et al, 2006). La fonction de conservation du sol de la technique agroforestière vient au second rang dans les critères avantageux à l'adoption de cette technique. Le fait que l'augmentation des ressources alimentaires soit perçue comme étant l'avantage principal de la technique agroforestière, s'explique par la comparaison faite par les répondants entre la construction de murets en pierre sèche, qui est une technique morte de conservation de sol, et la technique agroforestière. Fournissant des produits comestibles très appréciés dans le régime alimentaire haïtien, la technique agroforestière donnera effectivement accès à une source d'alimentation supplémentaire. Il importe de mentionner que la hiérarchisation des avantages et inconvénients de la technique agroforestière varie en fonction du répondant.

Par exemple, si la création d'ombrage est considérée par certains répondants comme un inconvénient de premier rang, d'autres le mettent au dernier rang parce qu'ils profitent parfois de cette ombre pour se reposer en plein champ.

Selon les répondants, les dommages causés par les caprins en période de sécheresse constituent le principal inconvénient de la technique agroforestière parce que les terrains le plus souvent non clôturés donnent libre accès aux animaux. Dans la zone de Chiquette, où l'agriculture est pluviale, on pratique généralement l'élevage libre (AKOSAA, 2014). Toutefois, en période pluvieuse, les producteurs/trices s'efforcent de mettre les cabris au piquet pour éviter les dommages aux plantations et l'abattage de l'animal par le propriétaire de la plantation dévastée. Par contre, en période de sécheresse, le manque de fourrage incite les producteurs/trices à laisser leurs animaux paître librement. Ainsi, les plantations en système agroforestier qui demeureront au champ pendant plusieurs années sont susceptibles d'être ravagées par des ruminants notamment des cabris. L'élevage libre est donc un facteur qui pourrait affecter négativement l'adoption de la technique agroforestière de conservation du sol.

### **3.5. Conclusion**

Cette étude a décrit les caractéristiques socio-économiques des producteurs/trices de Chiquette qui pourront affecter l'adoption d'une technique agroforestière de conservation du sol. Les résultats ont montré que le taux d'analphabétisme est plus élevé chez les femmes que chez les hommes (78 % contre 67 %). La pratique de la culture d'arachide qui contribue à la dégradation du sol de Chiquette est généralement faite par les femmes et leur implication dans les prises de décision pour la conservation du sol est fondamentale. Mais, leur faible niveau d'instruction entrave leur pleine participation dans l'adoption de nouvelles techniques agricoles durables. Donc, leur intégration dans les programmes d'alphabetisation leur permettra de mieux apprendre et diffuser les bonnes techniques agricoles. Cette étude a aussi démontré que, à tout le moins dans la zone d'étude, le système foncier n'est pas un obstacle à l'adoption de la technique agroforestière, puisque 73 % des répondants sont des propriétaires et sont donc très intéressés à trouver une solution durable de conservation du sol. La technique agroforestière contribue également à améliorer leur sécurité alimentaire et à renforcer leur activité commerciale, puisqu'elle assure un apport supplémentaire de produits agricoles.

Les résultats ont confirmé que les problèmes de dégradation du sol sont bien réels dans la zone de Chiquette. La décroissance du rendement, l'exposition de la roche mère résultant du transport de la couche arable et le changement de la couleur du sol témoignent de la dégradation du sol. L'appréciation faite par les répondants de la qualité du sol révèle que celui-ci est en mauvais état. Les producteurs/trices ont adopté des techniques de conservation du sol afin d'en améliorer la qualité. Les pierres, ressource très disponible à Chiquette, ont été utilisées pour construire des murets en pierre sèche, structure de conservation du sol très fréquente dans la zone. Cependant, les résultats ont révélé une insatisfaction à l'égard de l'efficacité de cette technique de conservation du sol et les producteurs/trices cherchent à trouver d'autres techniques plus efficaces.

La technique agroforestière (pois d'Angole pérenne et arachide) de conservation du sol proposée a été analysée par les producteurs/trices en identifiant et en classant les avantages et inconvénients influençant son adoption. L'augmentation des ressources alimentaires est considérée comme le principal avantage qui pourrait inciter les producteurs/trices à adopter cette technique agroforestière. Cependant, les ravages provoqués par les cabris en période de sécheresse, la création d'ombrage, l'augmentation de la main-d'œuvre, présentées ici selon leur ordre d'importance relative, sont des

contraintes soulignées par les producteurs/trices. Ces contraintes peuvent être atténuées. À titre d'exemple, si le producteur possède un terrain clôturé, les cabris ne pourront pas ravager la parcelle agroforestière et la création d'ombrage peut être diminuée suivant le mode d'arrangement du système agroforestier. La présente étude a donc permis d'identifier certains aspects perfectibles de la technique agroforestière associant arachide et pois d'Angole pérenne. De nouvelles recherches sur ces aspects permettraient de favoriser davantage l'adoption de cette pratique par les producteurs/trices.

### 3.6. Références

- AKOSSA (2014)**. Diagnostic communautaire de la 4e section de la commune de Saint Marc. *Rapport de l'enquête de ligne de base, Haïti, 90p*
- AYUK E. T. (1997)**. Adoption of agroforestry technology: the case of live hedges in the Central Plateau of Burkina Faso. *Agricultural Systems, 54 : 189-206*.
- Bannister M.E. et Nair P.K.R. (2003)**. Agroforestry adoption in Haiti: the importance of household and farm characteristics. *Agroforestry Systems 57: 149–157*
- Blum W.E.H (2006)**. Functions of soil for society and the environment. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol. 4:75–79*
- Coordination nationale de la sécurité alimentaire (CNSA), 2016**. Synthèse de la situation de sécurité alimentaire actuelle et projetée. <http://www.cnsa509.org/>
- Cribb A. Y. (1997)**. Politique des prix agricoles et sécurité alimentaire en Haïti (1971-1986). *Groupe de recherche, de formation et d'action pour le développement Rio de Janeiro, Brésil (GIFAD). Éditions AREYTOS*
- Document disponible à l'adresse suivante :*
- Eriksson J., Hakansson I., Danfors B. (1974)**. The effect of soil compaction on soil structure and crop yields. *Bulletin 354. Swedish Institute of Agricultural Engineering, Uppsala*
- Evrard O., Bielders C. L., Vandaele K. et Van Wesemael B. (2007)**. Spatial and temporal variation of muddy floods in central Belgium off-site impact and potential control measures. *Catena 70, 443-454*. [http://agriculture.gouv.fr/view/01/IMG/pdf/Resultats\\_RGA\\_National\\_05-11-12.pdf](http://agriculture.gouv.fr/view/01/IMG/pdf/Resultats_RGA_National_05-11-12.pdf)
- Ibrahim A. Mirsal (2008)**. Soil degradation. In Soil pollution, origin, monitoring & remediation. *Chapter 5, 95-114*
- INESA, 2008**. Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé, 6, 38-42.
- Lal R. (1995)**. Erosion – crop productivity relationships for soils of Africa. *Soil Sci Soc Am J 59 : 661–667*.
- Le Bissonnais Y. , Thorette J. , Bardet C., Daroussin J. (2002)**. L'érosion hydrique des sols en France. *INRA, IFEN, 106p*
- Mallé K. (2011)**. Durabilité de la culture du henné dans la région de Koulikoro, au Mali : cas des communes rurales du Méguétan et de Banamba. *Mémoire, Département des sciences du bois et de la forêt, Faculté de Foresterie, de Géographie et de Géomatique Université Laval, Québec, 119p*.
- MARNDR, (2012)**. Synthèse nationale des résultats du Recensement Général de l'Agriculture (RGA). 2008-2009. *FAO, Union Européenne, 37-40*.
- Menard E. T. (2013)**. L'éducation en Haïti : inégalités économiques et sociales et question de genre. La femme dans l'enseignement supérieur. *Haïti Perspectives, vol. 2 • no 3*

- Okpachu A. S., Okpachu, O. G., Obijesi, I. K. (2014).** The impact of education on agricultural productivity of small scale rural female maize farmers in Potiskum local government, Yobe state: a panacea for rural economic development in Nigeria. *International Journal of Research In Agriculture and Food Sciences, Vol. 2, No.4, 8p.*
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., & Sombroek, W. G. (1990).** World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. *Wageningen, The Netherlands and Nairobi, Kenya: International Soil Reference and Information Centre and United Nations Environment Programme.*
- Osman K. T. (2014).** Soil Resources and Soil Degradation. *Springer, 1-43*
- Oteros-Rozas E., Martí'n-Lo'pez B., Gonzalez J.A., Plieninger T., Lopez C.A., Montes C. (2014).** Socio-cultural valuation of ecosystem services in a transhumance social-ecological network. *Reg Environ Change, 14:1269–1289*
- Pimentel, D., Allen, J., Beers, A., Guinand, L., Hawkins, A., Linder, R., McLaughlin, P., Meer, B., Musonda, D., Perdue, D., Poisson, S., Salazar, R., Siebert, S., & Stoner, K. (1993).** Soil erosion and agricultural production. In Pimentel, D. (Ed.), *World soil erosion and conservation. Cambridge : Cambridge University Press, 277–292*
- Savard V., Olivier A., Franzel S. (2006).** Technique de production maraîchère de feuilles de baobab : potentiel d'adoption. *Bois et forêts des tropiques, N° 287 (1)*
- Uli Locher (2001).** Sécurité alimentaire en Haïti. *Journal of Haitian Studies. Vol. 7, No. 1 Spring, 26-43*
- UNEP (2007).** GEO-4 : Global environmental outlook. Environment for development. *United Nations Environ. Programme, Nairobi.*
- Vestraeten G., Poessen J., Goossens D., Gillijns K., Biolders C., Gabriels D., Ruyschaert G., Van Den Eeckhaut M., Vanwalleghem T. et Govers G., (2006).** Belgium. Dans : Boardman J. et Poesen J.(eds). *Soil erosion in Europe. Wiley, Chicester England, 515 536*

**4. Évaluation de la performance du système agroforestier (pois d'Angole pérenne - Arachide) sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol à Chiquette**

#### 4.1. Résumé

Les systèmes agroforestiers notamment les cultures en couloir sont souvent utilisées pour maintenir la fertilité et contrôler l'érosion des sols dégradés. Le potentiel de conservation de sol de cette technique agroforestière est accru par l'utilisation d'arbres fixateurs d'azote. En plus de conserver le sol, ces systèmes fournissent du fourrage et du bois et sont également une source d'alimentation humaine. Chiquette, une localité de Lalouère (4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc, Haïti) est située dans une zone de montagne où l'arachide représente l'une des cultures dominantes. Cette pratique d'exploitation des terres contribue à la dégradation du sol. Ainsi, cette étude a évalué la capacité d'un système agroforestier (comprenant le pois d'Angole pérenne et l'arachide) disposé en cultures en couloirs à favoriser la conservation du sol à Chiquette. Le dispositif adopté est en blocs complets aléatoires avec quatre traitements dont trois en système agroforestier avec trois variétés de pois d'Angole pérenne (VAR1, VAR7, VAR8) et un traitement en monoculture d'arachide, ces traitements ont été répétés quatre fois. L'analyse de variance a révélé que les paramètres de croissance (hauteur, circonférence et diamètre) des trois variétés de pois d'Angole pérenne sont significativement différents entre eux. Les résultats du test LSD ont montré que la VAR 1 est celle ayant eu en moyenne les paramètres de croissance les plus élevés, soit environ 149 cm de hauteur, une circonférence de 2,43 cm et un diamètre de 0,77 cm. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour le rendement en graines et en coques de l'arachide ni pour le contrôle de l'érosion au niveau des bacs de sédimentation et des pointes d'érosion, au cours de la première année de l'expérience. Ainsi, il est suggéré d'effectuer des études sur plusieurs années afin d'évaluer le plein potentiel de ce système agroforestier.

**Mots-clés :** *Cultures en couloirs, bacs de sédimentation, pointes d'érosion, pois d'Angole pérenne, arachide*

## 4.2. Introduction

Les techniques de conservation du sol sont souvent considérées comme des mesures bivalentes pouvant également conserver l'eau par l'amélioration de la capacité d'infiltration du sol. On les qualifie parfois des techniques de conservation du sol et de l'eau à cause de l'interdépendance de ces deux ressources naturelles (Hudson, 1990; Rattan, 2010). En plus de conserver le sol et l'eau, ces techniques offrent d'autres avantages socio-économiques en améliorant la productivité agricole et la qualité de l'environnement ou encore en protégeant les infrastructures en aval. Bon nombre de techniques de conservation du sol peuvent être utilisées pour contrôler l'érosion et la perte d'éléments nutritifs du sol tant à l'échelle parcellaire qu'à celle du paysage. Il existe des techniques mécaniques de conservation du sol (cordons en pierre sèche, gabion, diguette, terrasse, etc.) et des techniques biologiques basées sur des méthodes culturales. Le choix de la technique à utiliser dépend de la topographie et de la nature du sol, du climat, du type de dégradation du sol et des facteurs socio-économiques (Hudson, 1990; Vlaar, 1992; Karimata, 2001).

Selon Régis et Roy (1999), deux grandes catégories de techniques de conservation du sol sont utilisées en Haïti, soit les techniques paysannes traditionnelles et des techniques promues par les projets. Les techniques paysannes traditionnelles regroupent les rampes mortes, le paillage, le buttage et le billonnage, les cordons en pierre, les cultures associées et l'agroforesterie traditionnelle comme la jachère et les haies vives. Les techniques de conservation du sol promues par les projets étaient autrefois basées sur des structures mécaniques (terrasse, canaux de contour, murs secs.), fondées sur la perception de la dégradation du sol comme étant un problème technique pouvant être résolu par des solutions techniques. La démarche s'appuyait sur l'aménagement de l'espace sans tenir compte des contraintes auxquelles pouvaient faire face les paysans. Après l'échec de cette approche, les projets ont adopté une nouvelle démarche qui prône des techniques de conservation du sol basées sur une approche participative. Inspirés des techniques traditionnelles paysannes, les systèmes agroforestiers, les cultures sur billons, les rampes mortes sont les structures de conservation du sol employées par cette nouvelle approche (Régis et Roy, 1999; Delerue, 2009).

Les cultures en couloirs sont des systèmes agroforestiers qui consistent à mettre des cultures annuelles entre les rangées d'arbustes formant des haies, dont les branches peuvent être taillées périodiquement pour être appliquées au sol afin d'améliorer la fertilité et de contrôler l'érosion. Les cultures en couloirs représentent un type de système de cultures intercalaires, le cas le plus courant étant celui de céréales associées à des

légumineuses arbustives fixatrices d'azote (Olivier, 1997). Michael et Nair (1990), dans un projet de promotion de l'agroforesterie en Haïti, ont utilisé les cultures en couloirs comme une technique agricole durable, afin de conserver le sol tout en fournissant du fourrage et du bois de feu. Les résultats de cette étude ont montré que les agriculteurs ont beaucoup apprécié cette technique agroforestière de conservation du sol. En une année, de 1987 à 1988, la longueur des haies plantées par les agriculteurs dans la zone du projet est passée de 11 km à 140 km (Michael et Nair, 1990). Par ailleurs, des études, en Afrique (Shannon et al., 1994; Chirwa et al., 1994; Akyeampong et Hitimana, 1996) et en Haïti (Lea, 1996), ont révélé le potentiel de la culture en couloirs dans l'amélioration du rendement. Par ailleurs, Bayard et al (2007) ont réalisé une étude visant à examiner les facteurs pouvant influencer l'adoption de cette technique en Haïti.

L'étude décrite ici consiste à mettre en place un système agroforestier en cultures en couloirs associant le pois d'Angole pérenne et l'arachide dans la zone de Chiquette. Cette dernière, située en zone montagneuse, est une localité de la 4<sup>e</sup> section communale de Saint-Marc, Haïti. L'arachide est l'une des cultures dominantes à Chiquette et cette pratique contribue à la dégradation du sol (AKOSAA, 2014). Dans le but d'atténuer l'impact négatif de cette pratique culturale sur le sol, le présent travail vise à évaluer l'effet de la technique agroforestière (incluant le pois d'Angole pérenne et l'arachide) en cultures en couloirs sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol. Les objectifs spécifiques sont (1) de déterminer l'influence du système agroforestier sur le rendement de l'arachide et (2) d'évaluer la capacité du système agroforestier dans l'atténuation de l'érosion du sol. Par ailleurs, l'hypothèse émise est la suivante : le système agroforestier (incluant le pois d'Angole pérenne et l'arachide) en cultures en couloirs influence le rendement de l'arachide.

### **4.3. Matériels et Méthodes**

#### **4.3.1. Zone de l'essai**

L'essai a été réalisé à Chiquette, sur un terrain très rocheux, avec une pente de 27 %, mesurant 0,1243 ha. Le site est emblavé habituellement en arachide et très érodé, ce qui correspondait aux critères de choix du site. Pour combattre l'érosion au niveau du site, les producteurs/productrices ont disposé les roches se trouvant sur le terrain sous forme de rampes de pierres. Cependant, cette technique de conservation de sol utilisée demande beaucoup de travail et d'énergie et n'est pas efficace (Chapitre 3). Le site choisi paraît donc bien se prêter à l'essai d'une nouvelle méthode de conservation de sol plus pratique et

moins pénible, qui est l'implantation des pois d'Angole pérenne en amont et en aval des parcelles d'arachide, sous forme de rampes vivantes.

#### **4.3.2. Matériel végétal**

L'expérimentation porte sur un système agroforestier comprenant trois variétés de pois d'Angole pérenne et la variété locale d'arachide. Les variétés de pois d'Angole pérenne ont été créées par ICRISAT (Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides) et la variété locale de l'arachide nommée « Runner » a été fournie par la coopérative Cœurs Unis de Gilbert à Saint-Marc en Haïti.

#### **4.3.3. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental est en blocs complets aléatoires avec quatre répétitions. Chaque bloc comporte quatre traitements, dont trois, en système agroforestier avec trois variétés de pois d'Angole pérenne et un traitement en monoculture d'arachide. Les 16 unités expérimentales formées sont disposées aléatoirement. Les parcelles élémentaires en système agroforestier mesurant 21,3 m<sup>2</sup> comprennent sept billons avec cinq billons d'arachide espacés de 50 cm disposés au centre de la parcelle, et deux billons de pois d'Angole pérenne espacés de 150 cm (l'un en amont des cinq billons d'arachide et l'autre en aval). D'une superficie de 9 m<sup>2</sup>, les parcelles élémentaires en monoculture d'arachide comprennent seulement les cinq billons emblavés d'arachide. Les plants d'arachide sont disposés à 20 cm de distance et les pois d'Angole à 150 cm. La superficie du semis d'arachide est la même pour les parcelles agroforestières et pour les parcelles en monoculture (Annexe 8).

#### **4.3.4. Mise en place des bacs de sédimentation et des pointes d'érosion**

Les bacs de sédimentation sont fabriqués en tôle galvanisée et ont une dimension de 3 m de longueur (correspondant à la largeur de la parcelle élémentaire), 0,75 m de largeur et 0,5 m de profondeur. Pour leur part, les pointes d'érosion de 1 m de longueur sont peintes à 80 cm d'une couleur rouge vif. Les 20 cm non colorés des pointes d'érosion sont enfouis dans le sol et représentent un repère à partir duquel sera évalué le changement du niveau du sol. Ces deux techniques qui s'adaptent bien aux conditions du milieu sont utilisées dans le but d'évaluer le taux d'érosion au niveau du système agroforestier (Annexe 9).

#### **4.3.5. Collecte des données**

Pour atteindre l'objectif de ce travail, des données sur la croissance végétale du pois d'Angole, sur le rendement de l'arachide, sur la sédimentation dans les bacs et sur le niveau

de dégagement des pointes d'érosion ont été collectées. Spécifiquement des mesures de la hauteur, du diamètre et de la circonférence des pois d'Angole pérenne ont été prises. Le nombre de graines/m<sup>2</sup>, la masse moyenne de 100 graines, le nombre de coques et la masse moyenne des coques sont des données recueillies pour le calcul du rendement en graines et en coques de l'arachide.

Après chaque précipitation, les bacs de sédimentation disposés au bas de chaque parcelle élémentaire reçoivent les sédiments érodés. Ces derniers ont été récupérés et passés au tamis afin d'enlever tous les objets indésirables (grosses pierres, branches d'arbres.). Par la suite, les sédiments tamisés ont été séchés et pesés pour l'évaluation des pertes de sol occasionnées par l'érosion. Pour les pointes d'érosion, on a mesuré à l'aide d'un ruban métrique la partie aérienne dégagée hors du sol.

#### **4.3.6. Analyse statistique des données**

Les données recueillies sur les caractéristiques agronomiques des cultures du système agroforestier ont été enregistrées sur Excel et importées sur le logiciel SAS 9,4 (SAS Institue 2012). Ces données ont été soumises à une analyse de variance afin de rechercher l'existence de différences significatives entre les moyennes des traitements au seuil de 5 %. On a fait des comparaisons simples ou contrastes qualitatifs pour comparer les rendements de l'arachide en monoculture et en système agroforestier qui sont des traitements qualitatifs structurés. Pour la comparaison des moyennes des données de croissance du pois d'Angole en système agroforestier et celles des données provenant de la sédimentation des bacs et des pointes d'érosion, le test LSD de Fisher a été utilisé puisqu'il s'agissait de traitements qualitatifs non structurés. Toutes les comparaisons des moyennes ont été faites au seuil de probabilité de 5 %.

## 4.4. Résultats

### 4.4.1. Caractéristiques agronomiques des deux cultures

L'analyse de variance pour la hauteur, la circonférence et le diamètre des trois variétés de pois d'Angole pérenne en système agroforestier avec l'arachide a révélé des différences significatives entre les moyennes des traitements ( $P < 0,05$ ). La VAR 1 a eu la hauteur moyenne la plus élevée, soit environ 149 cm avec également la circonférence moyenne la plus élevée (2,43 cm) et nécessairement le diamètre moyen le plus élevé puisque celui-ci a été calculé à partir des mesures de la circonférence (Tableau 7).

Tableau 7 : Moyennes de certains paramètres de croissance des variétés de pois d'Angole en système agroforestier

<b>Variétés</b>	<b>Hauteur moyenne (cm)</b>	<b>Circonférence moyenne (cm)</b>	<b>Diamètre moyen (cm)</b>
<b>VAR1</b>	149,25 $\pm$ 9,92 <sup>a</sup>	2,43 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	0,77 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
<b>VAR7</b>	115,94 $\pm$ 31 <sup>b</sup>	2,02 $\pm$ 0,44 <sup>b</sup>	0,64 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>
<b>VAR8</b>	128,31 $\pm$ 10,31 <sup>ab</sup>	2,08 $\pm$ 0,17 <sup>ab</sup>	0,66 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>
<b>LSD</b>	23,8	0,35	0,11

Les valeurs (montrant la moyenne et l'écart-type) suivies de la même lettre au sein d'une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil significatif ( $P < 0,05$ ), selon le test LSD.

Pour l'arachide, les résultats de l'évaluation des performances reproductives par l'analyse de variance ont montré que les rendements moyens en graines ne sont pas différents statistiquement entre les traitements. En d'autres termes, aucune différence significative n'a été observée entre le rendement moyen en graines de l'arachide en monoculture et de l'arachide cultivée en système agroforestier (Figure 7).

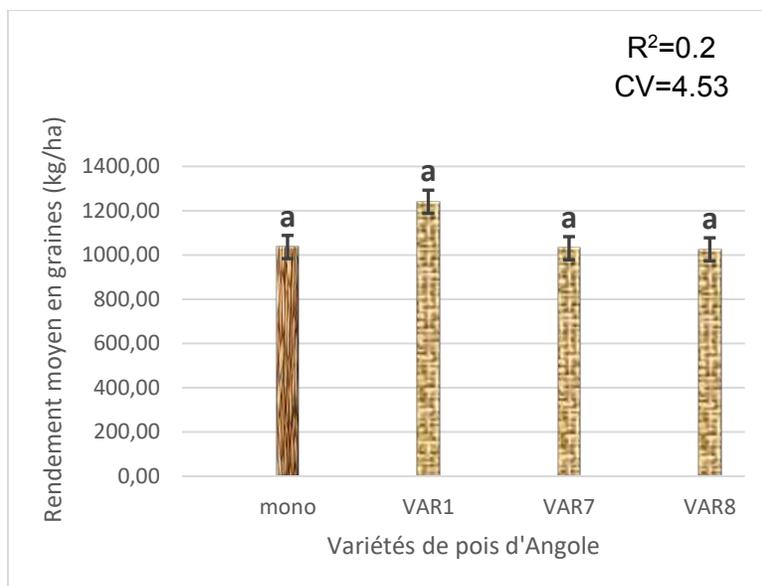


Figure # 7 : Comparaison des moyennes du rendement en graines de l'arachide avec les erreurs standards correspondantes. Les barres d'histogramme (montrant la moyenne et l'erreur standard) accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes. Mono : parcelle en monoculture d'arachide VAR1, VAR7, VAR8 : parcelles agroforestières avec l'arachide et la VAR1, VAR7 et VAR8, respectivement, du pois d'Angole pérenne.

Par ailleurs, l'analyse de variance n'a montré aucune différence significative entre les traitements pour le rendement moyen de l'arachide en coque.

#### 4.4.2. Sédimentation au niveau des bacs et des pointes d'érosion

Les résultats de l'analyse de variance au seuil significatif ( $P < 0,05$ ) pour l'évaluation de la sédimentation au niveau des bacs, n'ont révélé aucune différence ( $P = 0,15$ ) entre les traitements. De même, aucune différence significative entre les traitements n'a été observée en ce qui concerne l'évaluation des pertes de sol par les pointes d'érosion ( $F = 0,55$  ;  $P = 0,77$ ).

#### 4.5. Discussion

Les données recueillies sur les cultures ont porté principalement sur les variables de la composante du rendement de l'arachide. Toutefois, quelques paramètres de croissance du pois d'Angole, soit la hauteur et la circonférence, ont été mesurés. Enfin, le diamètre des plants de pois d'Angole a été calculé à partir de la circonférence. L'analyse de variance a montré qu'il y a une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les variétés des pois d'Angole pérenne pour les paramètres de croissance (la hauteur, la circonférence et le diamètre). La VAR1 est celle ayant eu une plus grande croissance avec en moyenne 149 cm de hauteur, 2,43 cm de circonférence et de 0,77 cm de diamètre.

Aucune différence significative n'a été trouvée entre les traitements pour les rendements moyens de l'arachide en graines et en gousses. Au cours du premier cycle cultural, le pois d'Angole n'a donc eu aucun effet sur le rendement de l'arachide. Ce même constat a été fait par Marshall et ses collaborateurs (1992), lors de la première année de leur expérience, le pois d'Angole n'a pas causé de réduction notable du rendement de l'arachide dans les deux dispositifs (plantation dispersée et cultures en couloirs) qu'ils ont utilisés.

Même si Jimoh (2001), a révélé que les bacs de sédimentation sont plus efficaces que les pointes d'érosion, les résultats de l'évaluation des pertes de sol par ces deux méthodes ont révélé que les systèmes agroforestiers n'ont eu aucun effet sur le contrôle de l'érosion du sol pour la première année de l'expérience. Les résultats de l'étude de Pope et Odhiambo (2014) sur l'analyse de l'érosion du sol selon ces deux méthodes ont été basés sur des données de huit années. Ainsi, cette étude devrait être répétée sur plusieurs années afin d'évaluer le plein potentiel du système agroforestier sur le contrôle de l'érosion.

#### **4.6. Conclusion**

Le présent chapitre a mis l'accent sur l'impact du système agroforestier sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol. Une évaluation des paramètres de croissance du pois d'Angole pérenne a été faite et la VAR 1 est celle qui a eu en moyenne la hauteur, la circonférence et le diamètre les plus élevés. Au cours de la première année de l'expérience, on a constaté que le système agroforestier n'a eu aucun effet significatif sur le rendement de l'arachide ni sur le contrôle de l'érosion. Cette étude a mis en place la méthodologie pour l'évaluation du plein potentiel du système agroforestier sur plusieurs années.

#### 4.7. Références

- Akyeampong, E. and Hitimana L. (1996).** Agronomic and economic appraisal of alley cropping with *Leucaena diversifolia* on an acid soil in the highlands of Burundi. *Agroforestry System*, 33, 1–11
- Bayard B., Jolly C. M., Shannon D. A. (2007).** The economics of adoption and management of alley cropping in Haiti. *Journal of Environmental Management*, Volume 84, Issue 1, 62–70
- Chirwa P.W., Nair P., Kamara C.S. (1994).** Soil moisture changes and maize productivity under alley cropping with *Leucaena* and *Flemingia* hedgerows at Chalimbana near Lusaka, Zambia. *Forest Ecology and Management*, 64 (1994), pp. 231–243
- Delerue F. (2009).** L'intégration des familles paysannes haïtiennes dans la lutte antiérosive à travers la cartographie participative. *Agronomes et Vétérinaires sans frontière (AVSF-Haïti)*, 18p  
<http://www.fao.org/docrep/t1765f/t1765f14.htm>
- Hudson N. W. (1990).** Conservation des sols et des eaux dans les zones semi-arides. *FAO*, 181p
- Jimoh H. I. (2001).** Erosion studies in a Nigerian city: A methodological approach. *The Environmentalist*, 21, 97–101.
- Joseph T. (2012).** Planting Now (Second Edition): Revitalizing Agriculture for Reconstruction and Development in Haiti. *Oxfam Briefing Paper No 162*.
- Karimata S. (2001).** Guide technique de la conservation des terres agricoles. *Société Japonaise des Ressources Vertes*, vol 5, 43 p
- Lea, J.D. (Zach), (1996).** Project Plus monitoring and evaluation case study results. *SECID/Auburn PLUS Report*, unpublished.
- Marshall F., Ong C., Black C. (1992).** La disposition des arbres influe sur la concurrence avec les cultures. *L'Agroforesterie aujourd'hui*. 2 p
- Michael E. et Nair P.K.R., (1990).** Alley cropping as a sustainable agricultural technology for the hillsides of Haiti: Experience of an agroforestry outreach project. Volume 5, Issue 2, 51-59
- Olivier, A. 1997.** L'agroforesterie. *Encart de L'Aubelle 117* : 1-12.
- Pope, IC et Odhiambo, BK. (2014).** Soil erosion and sediment fluxes analysis: a watershed study of the Ni Reservoir, Spotsylvania County, VA, USA. *Environnemental Monitoring and Assessment*. Volume 186, Issue 3, 1719–1733.
- Rattan L. (2010).** Soil and Tillage Research. In *Soil and Water Conservation Advances in the United States*, T.M. Zobeck, W.F. Schillinger (Eds.) (2010), *SSSA Special Publication # 60, Madison, WI*, 301 pp.
- Régis, G. et Roy, A. (1999).** Efficacité des actions de lutte antiérosive traditionnelles et modernes appliquées sur les versants en Haïti. *Bul. Res. Eros 19, IRD, Montpellier*.
- Scherr, S.J. (1999).** Soil Degradation A Threat to Developing-Country Food Security by 2020. *Washington: International Food Policy Research Institute*.
- Shannon D.A., Vogel W.O., Kabaluapa K.N. (1994).** The effects of alley cropping and fertilizer application on continuously cropped maize. *Tropical Agriculture*, 71, 163–169
- Smolikovski B., Roose E., Brochet M., (1992).** Une nouvelle approche de lutte antiérosive en Haïti. *FAO, Practic ORSTOM, ENSAT/CNEARC, Montpellier, France*
- Vlaar, J.C.J. (1992).** Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. *Rapport d'une étude effectuée dans le cadre de la collaboration entre le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C1EH), Ouagadougou Burkina Faso, et l'Université Agronomique Wageningen (UAW), Wageningen, les Pays-Bas*.

## **5. CONCLUSION GÉNÉRALE**

### **5.1. Vérification des hypothèses**

La présente étude a eu pour but d'évaluer l'impact du système agroforestier associant le pois d'Angole pérenne et l'arachide sur le rendement de l'arachide et la qualité du sol. Ce projet de recherche a permis, en premier lieu, de recueillir des informations sur huit variétés de pois d'Angole pérenne nouvellement introduites en Haïti et de distinguer la variété la plus prometteuse aux conditions agroécologiques de Chiquette, où se situait la présente étude. Par la suite, une appréciation du niveau de la dégradation du sol a été faite au moyen des indicateurs visuels utilisés par les producteurs/trices de la zone et certains facteurs propres à favoriser l'adoption du système agroforestier ont été également identifiés par les producteurs/trices. Enfin, la mise en culture de l'arachide avec le pois d'Angole pérenne a permis de mettre au point un mode de production durable propice à la conservation des sols. Ainsi, les résultats obtenus de cette étude sont de trois ordres.

Sur l'ensemble des variétés de pois d'Angole étudiées incluant la variété locale de pois d'Angole, une variété pérenne, la variété la plus productive, dénommée VAR8, a fourni un rendement moyen en graines de 2061,2 kg/ha. Cette variété fait également partie des variétés les plus appréciées par les producteurs/trices de la zone en raison de ses longues gousses. Comparativement au rendement moyen en graines (998 kg/ha) de la variété locale exploitée par les producteurs/trices, la VAR8, nettement plus productive contribuerait significativement à l'amélioration de la production agricole et éventuellement à contrer la dégradation du sol dans la zone. En effet, bon nombre d'études (Kumar Rao et al, 1981; IFDC, 2002; Snapp et al., 2010) ont prouvé le potentiel du pois d'Angole dans l'amélioration de la dégradation du sol.

En se fondant sur la décroissance du rendement, l'effleurement de la roche mère et le changement de la couleur du sol, les producteurs/trices ont constaté que le sol se détériore progressivement. Pour y remédier, ils ont utilisé quelques techniques de conservation du sol, mais selon eux ces dernières ne sont pas efficaces. Dans le souci d'améliorer le rendement de l'arachide, ils cherchent à trouver d'autres techniques de conservation du sol plus performantes leur permettant d'exploiter leurs terres de manière durable. L'évaluation du potentiel d'adoption du système agroforestier de conservation du sol a révélé que les producteurs/trices sont prêts à adopter ce système principalement pour son apport alimentaire supplémentaire.

Beaucoup d'études (Marshall et al., 1992; Rao et Mitra, 1994) ont mis en évidence le gain de productivité et de rentabilité qui résultait de l'application d'un système agroforestier associant l'arachide et le pois d'Angole pérenne, par rapport à un système de monoculture d'arachide. Cependant, à la première année, le système agroforestier n'influencerait pas la productivité de l'arachide. Le pois d'Angole pérenne est reconnu pour sa capacité à préserver le sol. Son utilisation dans le système agroforestier devrait faciliter une bonne gestion de la structure et de la fertilité du sol. Cependant, au cours de la première année de l'expérience, le système agroforestier mis en place n'a pas eu d'impact sur le contrôle de l'érosion du sol ni sur le rendement en gousses et en graines de l'arachide. Ce constat est conforme aux constatations faites dans le cadre d'études antérieures à la nôtre.

Enfin, il faut souligner que la majorité des producteurs/trices de Chiquette sont des propriétaires fonciers qui vivent principalement de l'agriculture. Leurs conditions socio-économiques sont donc favorables à l'adoption du système agroforestier de conservation de sol. Ce système, en plus de conserver le sol, offre bon nombre de biens et services, dont l'apport alimentaire. De ce fait, le système agroforestier de conservation de sol permettra également l'amélioration de la production agricole contribuant ainsi à accroître la sécurité alimentaire dans la zone.

## **5.2. Limitation de l'étude**

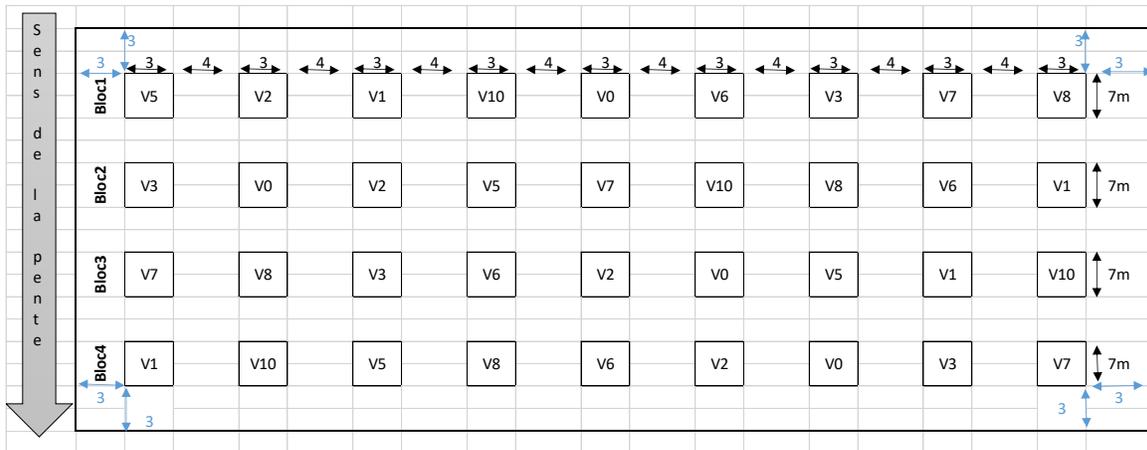
Alors que le potentiel d'adaptation des nouvelles variétés de pois d'Angole pérenne aux conditions agroécologiques de Chiquette a été évalué selon certains paramètres de croissance et de reproduction, d'autres paramètres encore auraient pu être pris en compte. Lors des études ultérieures sur ces variétés de pois d'Angole, il serait intéressant de réaliser une analyse sensorielle sur les grains de chacune d'elles et de déterminer leur résistance face aux maladies et à la sécheresse. Il conviendrait également de déterminer leur adaptabilité dans d'autres régions agroécologiques du pays. La SEA (Surface équivalente assolée) connue en anglais sous le nom de « Land Equivalent Ratio (LER) » est un critère permettant d'évaluer l'efficacité des systèmes multi-espèces par rapport aux systèmes en monoculture. Elle indique la superficie du sol nécessaire pour obtenir en monoculture la même production que sur un hectare de cultures associées (Mead et Willey, 1980; Dariush et al, 2006). Dans la présente étude, la SEA n'a pas été calculée en raison du manque de données sur le rendement du pois d'Angole et l'absence des parcelles de pois d'Angole en monoculture dans ce système. C'est un paramètre qui devrait être pris en considération à l'avenir afin de comparer la production en monoculture et en système agroforestier.

### 5.3. Références

- Dariush, M. Ahad, M. and Meysam, O. (2006).** Assessing the land equivalent ratio (LER). Of two corn ( *Zea mays*L.) varieties intercropping at various Nitrogen Levels in KARAJ, IRAN. *Journal of Central European Agriculture*. 7(2) 359- 364.
- IFDC (2002).** Collaborative research programme for soil fertility restauration and management in resource-poor areas of sub-saharan Africa. *Technical bulletin IFDC-T-67: 54p.*
- Kumar Rao JVDK, Dart PJ, Matsumoto T. and Day J.M. (1981)** Nitrogen fixation by pigeonpea.. In Proceedings of the International Workshop on Pigeonpeas. *ICRISAT, Patancheru, AP, India, vol 1: 190-199*
- Mead, R. and Willey, R. W. (1980).** The concept of a land equivalent ratio and advantages. *Experimental Agriculture*. 16 : 217- 226
- Snapp S. S., Blackie M. J., Gilbert R. A., Bezner-Kerr R., et Kanyama-Phiri G. Y. (2010).** Biodiversity can support a greener revolution in Africa. *vol. 107 no. 48: 6p*
- Marshall F., Ong C., Black C. (1992).** La disposition des arbres influe sur la concurrence avec les cultures. *L'Agroforesterie aujourd'hui*. 2 p
- Rao L. J. et Mitra B. N. (1994).** Planting pattern of two pigeonpea (*Cajanus cajan*) cultivars en intercropped with groundnut (*Arachis hypogaea*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press, 122: 415-421.*

## 6. ANNEXE

### Annexe 1 : Dispositif du système en monoculture de pois d'Angole



### Annexe 2 : La mise en place du dispositif en monoculture de pois d'Angole



Annexe 3 : Calendrier d'activités

Tableau # 1 : Calendrier d'activités

<b>Date</b>	<b>Activités</b>
23 mai 2016	Test de germination
06 juin 2016	Prise d'échantillon sol pour l'analyse
08 - 10 juin 2016	Préparation de sol
14 juin 2016	Semis
13 juillet 2016	Traitement phytosanitaire
23 novembre 2016	Début des récoltes

Annexe 4 : Interaction du facteur temps et certains paramètres de croissance du pois d'Angole

Tableau # 2 : Effet du facteur temps sur la hauteur des différentes variétés de pois d'Angole ( $\alpha=0.05$ )

<b>Source</b>	<b>Degré de liberté</b>	<b>Type III SS</b>	<b>Moyenne quadratique</b>	<b>Valeur F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Temps</b>	1	107 579,184 3	07579, 1843	1511,51	<. 0001
<b>Temps*hauteur</b>	8	2 769 421	346 178	0,49	0,855
<b>Erreur (temps)</b>	26	19 216 749	711 731		

Tableau # 3 : Effet du facteur temps sur la circonférence des différentes variétés de pois d'Angole ( $\alpha=0.05$ )

<b>Source</b>	<b>Degré de liberté</b>	<b>Type III SS</b>	<b>Moyenne quadratique</b>	<b>Valeur F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Temps</b>	1	147 854	147 854	421,02	<. 0001
<b>Temps*Circonférence</b>	8	0 ,14 331 86	0,017 914 82	0,51	0,837 7
<b>Erreur (temps)</b>	26	0,913 066 99	0,035 117 96		

Tableau # 4 : Effet du facteur temps sur le diamètre des différentes variétés de pois d'Angole ( $\alpha=0.05$ )

<b>Source</b>	<b>Degré de liberté</b>	<b>Type III SS</b>	<b>Moyenne quadratique</b>	<b>Valeur F</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Temps</b>	1	16 188	16 188	404,22	<. 0001
<b>Temps*diamètre</b>	8	0,012 830 78	0,001 603 85	0,40	0,910 4
<b>Erreur (temps)</b>	27	0,108 127 00	0,004 004 70		

Annexe 5 : Questionnaire de la fiche d'enquête

**Enquête sur le mode d'exploitation et la qualité du sol des parcelles des producteurs/trices de Lalouère**

N° de questionnaire : ..... Date : .....

Enquêteur/trice.....

**I- Identification de l'exploitant**

Nom : .....

Prénom : .....

Age du chef de l'exploitation : .....

Sexe : .....

Niveau d'instruction :

1- Analphabète  3- Secondaire  4- Supérieur

2- Primaire

Formation agricole :

Résident dans l'exploitation :

1- Oui  2- Non

Membres de famille à l'exploitation : .....

Avez –vous une autre activité en dehors de l'exploitation :

1- Oui  2- Non

Si oui,

Laquelle ?.....Revenu : .....

**II- Identification de l'exploitation Agricole**

Situation foncière :

En propriété  En métayage  En location

Nombre de parcelle : .....

**A. Qualité du sol**

1) Qu'est-ce qu'un bon sol ?.....

2) Selon vous, est-ce-que le sol était de meilleure qualité, il y a 10 ans, par exemple ?.....

Si oui

a) *Qu'est ce qui a causé sa dégradation ?.....*

b) *Comment vous faites pour savoir que le sol est dégradé?.....*

c) *Êtes vous-capable de quantifier le niveau de dégradation du sol ?.....*

Sinon,

pourquoi ?.....

.....

3) Est-ce que vous adoptez des techniques de conservation de sol?.....

Si oui

a) *Quelles sont les techniques adoptées pour conserver le sol ?*.....

b) *Depuis combien de temps?*.....

c) *Est-ce que ces techniques sont efficaces?*.....

Sinon,

pourquoi ?.....

.....

## **B. Production agricole**

4) Quels sont les paramètres importants pour vous dans la production ?.....

5) Est-ce que vous êtes satisfaits des rendements obtenus ?.....

Si non

a) *Qu'est ce qui est la base de cette insatisfaction ?*.....

b) *Quelles sont les stratégies adoptées pour remédier à cette situation ?*.....

6) Quelles sont les cultures les plus importantes (rentables) pour vous, dans la production ?

7) Quelles sont les contraintes que vous rencontrez dans la production ?.....

8) Quel type d'association de culture vous adoptez ?.....

## **C. Culture d'Arachide**

9) Est-ce que vous cultivez l'arachide ?..... (si non, passez à la section D)

10) Où cultivez-vous l'arachide ?

En plaine

En pente douce

En pente raide

11) Est-elle associée à d'autres cultures ?.....

12) Est-ce que la culture de l'arachide est bonne pour le sol ?

- a) Si oui,  
pourquoi ?.....
- b) Si non,  
pourquoi ?.....
- 13) Est-ce que la culture de l'arachide est plus rentable que d'autres cultures prédominantes dans la zone comme le maïs ou le sorgho ?.....

**D. Agroforesterie**

- 14) Pensez-vous que les arbres sont utiles en agriculture ?.....
- 15) Quels sont les aspects positifs de la présence des arbres en agriculture ?  
Fertilité                       Anti-érosion                       Produits dérivés   
Autres, précisez.....
- 16) Quels sont les aspects négatifs de la présence des arbres en agriculture, précisez ?.....
- 17) Que pensez-vous du pois Congo en production agricole ?.....
- 18) Est-ce que vous utilisez déjà le pois Congo ?  
Si oui  
a) Seul ou associé ?.....  
Sinon, pourquoi ?.....
- 19) Est-ce que vous ou votre famille, vous consommez du pois Congo ?.....
- 20) Est-ce le pois Congo est facile à vendre au marché ?.....  
Sinon,  
pourquoi ?.....
- 21) Est-ce que le pois Congo se vend plus cher ou moins cher que l'arachide ?.....

**A. Genre**

- 22) Existe-il une répartition de tâches selon le genre dans l'exploitation agricole ?.....
- 23) Quelles sont les tâches attribuées aux femmes et aux hommes ?.....

**Questionnaire préliminaire sur le système expérimental**

**A. Système agroforestier (Arachide et pois d'Angole « pois Congo »)**

- 24) Qu'est-ce qui vous intéresse dans les parcelles expérimentales ?.....
- 25) Observez-vous des problèmes dans ces parcelles ? Si oui, énumérez-les ?.....
- 26) Est-ce que ce système sera plus exigeant en main d'œuvre que les systèmes habituels ?  
Si oui,  
pourquoi ?.....

- 27) Quels seraient les avantages de ce système ?.....  
.....  
.....
- 28) Seriez-vous prêt à adopter un tel système, pourquoi ?.....  
.....  
.....
- 29) Qui prendra la décision dans la famille pour l'adoption d'un tel système ?.....  
.....  
.....

Annexe 6 : Séance de discussion en groupe avec les producteurs/trices de Chiquette



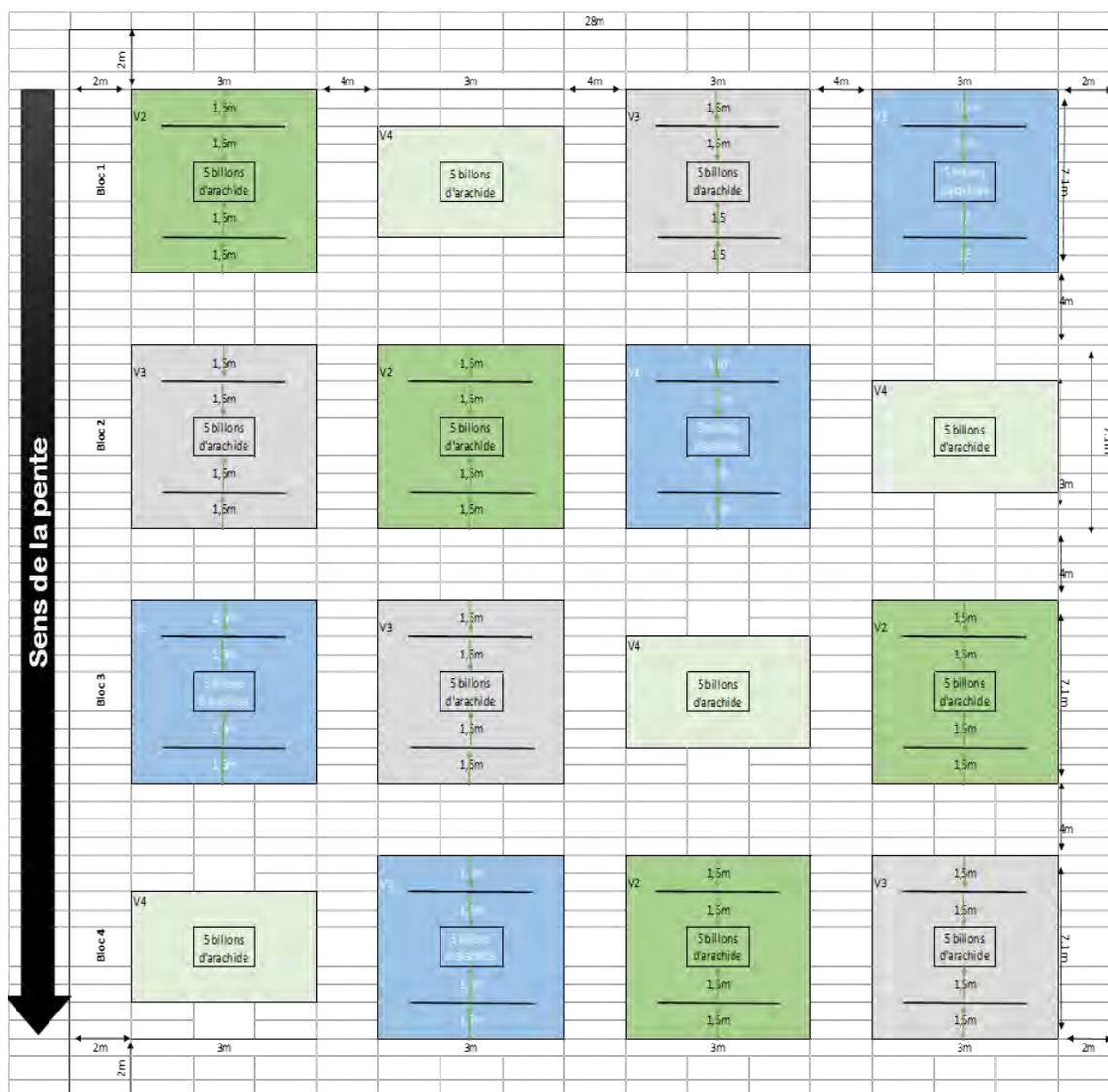
Source : Hyppolite M., 2016

Annexe 7 : Technique de conservation du sol en pierre sèche utilisée à Chiquette



*Source : Hyppolite M., 2016*

Annexe 8 : Dispositif expérimental du système agroforestier incluant le pois d'Angole et l'arachide



Notes : Pour chaque parcelle (représentée par le rectangle coloré), le rectangle central indique l'emplacement des cinq billons d'arachide et les deux lignes placées au-dessus et au-dessous du rectangle représentent les rangées de pois d'Angole. Chaque couleur désigne un traitement.

- : Parcelle agroforestière avec la VAR1
- : Parcelle agroforestière avec la VAR7
- : Parcelle agroforestière avec la VAR8
- : Parcelle en monoculture d'arachide

Annexe 9 : Parcelle élémentaire avec les dispositifs (bac de sédimentation et pointes d'érosion) pour l'évaluation de la conservation du sol par le système agroforestier.

