

BURKINA FASO

Unité-Progrès-Justice

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (MESRSI)**

UNIVERSITE NAZI BONI (UNB)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

Thème :

Etude de l'efficacité biologique de l'herbicide SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl 12 g/l EC) sur les adventices du soja (*Glycine max* (L.) Merr.) et ses effets sur les propriétés agrochimiques du sol.

Présenté par: SAWADOGO Yacouba

Directeur de mémoire : Pr Hassan Bismarck NACRO

Co-directeur de mémoire : Dr Bernard BACYE

Maître de stage : Dr Georges KAMBOU

N :2017/AGRO

Juillet 2017

TABLE DES MATIERES	Pages
DEDICACE.....	iv
REMERCIEMENTS	v
SIGLES ET ABREVIATIONS	vi
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1. GENERALITE SUR LE SOJA.....	3
1.1.1. Origine et évolution du soja	3
1.1.2. Systématique du soja.....	3
1.1.3. Botanique du soja	3
1.1.3.1. Morphologie du soja.....	3
1.1.3.2. Croissance et développement du soja.....	4
1.1.3.2.1. Phase de germination	4
1.1.3.2.2. Phase de croissance	5
1.1.3.2.3. Phase de floraison - fructification	5
1.1.3.2.4. Phase de maturation	5
1.1.4. Ecologie du soja	5
1.1.4.1. Le climat.....	5
1.1.4.2. Besoin en eau	6
1.1.4.3. Besoins en lumière	6
1.1.4.4. Besoins en sols	6
1.1.5. Techniques culturales.....	6
1.1.5.1. La préparation du sol.....	6
1.1.5.2. Semis	7
1.1.5.3. Entretien	7
1.1.5.4. Récolte.....	8
1.1.5.5. Conservation.....	8
1.1.5.6. Ennemis et Maladies	8
1.1.2. Usage et importance du soja.....	9
1.1.2.1. Importances du soja.....	9
1.1.2.2. Usage	10

1.1.3. Production du soja au Burkina-Faso	11
1.1.3.1. Système de culture	11
1.1.3.2. Evolution de la production et des superficies de culture du soja	11
1.2. GENERALITES SUR LES ADVENTICES	12
1.2.1. Définition	12
1.2.2. Influences des mauvaises herbes sur les cultures	12
1.2.3. Identification et classification des mauvaises herbes	13
1.2.4. Méthodes de lutte	14
1.2.4.1. Moyens préventifs	14
1.2.4.2. Méthodes curatives	14
1.3. GENERALITES SUR LES HERBICIDES	15
1.3.1. Définitions	15
1.3.2. Composition	16
1.3.3. Formulation	16
1.3.4. Classification	16
1.3.5. Mode d'actions des herbicides	18
1.3.6. Notion de dose, de toxicité et de sélectivité des herbicides	18
1.4. PROPRIETES AGROCHIMIQUES DU SOL	19
1.4.1. L'azote	20
1.4.2. Le phosphore	20
1.4.3. Le potassium	21
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE	22
2.1. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE	22
2.1.1. Situation géographique	22
2.1.2. Relief, climat et pluviométrie	22
2.1.3. Végétation	23
2.1.4. Sol	24
2.2. MATERIEL	24
2.2.1. Matériel végétal	24
2.2.2. Produits phytosanitaires	25
2.3. METHODES D'ETUDE	25
2.3.1. Dispositif expérimental	25
2.3.2. Conduite de l'essai	26
2.3.2.1. Préparation du sol	26
2.3.2.2. Semis	26

2.3.2.3. Entretien de la culture	26
2.3.3. Paramètres étudiés.....	27
2.3.3.1. Sélectivité du SELEKAM-soya	27
2.3.3.2. Nombre d'adventices du soja	27
2.3.3.3. Biomasse sèche des adventices du soja.....	28
2.3.3.4. Flore adventice du soja.....	28
2.3.3.5. Propriétés agrochimiques du sol	28
2.3.4. Analyse statistique.....	30
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	31
3.1. RESULTATS	31
3.1.1. Phytotoxicité de SELEKAM-soya	31
3.1.2. Effet des différents traitements sur la densité de population des adventices du soja	31
3.1.3. Coefficients d'efficacité biologique des différents traitements par rapport au nombre d'adventices du soja	34
3.1.4. Effet des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche des adventices du soja.....	35
3.1.5. Coefficient d'efficacité biologique des différents traitements par rapport à la biomasse sèche des adventices	38
3.1.6. Effets des différents traitements sur la flore adventice du soja	39
3.1.7. Influence des différents traitements sur les propriétés agrochimiques du sol.....	45
3.1.7.1. Influence sur la teneur en azote ammoniacal du sol.....	45
3.1.7.2. Influence sur la teneur en nitrate d'azote du sol.....	47
3.1.7.3. Influence sur la teneur en phosphore assimilable du sol	49
3.1.7.4. Influence sur la teneur en potassium disponible du sol.....	51
3.1.8. Effet des différents traitements sur les composantes du rendement et sur les rendements du soja	53
3.2. DISCUSSION	58
CONCLUSION	62
BIBLIOGRAPHIE	63
WEBOGRAPHIE.....	68
ANNEXES	I

DEDICACE

- ♥ **A mon père SAWADOGO Ousmane qui m'a toujours soutenu et encouragé dans mes études ;**
- ♥ **A ma mère SAWADOGO Mariam et sa coépouse ILBOUDO Minata pour toute cette affection à mon égard et pour le modèle parfait de mères ;**
- ♥ **A mes oncles SAWADOGO Boukary et SAWADOGO Arouna pour leur multiples soutiens ;**
- ♥ **A tous mes frères et sœurs pour tout le sacrifice consenti à mon égard.**

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

Nous ne saurions mener ce travail à terme sans le concours de personnes animées d'une volonté de soutien, d'aide et de partage à qui nous tenons à exprimer notre profonde gratitude. Nous remercions particulièrement :

- la Direction de l'**IDR** et l'ensemble du corps professoral qui déploient de grands efforts pour nous procurer une formation de qualité ;
- le **Dr Jacob SANOU**, Ex-Directeur de l'INERA Farako-Bâ pour nous avoir acceptés en tant que stagiaire dans sa structure ;
- le **Dr Georges KAMBOU** chercheur au Programme Cultures Maraîchères, Fruitières et Plantes à Tubercules(**CMFPT**), notre maître de stage pour la confiance accordée à notre personne. Sa disponibilité, son encadrement scientifique malgré ses multiples occupations et les efforts consentis pour la mise à notre disposition du matériel de travail nous a permis de bénéficier de son expérience et de mener à bien les différentes activités de recherche ;
- le **Pr Hassan Bismarck NACRO**, notre directeur de mémoire qui malgré ses nombreuses occupations, a relu notre manuscrit et accepté de faire partie du jury.
- le **Dr Bernard BACYE**, notre co-directeur de mémoire pour les critiques et les suggestions apportées dans l'amélioration du document ;
- **Aboubacar OUATTARA**, **doctorant** qui a été d'un grand apport pour la réalisation de ce mémoire à travers ses conseils, son assistance sur le terrain, son encadrement rapproché et sa franche collaboration ;
- les **techniciens** de la section Ecotoxicologie du programme CMFPT, M. **Romain YARO**, M. **Arsène KAMBIRE**, M. **Abdoulaye OUEDRAOGO** et tout le personnel du programme CMFPT pour la considération et l'ambiance vécu au sein de ce programme ;
- les promotionnaires Mme **Hortense DARANKOUM**, M. **Sié PODA**, M. **Assane BONKOUNGOU**, Mme **Fanta Djîè TRAORE** et tous les autres pour leur esprit de solidarité et de collaboration.
- les camarades de la 42^{ème} promotion pour ces années de partage et de solidarité;
- tous ceux ou toutes celles dont les noms n'ont pas été cités qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce document.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACTA: Association de Coordination Technique et Agricole

AFPP : Association Française de Protection des Plantes

APME 2A : Agence pour la Promotion de la Petite et Moyenne Entreprise en Agriculture et en Artisanat

BNDA : Banque Nationale de Développement Agricole

BUNASOLS : Bureau National des Sols

CEB : Commission des Essais Biologiques

CIRAD-GRET : Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement- Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques

CMFPT : Cultures Maraichères, Fruitières et Plantes à Tubercules

DPSAA : Direction de la Prospective et des statistiques Agricoles et Alimentaires

ESOP : Entreprise de Services et d'Organisations des Producteurs

FAO : Food and Agriculture Organization

IDR : Institut du Développement Rural

INERA: Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole

MAAH : Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques

MAAP-NB : Ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick

MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MARHASA/JICA : Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire/Agence Japonaise de Coopération Internationale

MPAE : Ministère auprès de la Présidence en charge de l'Agriculture et de l'Elevage

MRJC-PADYP : Mouvement Rural des Jeunes Chrétiens-Programme d'Appui aux Dynamiques Productives

NAFASO : Neema du faso

UNB : Université Nazi Boni

UNIFA : Union des Industries de la Fertilisation

LISTE DES FIGURES

Figures	Pages
Figure 1 : Evolution de la production de soja et des superficies de 2008 à 2015.	11
Figure 2 : Localisation de la commune rurale de Bama.....	22
Figure 3: Répartition mensuelle de la pluviométrie de Bama de la campagne agricole 2016-2017 (DRARHASA / Hauts Bassins).....	23
Figure 4 : Corrélation entre le nombre d'adventices au 14 ^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.	56
Figure 5 : Corrélation entre la biomasse des adventices au 14 ^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.	56
Figure 6 : Corrélation entre le nombre d'adventices au 98 ^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.	57
Figure 7 : Corrélation entre la biomasse des adventices au 98 ^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Pages
Tableau I: Composition chimique du sol de 0 à 20 cm de profondeur (Vallée de Kou).....	24
Tableau II: Caractéristiques des produits phytosanitaires.....	25
Tableau III : Echelle de notation visuelle de la commission des essais biologiques (C.E.B.) de l'union européenne.....	27
Tableau IV: Effet des différents traitements sur le nombre d'adventices (Pieds/m ²) du soja..	32
Tableau V : Coefficients d'efficacité des différents traitements en fonction du nombre des adventices (%).	34
Tableau VI: Effet des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche (g/m ²) des adventices du soja.	36
Tableau VII: Coefficients d'efficacité biologique des différents traitements en fonction de la biomasse sèche des adventices (%).	39
Tableau VIII : Effet des différents traitements sur la flore adventice du soja au 77 ^{ème} jour après traitement.....	41
Tableau IX: Effet des différents traitements sur la flore adventice du soja au 98 ^{ème} Jour après traitement.....	43
Tableau X : Influence des différents traitements sur la teneur en azote ammoniacale du sol (mg/kg).	46
Tableau XI : Influence des différents traitements sur la teneur en nitrate d'azote du sol (mg/Kg).	48
Tableau XII : Influence des différents traitements sur la teneur en phosphore assimilable du sol (mg/Kg)	50
Tableau XIII : Influence des différents traitements sur la teneur en potassium disponible du sol (mg/Kg)	52
Tableau XIV : Influence des différents traitements sur les composantes du rendement et sur le rendement du soja.....	54

RESUME

Au Burkina-Faso, une étude de l'efficacité biologique d'un herbicide de post-levée SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl 12%) sur les adventices qui causent des dégâts importants au soja et ses effets secondaires sur les propriétés agrochimiques du sol a été menée dans la plaine de la Vallée du Kou. Le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher complètement randomisé de six traitements en quatre répétitions. Le dénombrement des adventices et l'évaluation de la biomasse sèche ont été effectués à l'aide d'un carré de sondage de 0,25 m² par la méthode de Likov (1985). L'évaluation des coefficients d'efficacité a été faite à l'aide de la formule de Vilitsky (1989). Les teneurs en azote ammoniacal et en azote nitrique du sol ont été déterminées par spectrophotométrie, celles du phosphore assimilable par la méthode Bray I et le potassium disponible à l'aide d'un photomètre à flamme. Parmi les doses de SELEKAM-soya, celles de 1,5 l/ha et de 2,5 l/ha ont été les plus efficaces avec respectivement des coefficients d'efficacité qui ont varié de 4,96 à 47,45% et de 31,08 à 53,39% en fonction du nombre d'aventices. Ceux du produit témoin, Ikokadigné (Haloxifop-r-méthyl 104 g/l) 0,9 l/ha ont varié de -5,83 à 45,11%. L'identification des adventices au 98^{ème} jour après traitement, a montré que le Fluazyfop-p-butyl 12% contrôle une large gamme de mauvaises herbes. Cependant, certaines adventices telles que *Corchorus olitorius* L., *Sida acuta* Burm. f, *Sida corymbosa* et *Sida rhombifolia* L se sont avérés résistants à cette matière active. En outre, ces doses efficaces de SELKAM-soya n'ont pas affecté l'évolution des macroéléments du sol notamment au stade floraison-fructification. L'ensemble de ces facteurs ont permis d'obtenir pour les doses 2,5 et 1,5 l/ha de SELEKAM-soya des surplus de rendement grains respectifs de 12,35 % et de 12,12 % par rapport au témoin non traité. SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl 12 %) pourrait être vulgarisé à la dose de 1,5l/ha.

Mots-clés : Fluazyfop-p-butyl, Haloxifop-r-méthyl, Adventices, Macroéléments, Soja, Burkina Faso.

ABSTRACT

In Burkina-Faso, a study of post emergence herbicide SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl 12 %) biological efficiency against weeds which cause big damages to soy bean and their secondary effects on soil agro-chemicals properties was done at the plain of Bama (Kou valley). The experimentation was a Fisher block completely randomized design of six treatments in four replications. The biological efficiency of different herbicides was evaluated by weeds' counting and by weighing weeds' dry biomass, using a 0.25 quadrant and according to the method of Likov (1985), the Vilitsky formula (1989). The soil ammonium, nitrogen nitrate and assimilable phosphorous contents were evaluated on a spectrophotometer; those of available potassium on a flame photometer. Among the doses of SELEKAM-soya, those of 1.5 l/ha and 2.5 l/ha were the most efficient with respectively coefficients efficiency ranged from 4.96 to 47.45 % and 31.08 to 53.39 % according to the weeds number. Those of the witness herbicide, IKOKADIGNE (Haloxifop-r-methyl 104 g/l) 0.9 l/ha varied from -5.83 to 45.11 %. The weeds identification at the 98th day showed that Fluazyfop-p-butyl 12 % controlled a large range of weeds. However some weeds such as *Corchoru olitorius* L., *Sida acuta* Burm. F., *Sida corymbosa* and *Sida rhombifolia* L. seem to be resistant to this active ingredient. Beside, the different doses of SELEKAM-soya really didn't affect the evolution of the soil macronutrients particularly during the flowering stage to pods formation. All-these factors allowed SELEKAM-soya 2.5 l/ha and 1.5 l/ha to get a yield increase of 12.35 % and 12.12 % respectively in comparison with the untreated control. SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl 12 %) could be popularized at the rate of 1.5 l/ha.

Keywords: Fluazyfop-p-butyl, Haloxifop-r-methyl, Weeds, Macronutrients, soy bean, Burkina Faso.

INTRODUCTION

La culture du soja (*Glycine max* (L.) Merr.) présente d'énormes potentialités. En effet, l'intérêt économique du soja est particulièrement lié à la qualité de sa graine. La graine a une teneur élevée en protéines et contient également 20 % d'huile riche en acides gras polyinsaturés (Artigot, 2012). Elle rentre dans l'alimentation humaine et animale sous diverses formes. Par ailleurs la production du soja est très intéressante pour les producteurs car elle constitue à travers les opérations de vente une véritable source de revenu (APME 2A, 2009). Le soja présente également des qualités écologiques remarquables que connaissent bien les agriculteurs biologistes. Comme d'autres légumineuses, le soja est capable de fixer l'azote atmosphérique (Zoumbiessse, 1982 ; Bado, 2002). Dans le domaine de la santé, de nombreuses études épidémiologiques ont montré que la population asiatique qui consomme régulièrement des produits à base de soja présente moins de risques de développer des maladies chroniques (Setchell et Cassidy, 1999 cité par Artigot en 2012).

Au Burkina Faso, le soja occupe la quatrième place des cultures de rente après le coton, l'arachide et le sésame avec un rendement variant de 387 à 1252 Kg/ha (MARHRH/DPSAA, 2011). Estimée à 18 046 ha en 2016, sa superficie est en hausse d'environ 67,29 % par rapport à celle de 2015 avec une production nationale allant à 20021 tonnes. Cette production est en hausse de 32,98 % par rapport à la campagne agricole 2014-2015 (MAAH, 2016). Le soja est produit dans 7 régions du pays avec en tête la région du Centre-Est, du Centre-Ouest et de l'Est (MARHRH/DPSAA, 2011 ; MAAH, 2016).

Malgré cette hausse, la production du soja est confrontée à différentes contraintes qui limitent les rendements parmi lesquelles, les aléas climatiques, le faible niveau de fertilité des sols (Bado, 2002), le faible niveau d'équipement des producteurs, la méconnaissance des techniques de production, la faible disponibilité en main d'œuvre, la non disponibilité de semences de bonnes qualités aux producteurs (APME 2A, 2009)... Outre ces facteurs, les effets néfastes des ennemis de la spéculation tels les insectes, les maladies et surtout les mauvaises herbes conduisent à une baisse considérable des rendements. Selon, Terry (1983), les pertes provoquées par les mauvaises herbes sont égales ou même supérieures à celles qu'infligent les autres fléaux. En zone tropicale, elles occasionnent des pertes de production allant à 25 % contre 5 % dans les pays développés (CIRAD, 2001).

Pour pallier cette situation, plusieurs méthodes de contrôle des adventices sont employées parmi lesquelles la lutte chimique qui constitue la seule alternative à court terme (Kambou, 2009). Compte tenu des avantages qu'elle offre, notamment son efficacité dans le

contrôle des mauvaises herbes, la résolution du problème de la disponibilité de la main d'œuvre, le gain de temps dans l'exécution des travaux, elle facilite l'organisation du calendrier cultural (CIRAD, 2000). Cependant si les herbicides peuvent contribuer efficacement à réduire l'impact des mauvaises herbes, leur utilisation n'est pas sans inconvénients. Le développement de la résistance des adventices suite à l'utilisation répétée des herbicides et les conséquences sur les compartiments de l'environnement notamment le sol, peut entraîner une mise en cause de leur efficacité (Dianda, 2016). Il s'avère donc nécessaire de tester de nouveaux produits et leurs effets secondaires sur la fertilité des sols avant leur mise sur le marché.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail de recherche portant sur le thème « Etude de l'efficacité biologique de l'herbicide SELEKAM-soya 12% EC (fluzafop-p-butyl) sur les adventices du soja et ses effets sur les propriétés agrochimiques du sol. ». L'objectif global visé dans cette activité est de contribuer à l'amélioration du rendement du soja tout en préservant l'environnement. De façon spécifique, il a été question de :

- évaluer la phytotoxicité de l'herbicide sur le soja ;
- évaluer l'efficacité de l'herbicide sur les adventices du soja ;
- suivre l'évolution des propriétés agrochimiques du sol ;
- évaluer l'efficacité de l'herbicide sur le rendement du soja.

Pour atteindre les objectifs escomptés, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- Il existe une dose efficace de SELEKAM-soya (fluzafop-p-butyl) qui entrave le développement des mauvaises herbes et qui n'a pas d'effets néfastes sur le soja ;
- SELEKAM-soya influe moins sur les propriétés agrochimiques du sol ;
- l'utilisation de SELEKAM-soya permet d'accroître les rendements du soja.

Le présent mémoire qui fait l'économie de nos activités de recherche s'articule autour de trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique. Le second décrit le site et le matériel d'étude ainsi que la méthodologie adoptée pour atteindre les objectifs fixés. Le dernier chapitre donne l'essentiel des résultats obtenus et leur discussion.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. GENERALITE SUR LE SOJA

1.1.1. Origine et évolution du soja

Connu sous le nom de *Glycine max* (L.) Merr., le soja est une légumineuse apparue en Chine depuis l'an 3000 avant J.C (APME 2A, 2009). Cultivé depuis des millénaires en Extrême-Orient, il n'a été répandu que récemment dans le monde en passant par l'Amérique et l'Europe pour finalement regagner l'Afrique (Zongo, 2013). On l'appelle aussi Glycine soja ou Soja hispida. Cette appellation vient d'un mot mandchou emprunté japonais shoyu « sauce soja » (Kuakivi, 2008 cité par APME 2A en 2009). De nos jours, le soja est largement cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde entier mais la majorité des cultures intensives reste localisée aux Etats-Unis, au Brésil, en Argentine et en Chine (Labalette, 2015).

1.1.2. Systématique du soja

Le soja est une espèce de plante herbacée annuelle qui est largement cultivé pour ses graines. Il appartient au règne végétal, embranchement des phanérogames, sous-embranchement des angiospermes, classe des dicotylédones, ordre des dialypétales, famille des fabacées (*Papilionaceae*), sous-famille des *Faboideae*, tribu des *Phaseoleae*, sous-tribu des *Glycininae* et au genre *Glycine*. L'espèce *Glycine max* (L 1753) Merrill est la forme cultivé (Ramarson, 2002 ; APME 2A, 2009 ; Artigot, 2012).

1.1.3. Botanique du soja

1.1.3.1. Morphologie du soja

Le soja est une plante légumineuse voisine du haricot à parties aériennes dressées. Les tiges dressées ont une longueur de 30 à 130 cm (Artigot, 2012). La plante (feuilles, tiges, gousses) est entièrement revêtue de fin poils gris ou brins (APME 2A, 2009). Chez les types déterminés, la tige cesse de grandir à la floraison alors qu'elle continue de s'allonger chez les indéterminés (CIRAD-GRET, 2002). La morphologie du soja indique l'architecture de la plante comme suite :

Racines : Le système racinaire pivotant peut s'enfoncer jusqu'à 1,5 m mais descend rarement au-dessous de la couche labourée. Les racines hébergent des bactéries symbiotiques fixant l'azote atmosphérique lorsque les conditions sont favorables (Annexe 4). La fixation est inhibée par l'acidité du sol (CIRAD-GRET, 2002).

Tige : La tige est semi-ligneuse et elle porte de nombreux rameaux ascendants. La tige émet des rameaux latéraux à partir des bourgeons axillaires de la base, tandis que les bourgeons de la partie moyenne et supérieure donnent des fleurs (CIRAD-GRET, 2002). La forme de la tige d'une même variété varie d'une région à l'autre.

Feuilles : Elles sont de type trifoliolé, chaque foliole mesurant entre 6 et 15 cm de long et 2 à 7 cm de large. Celles-ci tombent avant que les gousses ne soient arrivées à maturité (Artigot, 2012). Elles sont de forme et de couleur variées.

Inflorescences : Les inflorescences du soja sont des grappes localisées à l'aisselle des nœuds et à l'extrémité de la tige principale et des ramifications. Le nombre moyen de fleurs par grappe est compris entre 2 et 5 mais peut aller jusqu'à 36 et plus (Blanchard, 1941 cité par Zoumbiesse en 1982).

Fleurs : Les fleurs sont petites et leurs couleurs varient selon les variétés du blanc au violet en passant par le jaune. Le Soja produit un nombre considérable de fleurs mais très peu arrivent à être fécondées (Zoumbiesse, 1982). Elles sont hermaphrodites et autogames mais la pollinisation croisée est parfaitement possible avec un taux de fécondation croisée de 0,5 à 1 % (CIRAD-GRET, 2002).

Fruits : Ce sont des gousses velues, de 3 à 8 cm, de couleur foncée à maturité, et contiennent généralement 2 à 4 graines. Les graines sont de formes sphériques ou elliptiques et ont un diamètre variant généralement de 5 à 11 mm (Artigot, 2012).

1.1.3.2. Croissance et développement du soja

La croissance de la plante correspond à l'ensemble des changements quantitatives irréversibles (taille, masse, volume) qui se produisent au cours du temps. Chez le soja, la croissance peut être déterminé, indéterminé ou semi-déterminé selon la forme de l'extrémité de la tige principale (Hartung *et al*, 1981 cité par Artigot en 2012). Le développement de la plante est un processus cyclique qui commence de la germination de la plante jusqu'à la floraison et à la sénescence en passant par la croissance végétative et la maturation (Annexe 5). Le cycle végétatif du soja comprend les phases suivantes :

1.1.3.2.1. Phase de germination

La graine lève au bout de 5 à 8 jours (MPAE, 2016) suivant les conditions du milieu.

1.1.3.2.2. Phase de croissance

12 à 15 jours après le semis, les premières feuilles s'ouvrent puis les cotylédons se ratatinent tandis que les feuilles suivantes apparaissent. Les ramifications apparaissent en nombre plus ou moins important selon les conditions de culture (MPAE, 2016).

1.1.3.2.3. Phase de floraison - fructification

La floraison débute en général un mois après le semis. Elle dure un mois à un mois et demi suivant les variétés et les lieux de culture. Elle débute par les inflorescences de base et gagne progressivement le sommet de la plante. La fructification commence également par les inflorescences de la base. La jeune gousse met 15 à 25 jours pour atteindre ses dimensions définitives (MPAE, 2016).

1.1.3.2.4. Phase de maturation

Les feuilles restent vertes jusqu'à l'approche de la maturité puis jaunissent et se détachent facilement, tandis que les gousses changent de couleur pour prendre la couleur spécifique de la variété. Cette phase dure deux à cinq semaines. Le cycle végétatif complet du soja varie de 85 à 150 jours (MPAE, 2016).

Chez le soja, la précocité correspond à la durée relative du cycle de développement de la plante si l'on compare différentes variétés semées à la même date, dans un même lieu. Les variétés sont classées dans des groupes de précocité allant de 00, très précoces, dont les besoins photo et thermo-périodiques sont peu importants, à des groupe de type X, très tardifs (zone subtropicales ou équatoriales) (Artigot, 2012).

1.1.4. Ecologie du soja

1.1.4.1. Le climat

A peu près comme le maïs mais beaucoup moins bien que l'arachide, le soja résiste correctement à la sécheresse. Les diverses variétés sont plus ou moins sensibles à la longueur des jours et des nuits (photosensibles). On observe donc un cycle un peu différent selon la latitude à laquelle on se trouve et la saison à laquelle on la cultive (Laurent, 2011a). D'après Ramarson (2002), les besoins thermiques du soja sont les suivants :

- germination = température supérieure à 10°C ;
- en cours de la floraison = température supérieure à 13°C
- lors de la maturation = température supérieure ou égale à 28° C

1.1.4.2. Besoin en eau

Le soja connaît deux périodes critiques en ce qui concerne son besoin en eau : à partir du moment où il est semé jusqu'à la germination et pendant le remplissage des gousses. Pendant la germination, la graine doit absorber 50 % de son poids avant de pouvoir germer. Un excès d'eau peut cependant être plus fatal à cette phase qu'un manque d'eau. Pour obtenir une bonne récolte, il faut que le soja absorbe 450 à 800 mm d'eau au cours de tout le cycle (Rienke et Joke, 2005). Il faut en principe entre 700 et 1000 mm de pluie pour le soja. Mais d'autres facteurs comme l'humidité de l'air ou la nature du sol (bas-fonds, rizières, irrigation complémentaire) permettent des variations importantes (Laurent, 2011a).

1.1.4.3. Besoins en lumière

Le soja est une plante photosensible. On observe donc un cycle un peu différent selon la latitude à laquelle on se trouve et la saison à laquelle on la cultive. Le soja pousse quand les jours sont courts, c'est-à-dire moins de 16 heures. Elle fleurit lorsque la durée du jour ne dépasse pas 12 à 14 heures (Rienke et Joke, 2005)

1.1.4.4. Besoins en sols

Le sol est un facteur très important pour la croissance des légumineuses. Dans les zones tropicales, les plantes de soja sont très à l'aise entre 1000 m à 1500 m d'altitude. La croissance du soja atteint son optimum sur les sols profonds, meubles et frais à texture argilo-sablonneuse avec un pH de 6,5 à 7 (Ramarson, 2002). Le soja apprécie également les sols ayant une grande teneur en matière organique (Rienke et Joke, 2005). Les sols salins sont à proscrire (CIRAD-GRET, 2002).

1.1.5. Techniques culturales

1.1.5.1. La préparation du sol

La préparation du sol est l'ensemble des opérations culturales visant à préparer le lit de semis qui peut se faire manuellement ou par l'aide d'outils motorisés. Elle passe par un nettoyage du site (défrichage, ramassage avec ou sans brulis des débris) à l'issue duquel on procède à un labour à plat (Zongo, 2013) de 15 à 20 cm de profondeur suivi d'un hersage (MRJC-PADYP, 2013). De plus il est possible de faire des billons hauts de 15 à 20 cm et large de 20-30 cm (BNDA, 2015) de sorte à permettre un bon stockage de l'eau, un bon enracinement et surtout un semis régulier. La traction animale est beaucoup plus sollicitée pour des opérations de labour et de buttage (Zongo, 2013).

1.1.5.2. Semis

La date de semis est fonction du cycle de la variété mise en culture, mais aussi de la durée de la saison des pluies. Pour avoir un bon rendement et des graines de bonne qualité, il faut semer de manière à ce que la récolte coïncide avec la fin de la saison des pluies. Au Burkina-Faso les dates optimales de semis préconisées par la recherche agricole pour la variété G197 se situent entre le 15 et le 30 juin avec une marge de 10 jours (Zongo, 2013).

Les écartements varient en fonction de la variété mais aussi du mode de culture. Ainsi pour les variétés précoces l'écartement est de 40 cm entre les lignes et 20 cm sur les lignes. Pour les variétés tardives il est de 80 cm entre les lignes et 40 cm entre les poquets (MRJC-PADYP, 2013). Selon la fertilité du sol, ces écartements peuvent être révisés (Zongo, 2013).

Il est recommandé de semer 2 à 3 grains par poquets à une profondeur de 3 à 5 cm du sol quand celui-ci est suffisamment humide (Zongo, 2013). Si au bout de 10 jours les graines n'ont pas germé, il faut ressemer dans les mêmes conditions d'humidité (BNDA, 2015).

1.1.5.3. Entretien

L'entretien de la culture passe par les apports de fertilisants, le désherbage et à la lutte contre les ennemis de la culture.

Le soja n'est pas une spéculacation très exigeante en engrais chimique. La quantité et le type d'engrais à utiliser dépendent de la fertilité du sol. Ainsi on utilise pour les sols pauvres, 100 à 150 kg d'engrais chimique NPK (15-15-15) ou de préférence (10-20-20) par hectare. Ces fertilisants seront appliqués à la levée des plantes et pendant le sarclage (Zongo, 2013).

Avant le semis il est recommandé d'inoculer les semences de soja avec des rhizobiums surtout la première année de culture du soja pour favoriser la nodulation et par conséquent la fixation de l'azote (Laurent, 2011b).

Il est toujours conseillé de désherber le soja à la main et à la houe quand les herbes ont plus d'une quinzaine de centimètre surtout si on n'a pas bien maîtrisé les premiers sarclages et le buttage. Ce dernier désherbage augmentera un peu les rendements, facilitera la récolte et laissera un champ sans trop de semences de mauvaises herbes pour l'année suivante. Le buttage remplace le deuxième sarclage et permet d'éviter plus tard, la « verse » des pieds sous le poids des gousses qui se formeront. Si les semis ont été faits selon les courbes de niveau, ce buttage sera aussi une manière très efficace de supporter les attentes entre deux pluies en arrêtant le ruissèlement de l'eau qui se sera infiltrée sur place.

La plupart du temps, les insecticides sont inutiles ou non rentable. Néanmoins on utilisera si nécessaire un des insecticides pyrèthrinoïdes ou autres insecticides destinés aux cultures potagères (Laurent, 2011a et 2011b). Contre les insectes ou les termites on pourra mélanger à la semence du thioral avant de semer ou utiliser de l'endosulfan (2 l/ha) ou du Diméthoate (1 l/ha) (Zongo, 2013).

1.1.5.4. Récolte

Les graines de soja doivent être récoltées à maturité avec un taux d'humidité de 13 à 15 % (Rienke et Joke, 2005). Pour pouvoir reconnaître le bon état sec, il suffit de tenir la graine entre la pousse et l'index et d'en exercer une pression. Si la graine se contracte et se casse, elle n'est pas encore au point. La récolte a lieu quand les feuilles et les tiges commencent à sécher et que les gousses deviennent brunes ou grises. Elle peut varier selon que ce soit une variété à maturité échelonnée ou complète. Elle est fait soit en coupant avec un matériel tranchant (coupe-coupe) les rameaux du bas et ceux du haut lorsqu'ils sont à terme soit en arrachant la plante entière ou couper la tige au ras du sol avec une houe ou une machette (MRJC-PADYP, 2013).

1.1.5.5. Conservation

La conservation du soja se fait en graine. Celles-ci obtenues après battage des gousses manuellement ou à l'aide d'une décortiqueuse sont conservées dans des jarres, greniers ou dans des sacs à des endroits secs et aérés. Elles seront traitées avec un insecticide ou mélangées à de la cendre propre (MRJC-PADYP 2013). Pour les semences conservées sur l'exploitation en régions tropicales humides, il est recommandé de stocker les graines bien sèches mélangées (3 %) à du talc, de la cendre de bois ou tout autre produit hygroscopique dans des récipients clos de faible contenance (20 à 50 l) comme des fûts ou des sacs à double paroi en papier ou polyéthylène + aluminium (CIRAD-GRET, 2002).

1.1.5.6. Ennemis et Maladies

- **Ennemis** : les principaux ennemis du soja sont les insectes. Les plus dangereux sont les mouches, les punaises, les pucerons, les cochenilles et les coléoptères. Ils s'attaquent à toute les parties de la plante (partie végétative jusqu'à la fleur et le fruit). On note également la présence de champignons et des nématodes qui s'attaquent aux racines provoquant une réduction considérable de la croissance.

Les rongeurs (les lièvres, les écureuils, rats) et oiseaux peuvent être dangereux lors de la levée. La plante ne peut plus produire si les deux premières feuilles sont détruites au

moment de la germination (BNDA, 2015). Aussi, la plante et les mauvaises herbes, quand elles sont présentes se disputent la lumière, les substances nutritives et l'eau. Les herbes constituent un refuge pour les insectes qui attaquent la plante ou qui lui communiquent des maladies (Rienke et Joke, 2005).

- **Maladies** : il s'agit de l'antracnose des feuilles et des tiges, la fusariose des racines et des viroses ou mosaïques. Contre ces maladies, il est conseillé d'utiliser les variétés améliorées résistantes ou de traiter les semences avant semis (MRJC-PADYP, 2013).

1.1.2. Usage et importance du soja

1.1.2.1. Importances du soja

Compte tenu de sa valeur nutritive et des divers usages auxquels il s'y prête, le soja est devenu une culture très appréciée (Artigot, 2012). Bien que la production africaine du soja reste faible au plan mondial (0,6 %) (FAO, 2012), le soja représente une importante source de revenu pour les pays qui en produisent.

Au plan économique

L'intérêt économique du soja est lié à la qualité de sa graine, et particulièrement à sa teneur élevée en protéines présentant un excellent profil d'acides aminés essentiels (Artigot, 2012). Dans beaucoup de pays d'Afrique, la croissance rapide de la population et les graves problèmes économiques ont réduit le niveau de vie de la population, en particulier celle des producteurs agricoles. Ils sont donc à la recherche de nouvelles sources de revenu afin de pouvoir subvenir à leurs besoins dont le soja (Zongo, 2013). Au Burkina-Faso, la production vendue varie de 12 à 30 tonnes par an et est essentiellement dirigée vers le Ghana (APME 2A, 2009). En plus de sa contribution à l'économie, il a un intérêt nutritionnel et agronomique.

Au plan nutritionnel

Le soja fait partie du groupe des légumineuses et est de ce fait une plante très nutritive. Sur le plan nutritionnel, les graines des légumineuses sont très riches en protéines qui représentent 20 à 40 % de leur poids sec (Annexe 1). On trouve généralement dans ces graines la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine. Grâce aux glucides et éventuellement aux lipides qu'elles contiennent, les graines de légumineuses représentent également une excellente source de calories (300 à 400 cal/100g en moyenne) (Kimou, 1984). En effet, le soja est 1,5 à 3 fois plus riche en lysine que le niébé, l'arachide et le sésame. Il a la même richesse en lysine que le lait en poudre, et atteint la moitié de celle du poisson séché.

Le soja, bien cuit ou grillé, se digère plus facilement que le niébé et donne très peu de gaz intestinaux aux enfants (Laurent, 2011b). Il peut constituer un complément d'alimentation important, non seulement en remplacement des produits riches en protéines indisponibles mais aussi parce qu'il représente un apport sain aux repas quotidiens (Rienke et Joke, 2005). Outre son importance pour l'homme, le soja produit beaucoup de feuillage, ce qui peut être intéressant dans les exploitations agricoles intégrées où on pratique l'élevage car le feuillage de soja constitue une bonne alimentation animale riche en protéines et digestible. Aussi, le tourteau de soja est utilisé dans l'alimentation des vaches laitières, des porcs, des volailles et des poissons d'élevage (Rienke et Joke, 2005).

Au plan agronomique

Leur intérêt agronomique provient en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote. Par la symbiose entre les bactéries réductrices de l'azote atmosphérique, une grande partie des légumineuses utilisent principalement l'azote provenant de l'atmosphère. Les légumineuses tropicales comme niébé (*Vigna unguiculata*), l'arachide (*Arachis hypogaea*) et le soja (*Glycine max*) peuvent fixer respectivement 32 à 89, 22 à 92 et 0 à 95 % de leur besoins en azote dans l'atmosphère (Bado, 2002). Leur utilisation joue également un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols agricoles. Utilisées en rotation ou en association dans les systèmes de culture, elles apportent une certaine contribution en azote en fixant et en intégrant une partie de l'azote atmosphérique dans le système (Bado, 2002). Enfin elles servent également de cultures de fourrages, d'engrais verts et produisent un grand nombre de composés utiles tels que des médicaments, des poisons, des teintures et des parfums.

1.1.2.2. Usage

Vu son importance, son usage se fait de la manière suivante :

- les feuilles vertes, les fanes et les résidus (tourteau) servent à nourrir le bétail ;
- les graines sèches donnent après transformation de la farine utilisable dans diverses préparations ;
- les graines fournissent également la deuxième huile alimentaire la plus consommée dans le monde après l'huile de palme (Argiot, 2012).

Au niveau national, les produits à base de soja qui font l'objet de commerce sont : beignets, couscous, fromage, brochettes, farines infantiles, soumbala, huiles et lait de soja sucré et non sucré... (APME 2A, 2009 ; MARHASA/JICA, 2015).

1.1.3. Production du soja au Burkina-Faso

1.1.3.1. Système de culture

D'après les enquêtes de l'ESOP, le soja est à 99 % produit en culture pure. L'ensemble des producteurs pratiquent la rotation culturale avec principalement le maïs. Plusieurs variétés de soja sont commercialisées au Burkina-Faso (Annexe 2) et selon Zongo (2013) les rendements moyens de soja sont à 850 kg /ha mais peuvent atteindre deux tonnes. La production biologique est essentiellement destinée aux marchés européens (France, Italie, etc.) alors que celle conventionnelle est commercialisée au niveau national et dans la sous-région (MARHASA-JICA, 2015). D'autres spéculations tels que la patate, l'igname, le coton, le sésame sont aussi produites.

1.1.3.2. Evolution de la production et des superficies de culture du soja

Au Burkina Faso, la pratique de la culture de soja n'est pas observée au niveau de toutes les régions (Annexe 3). En effet, selon les résultats du MAHRH/DPSAA (2011), on dénombre 23 provinces qui cultivent du soja avec la Sissili, le Koulpélgo, la Tapoa et le Boulgou les provinces ayant plus de 1080 ha soit plus de 10 % de la superficie totale du soja. Estimée à 20021 tonnes d'après les résultats de la campagne agricole 2015-2016, la production du soja est en hausse de 32,98 % par rapport à celle de la campagne agricole précédente (15055 tonnes). Quant à la superficie, elle est passée de 13191 ha à 18046 ha de 2015 à 2016 (MAAH, 2016).

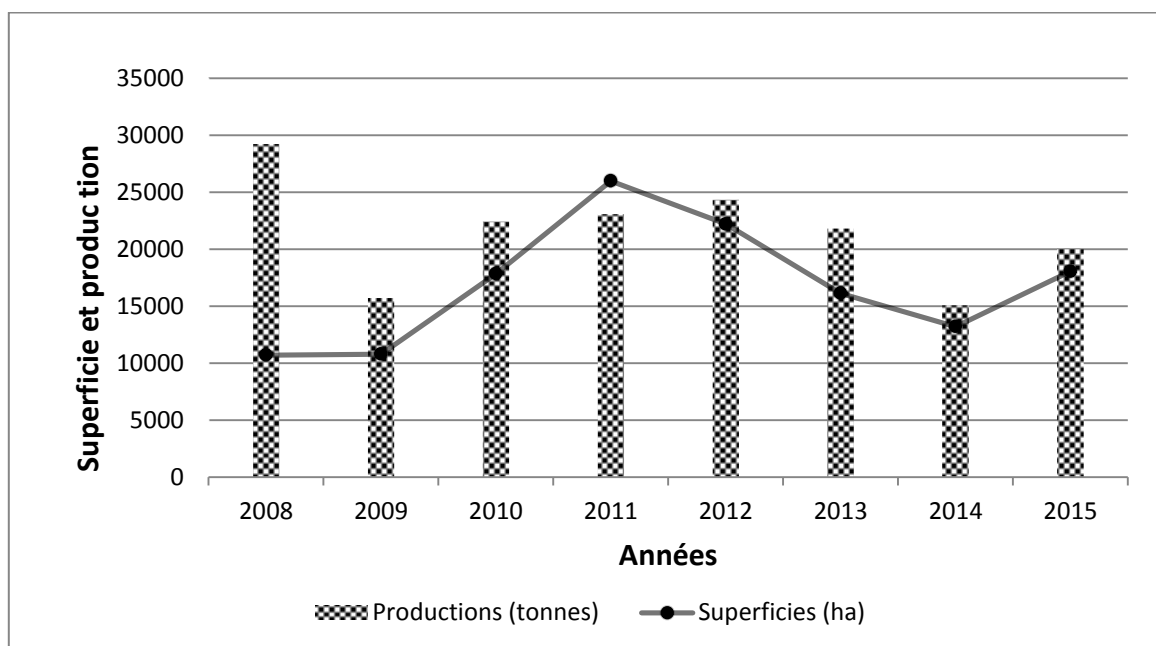


Figure 1 : Evolution de la production de soja et des superficies de 2008 à 2015.

Source : MAHRH/DPSSA, 2011 ; MAAH, 2016.

1.2. GENERALITES SUR LES ADVENTICES

En zones tropicales, les mauvaises herbes sont un des freins majeurs au développement et à la productivité des cultures. Elles sont les concurrentes directes des plantes cultivées pour l'eau, les engrais, le soleil (Merlier et Montequet, 1982). L'ensemble de ces phénomènes ont pour conséquence la baisse des rendements. L'homme a donc dû les combattre dès qu'il a commencé à cultiver des espèces végétales pour se nourrir.

1.2.1. Définition

L'expression « mauvaise herbe » est souvent associée au terme « adventice ». Le vocable « adventice » a un sens botanique et signifie selon l'Association pour la Coordination Technique Agricole (2014) et CIRAD-GRET (2002) « une espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer ». En agronomie, les adventices renvoient aux mauvaises herbes (ACTA, 2014). L'AFPP (2011) définit une mauvaise herbe comme étant « une plante herbacée ou ligneuse indésirable à l'endroit où elle se trouve ». Il faut noter qu'une plante ne prend le statut de mauvaise herbe que par rapport à une activité humaine.

1.2.2. Influences des mauvaises herbes sur les cultures

Les mauvaises herbes constituent l'une des principales contraintes biologiques qui affectent la production alimentaire mondiale et plus particulièrement celle des pays en voie de développement. En zone tropicale, elle occasionne des pertes de production allant à 25 % contre 5 % dans les pays développés. Déjà, en 1967, la première analyse sur les pertes mondiales de production dues aux mauvaises herbes montrait qu'en Afrique ces pertes étaient de l'ordre de 10 à 56 %. (CIRAD, 2001). Elles influent la production des cultures à travers :

la compétition avec la culture vis-à-vis des éléments nécessaires à sa croissance (eau, nutriments, lumière, espace de développement). Cette compétition est d'autant plus importante en début de cycle qu'aux premiers stades de développement où les mauvaises herbes absorbent plus vite les nutriments que la culture. Par exemple, *Cyperus esculentus* a un effet dépressif sur le maïs et le soja par émission de substances allélopathiques (CIRAD-GRET, 2002) ;

le parasitisme. D'autre part, les mauvaises herbes peuvent servir d'hôtes secondaires pour différents ravageurs ou maladies ;

la dépréciation de la récolte. Les mauvaises herbes peuvent jouer un rôle négatif indirect sur la production agricole. La présence de semences ou de débris végétaux réduit la qualité de la récolte et en diminue la valeur commerciale ;

le coût de la lutte. La lutte contre les mauvaises herbes représente un coût très important, notamment en temps de travail (CIRAD, 2001).

1.2.3. Identification et classification des mauvaises herbes

La détermination des mauvaises herbes peut être effectuée grâce à des flores classiques basées sur des clés dichotomiques (parfois difficiles d'emploi), des plaquettes illustrées (souvent très incomplètes), des outils de description et d'aide à l'identification, développés sur cédéroms comme Adventrop, flore des adventices de la zone soudano-sahélienne (CIRAD, 2000). La classification est principalement faite suivant la morphologie et le cycle de vie. En effet selon la morphologie on distingue les monocotylédones qui sont des plantes dont les graines possèdent une plantule à un seul cotylédon, les feuilles ont des nervures parallèles, les éléments qui composent la fleur (pétales, sépales, étamines) sont par 3 ou multiple de 3 (symétrie axiale d'ordre 3) et la tige conserve le même diamètre toute la vie. Ils possèdent généralement des systèmes racines du type fasciculé. Les principales familles sont les Poaceae (ou graminées), les Cyperaceae et les Commelinaceae (CIRAD, 2000). Quant aux dicotylédones, ils désignent des plantes dont la graine contient une plantule à deux cotylédons, les feuilles sont horizontales (en général) aux nervures ramifiées et aux deux faces différentes, les éléments qui composent la fleur (pétales, sépales, étamines) sont en général par 4 ou 5 ou leur multiple et la tige et les racines croît en épaisseur avec l'âge. Le système racinaire est constitué d'une racine pivotante, qui donne naissance à des racines secondaires. Les principales familles sont les Amaranthaceae, les Asteraceae (ou composées), les Caesalpiniaceae, les Convolvulaceae, les Euphorbiaceae, les Fabaceae, les Malvaceae, les Rubiaceae, les Solanaceae, etc... (CIRAD, 2000).

Selon leur mode de vie, on peut grouper les mauvaises herbes dans trois catégories :

- les espèces annuelles (thérophytes) qui accomplissent leur cycle en un an et se reproduisent seulement à l'aide de graines. Elles sont très nuisibles à cause de leur croissance rapide et de la production d'un grand nombre de graines (Dianda, 2016).
- les espèces biennuelles (géophytes). Elles complètent leur cycle au cours de deux années consécutives. La première année, ces espèces produisent des rosettes de feuilles, la deuxième

année, elles fleurissent et produisent leurs graines. Elles sont rares dans les cultures annuelles du fait de la rupture de leur cycle par les travaux culturaux (Dianda, 2016).

-les espèces pluriannuelles (pérennes ou vivaces) qui accomplissent leur cycle pendant au moins deux ans se reproduisent par graines mais aussi à partir de structures végétatives spécialisées comme les rhizomes (*Imperata cylindrica*, chardon des champs et le chiendent), les tubercules, les stolons ou les tiges souterraines. Une fois établies, elles repoussent année après année et sont particulièrement difficiles à détruire (MAAP-NB, 2014).

1.2.4. Méthodes de lutte

La nécessité de lutter contre les mauvaises herbes réside dans le fait qu'elles sont en mesure de ruiner la totalité d'une culture (Scheepens et Hoeyers, 2007 cité par Dibloni en 2016). En agriculture conventionnelle, ces mauvaises herbes sont gérées de manière préventive par des moyens agronomiques mis en place dans le système de culture mais surtout de manière curative ou préventive par l'utilisation d'herbicides chimiques (Valantin-Morissosson et *al.*, 2008).

1.2.4.1. Moyens préventifs

Les moyens préventifs de lutte contre les mauvaises herbes englobent toutes les mesures qui préviennent l'introduction et la prolifération des mauvaises herbes. On minimisera ainsi l'accumulation et la dissémination des nouvelles espèces nuisibles. Parmi ces mesures figurent le travail du sol via le labour qui contribue à l'enfouissement des semences d'adventices produites au cours de la campagne précédente (Delos, 2009), la rotation des cultures adaptées dont le principe consiste à cultiver en alternance des plantes de familles botaniques différentes pour créer des conditions défavorables aux cycles successifs d'un pathogène ou d'un ravageur et la pratiquer du faux-semis qui vise à obtenir un lit de semences aussi propre que possible et un salissement minimal de la culture puis à long terme la réduction du stock semencier.

1.2.4.2. Méthodes curatives

La lutte culturale suppose le recours aux pratiques culturales ordinairement utilisées dans les champs en vue de favoriser la culture aux dépens des mauvaises herbes concurrentes. Diverses pratiques contribuent beaucoup à la bonne implantation du soja, notamment :

Le désherbage à la main : le désherbage à la main est nécessaire lorsqu'on veut obtenir des champs parfaitement propres. Il s'agit toutefois d'un travail long et coûteux. Les producteurs

doivent donc déterminer le degré tolérable de mauvaises herbes dans leurs champs pour ne pas subir de perte économique. Le désherbage à la main peut se faire par exemple en arrachant les mauvaises herbes à la main ou en binant le sol à l'aide d'outils aratoires (MAAP-NB , 2014) ;

Le sarclage mécanique : il consiste à une utilisation d'outils adaptés aux désherbages. Effectué en traction animal ou motorisée, le sarclage mécanique permet la suppression physique des mauvaises herbes soit par arrachage, sectionnement, ou par recouvrement des parties aériennes ;

Le désherbage chimique : les herbicides utilisés dans les exploitations sont sélectifs ou totaux. Ils détruisent les mauvaises herbes sans trop endommager les cultures si on les utilise aux doses et en suivant les recommandations inscrites sur l'étiquette (MAAP-NB , 2014). Par rapport aux entretiens mécaniques, l'emploi des herbicides offre l'avantage de réduire la charge de travail consacrée à la maîtrise des mauvaises herbes. Lorsqu'ils sont utilisés à temps, ils suppriment la concurrence de l'enherbement notamment pendant la phase d'installation de la culture (CIRAD-GRET, 2002). Cependant la dépendance aux herbicides des systèmes de culture à base de grandes cultures est avérée et a des conséquences environnementales et agronomiques lourdes pour l'agriculteur et la société ;

La lutte intégrée : lorsqu'on se rend compte que l'utilisation répétée d'une des méthodes ci-dessus s'avère inefficace sur certains adventices, on peut en combiner plusieurs pour obtenir un résultat satisfaisant d'où le terme de lutte intégrée (Djimadoum, 1993). La gestion intégrée des mauvaises herbes consiste à combiner différentes méthodes de contrôle à la fois préventives et curatives, pour assurer une bonne maîtrise des mauvaises herbes. La combinaison de ces méthodes n'implique pas nécessairement leur application simultanée et dépendra entre autres des espèces d'adventices présents, de la gravité du problème, de la technicité du paysan et des conditions socio-économiques mais aussi de la culture elle-même.

1.3. GENERALITES SUR LES HERBICIDES

1.3.1. Définitions

D'après Agra-Ost (2006), un herbicide est une molécule de synthèse ou non, à usage agricole dont l'activité sur le métabolisme des plantes entraîne leur mort. Appelés parfois désherbants notamment en horticulture (CIRAD, 2000), les herbicides seraient des substances actives ou des préparations qui ont la propriété de tuer les végétaux (ACTA, 2014).

1.3.2. Composition

Tout comme les autres pesticides, un herbicide se compose de deux types de constituants majeurs. Les substances actives confèrent à l'herbicide son activité d'herbicide alors que les formulants complètent la formulation (CIRAD, 2000). Les formulants sont soit des charges ou des solvants qui n'ont qu'un rôle de dilution des substances actives, soit des produits qui améliorent la préparation à savoir :

- pour sa qualité :
 - la stabilité (émulsifiant, dispersif, etc...) ;
 - la présentation (colorant, parfum, répulsif, etc...) ;
 - la facilité d'emploi (vomitif, etc...).
- pour son comportement physique lors de la pulvérisation : mouillant, adhésif, etc...
- pour son activité biochimique : surfactant, phytoprotecteur (safener). (CIRAD, 2000).

1.3.3. Formulation

La formulation correspond à la forme sous laquelle le produit phytopharmaceutique est mis sur le marché. Obtenue par le mélange de substances actives et de formulants, elle se présente sous une multitude de formes. Les plus couramment répandues sont les formulations solides (les granulés solubles (SG)), les poudres mouillables (WG) et les formulations liquides composées de concentrés solubles (SL), de concentrés émulsionnables (EC) et de les suspensions concentrées (SC). Le type de formulation a une grande importance dans la manipulation des produits : fabrication, transport, stockage, préparation des bouillies (CIRAD, 2000).

1.3.4. Classification

Plusieurs classifications des herbicides existent et ceux suivant divers critères. Par exemple en 2006, Agra-Ost a proposé une classification basée sur le but poursuivi, le moment d'application, le mode de pénétration dans la plante, leur sélectivité et leur famille chimique.

Selon le but poursuivi on distingue :

- **herbicides totaux.** Ces herbicides visent la destruction de toutes les espèces présentes. L'exemple le plus connu est certainement le Roundup (glyphosate).
- **herbicides sélectifs.** Ils visent à détruire les adventices sans endommager la prairie ou la culture. Leur sélectivité peut être de nature physiologique, de position, morphologiques, liée au stade de développement des plantes, artificielle

- **herbicides utilisés pour des usages particuliers** (défanage des pommes de terre, dévitalisation des souches, inhibiteur de croissance).

Selon le moment d'application

On distingue les herbicides de traitements préventifs regroupant les herbicides de pré-semis ou pré plantation, les herbicides de prélevée ou de post semis et les herbicides résiduels. L'épandage est donc réalisé avant la levée des adventices. Quant aux herbicides de traitement curatifs, ce sont des herbicides pour traitement de post-levée (souvent des herbicides foliaires). La majorité des produits utilisés en prairie se retrouve dans cette catégorie.

Selon le mode de pénétration dans la plante on distingue :

- **pénétration dans les tissus méristématiques.** Ils pénètrent au moment de la levée. Ce sont des herbicides résiduels appelés aussi herbicide de germination.
- **pénétration au niveau des racines.** Ils sont dits radiculaires ou racinaires. Ils sont systémiques.
- **pénétration au niveau des feuilles :**
 - foliaire de contact : pénétrants ou translaminaires;
 - foliaire systémique de translocation : pénètrent par la feuille puis sont véhiculés dans la plante.

Selon leur sélectivité on distingue:

- antidiotylées ;
- antigraminées ;
- défoliants pour le feuillage avant récolte ;
- débroussaillants pour éliminer les plantes ligneuses ou pour la dévitalisation des souches.

Selon la famille chimique on distingue :

- les carbamates ;
- les triazines ;
- les dérivées de l'urée ;
- les phytohormones de synthèse ;
- les phénols ;
- les ammoniums quaternaires.

1.3.5. Mode d'actions des herbicides

Les herbicides agissent sur différents processus de croissance et de développement des plantes (CIRAD, 2000). Deux grands types de mode d'action existent : la substance herbicide agissant avant la levée de l'adventice (herbicide de pré levée) et celle après la levée (herbicide de post levée). Pour ce qui est leur voie de pénétration dans les végétaux et à leur déplacement dans la plante, on distingue (CIRAD, 2000) :

- herbicides à pénétration racinaire : appliqués sur le sol, ils pénètrent par les organes souterrains des végétaux (racines, graines, plantules). Ce sont les traitements herbicides de prélevée, effectués avant la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- herbicides à pénétration foliaire : appliqués sur le feuillage, ils pénètrent par les organes aériens des végétaux (feuilles, pétioles, tiges). Ce sont les traitements herbicides de post levée effectués après la levée de la plante considérée (culture ou mauvaise herbe) ;
- herbicides de contact : herbicides qui agissent après pénétration plus ou moins profonde dans les tissus, sans aucune migration d'un organe à un autre de la plante traitée ;
- herbicides systémiques : herbicides capables d'agir après pénétration et migration d'un organe à un autre de la plante traitée.

1.3.6. Notion de dose, de toxicité et de sélectivité des herbicides

La dose d'un herbicide est la quantité de substance active ou de préparation appliquée par unité de surface traitée. Pour éviter toute ambiguïté, on exprime en grammes les doses de substances actives et les doses de spécialités en kilogrammes ou en litres, (CIRAD, 2000). La dose préconisée est déterminée par rapport à une situation moyenne de milieu (sol, climat). Il est parfois nécessaire d'adapter cette dose aux conditions particulières de la parcelle considérée.

La toxicité d'un produit phytosanitaire est l'ensemble des propriétés physiologiques ou biologiques qui font que ce produit chimique peut endommager ou altérer un organisme vivant par des moyens autres que mécaniques (FAO, 2003 cité par Dianda en 2016). Pour l'AFPP (2011), la toxicité désignerait l'effet néfaste d'une substance ou d'une préparation après pénétration dans un organisme vivant (homme, animal...). On peut la mesurer chez les animaux de laboratoire en mettant en œuvre des études appropriées à travers les quantificateurs que sont essentiellement la DL_{50} et la CL_{50} . Selon la durée d'exposition, on distingue généralement :

- la toxicité aiguë (Effet résultant de l'administration d'une dose unique de la substance ou de la préparation étudiée) ;

- la toxicité chronique ou à long terme (Effet résultant de l'administration d'une dose ou de l'exposition quotidienne à une concentration de la substance étudiée pendant une durée longue).

Selon le mode d'exposition, on distingue :

- toxicité par ingestion (Effet résultant de la pénétration par le système digestif);
- toxicité percutanée (Effet résultant de la pénétration à travers la peau) ;
- toxicité par inhalation (Effet résultant de la pénétration dans le système respiratoire) (AFPP, 2011).

La sélectivité des herbicides : les herbicides seront dits sélectifs quand, utilisés dans des conditions normales d'emploi, ils respectent certaines cultures et permettent de lutter contre certaines mauvaises herbes de ces cultures. On distingue divers types de sélectivité :

- sélectivité de position : l'herbicide de prélevée, appliqué en surface, ne se répartit que dans la couche superficielle du sol à quelques centimètres de profondeur. C'est dans cette zone que germe la plupart des espèces de mauvaises herbes. Au contact du produit, elles subiront son activité herbicide contrairement aux semences des cultures positionnées plus profondément.
- sélectivité d'application : il s'agit d'éviter le contact du produit avec la plante cultivée lors de la pulvérisation. Cette technique est employée surtout avec des herbicides totaux dans des cultures à grand écartement.
- sélectivité anatomique : ces types de sélectivité concernent principalement les produits de post levée. La pénétration par les feuilles peut être gênée par la présence de poils, l'épaisseur de la cuticule de l'épiderme ou le port des feuilles. Les feuilles de graminées, retiennent moins bien les gouttelettes que celles des dicotylédones.
- sélectivité physiologique : la sélectivité peut être obtenue par des différences de comportement physiologique entre les végétaux.

1.4. PROPRIETES AGROCHIMIQUES DU SOL

Comme tout organisme vivant, pour se développer, une plante a besoin d'air, d'eau et de nutriments. Même s'ils représentent un faible pourcentage du poids d'une plante, les éléments minéraux sont essentiels aux végétaux c'est pourquoi à la base une plante nécessite un sol fertile pour atteindre son potentiel optimal (Tessier, 2005). Parmi ces éléments on en distingue trois principaux : l'azote, le phosphore et le potassium (Dianda, 2016). Ces éléments

nutritifs pour qu'ils soient accessible au système racinaire (sauf si absorbés à travers le feuillage) doivent être présentes dans la solution du sol en quantités adéquates et équilibrées correspondant à la demande immédiate de la culture et sous forme ionique (FAO, 1999). Les plantes reçoivent les éléments nutritifs principalement des réserves du sol, des engrais minéraux, des sources organiques, à travers la fixation biologique, du dépôt aérien causé par le vent et la pluie, de l'irrigation, inondation ou eau souterraine et ou du transport de sédiments par ruissellement (FAO, 1999).

1.4.1. L'azote

Pour la plupart des plantes l'azote est incontestablement l'élément nutritif le plus important. L'azote entre avec d'autres éléments (carbone, oxygène, hydrogène...), dans la composition des acides aminés formant les protéines. L'azote est un élément essentiel pour la constitution des cellules et la photosynthèse (chlorophylle). C'est le principal facteur de croissance des plantes et un facteur de qualité qui influe sur le taux de protéines des végétaux (UNIFA, 2005). Dans le sol l'azote existe sous formes organique, ammoniacal (NH_4^+) et nitrique (NO_3^-). Ce dernier est extrêmement soluble et très assimilable par les plantes. Du fait de sa solubilité et sa mobilité, l'azote nitrique est très facilement lessivé par l'eau de la pluie. Un excès d'azote provoquera la verse des céréales, induira des retards de maturation dans le maïs et diminuera la nodulation racinaire dans le soya (Tessier, 2005).

1.4.2. Le phosphore

Le phosphore (conventionnellement exprimé en P_2O_5) est l'un des éléments majeurs qui joue un rôle physiologique à plusieurs niveaux. C'est un élément génétique, énergétique et plastique qui favorise la croissance de la plante. Son action étant conjuguée à celle de l'azote, il joue un rôle important dans les phénomènes de respiration et de photosynthèse, favorise le développement racinaire, la fécondité et la résistance au froid (UNIFA, 2005). L'importance de cet élément est telle que sa carence induit une réduction de la croissance des tiges, le rabougrissement des feuilles, la réduction du nombre de feuilles, de panicules et de grains par panicule (Dibloni, 2016). Disponible pour les plantes sous formes de H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} , le phosphore est peu mobile donc moins lessivable et s'accumule plus facilement dans le sol (Jacques-petit *et al*, 2005 cité par Dianda en 2016). Le phosphore existe sous forme minérale ou organique mais peut se combinée avec le calcium, l'aluminium, le fer et le manganèse (Mn). Les plantes sont plus ou moins exigeantes en phosphore. Une classification a été faite par le COMIFER et d'après les résultats de nombreux essais de longue durée, il s'avère que le soya a une faible exigence vis-vis du phosphore (UNIFA, 2005).

1.4.3. Le potassium

Très mobile dans la plante, le potassium constitue une grande partie des matières minérales de l'arbre. Bien qu'il n'ait pas un rôle plastique, cet élément joue un rôle déterminant dans les processus de croissance et de développement végétatif et productif aussi bien en masse qu'en qualité. Il est également déterminant, au même titre que l'azote, dans la synthèse des protéines (Hellali, 2002). Il reste libre sous forme de K^+ et est en grande partie libéré lors de la minéralisation. On peut le retrouver en solution dans l'eau du sol, retenu (adsorbé) à la surface des particules d'argile et d'humus, inclus entre les feuillets des argiles ou entrant dans la constitution des minéraux primaires (UNIFA, 2005).

Les symptômes de carence en potassium se manifestent principalement par une coloration verte foncée des feuilles et un jaunissement des bordures des feuilles avec des taches brunes. Un assèchement des bordures et du bout des feuilles peut advenir si la carence persiste. Selon la classification de COMIFER en 1995, le soja a une exigence moyenne vis-à-vis du potassium (UNIFA, 2005).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

2.1. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

2.1.1. Situation géographique

L'essai a été implanté sur le périmètre irrigué de la Vallée du Kou à 25 km au Nord-Ouest de Bobo-Dioulasso dans la commune de Bama situé dans la province du Houet, région des Hauts Bassins sur la route nationale n° 9, axe Bobo-Faramana-Mali. Il se situe entre le 10° 55" de latitude nord, 4° 20" et 4 ° 35" de longitude ouest à une altitude de 300 m par rapport au niveau de la mer (Wellens et Compaoré, 2003 ; Traoré, 2007).

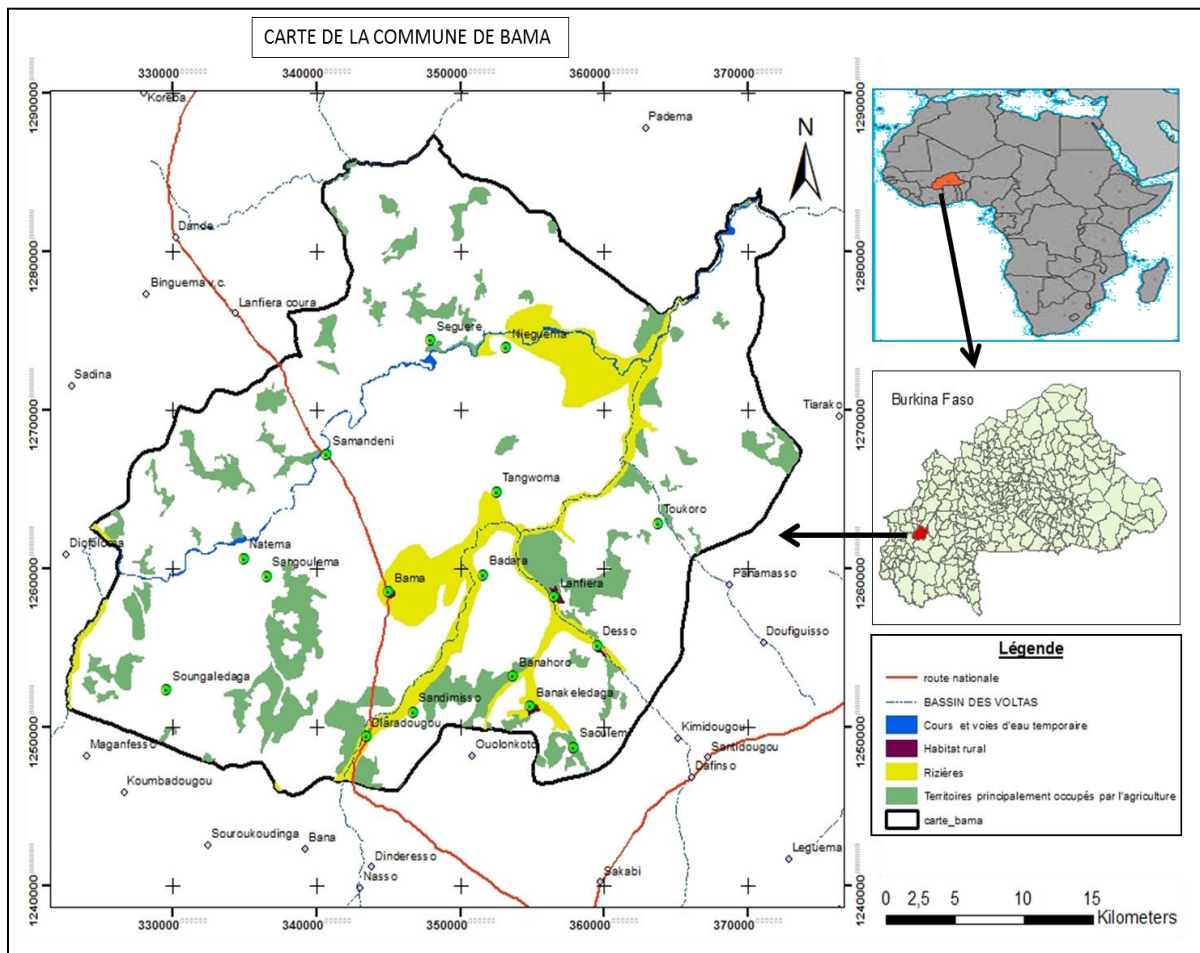


Figure 2 : Localisation de la commune rurale de Bama.

2.1.2. Relief, climat et pluviométrie

D'une superficie totale de 1260 ha aménagés, le périmètre rizicole irrigué de la Vallée du Kou fait partie d'une vaste plaine de 9700 ha de superficie dont 2300 ha sont exploitables. La plaine comprend deux parties : la vallée du Kou et quelques collines de 300 m d'altitude qui limite la plaine à la sortie de Bobo (Wellens et Compaore, 2003; Traoré, 2007). Le climat

de la vallée du kou est de type sud-soudanien caractérisé par l’alternance d’une saison pluvieuse (4 à 5 mois) et d’une saison sèche s’étendant de novembre à avril (Kambou, 2011). La pluviométrie moyenne se situe entre 600 et 1500 mm (Dianda, 2016). En effet, la quantité d’eau reçue par cette localité pendant la campagne agricole 2016-2017 a été de 825,4 mm (Figure 3). Celle-ci est en baisse comparativement à la campagne précédente (1034,4 mm) (données de la station météorologique de Bama).

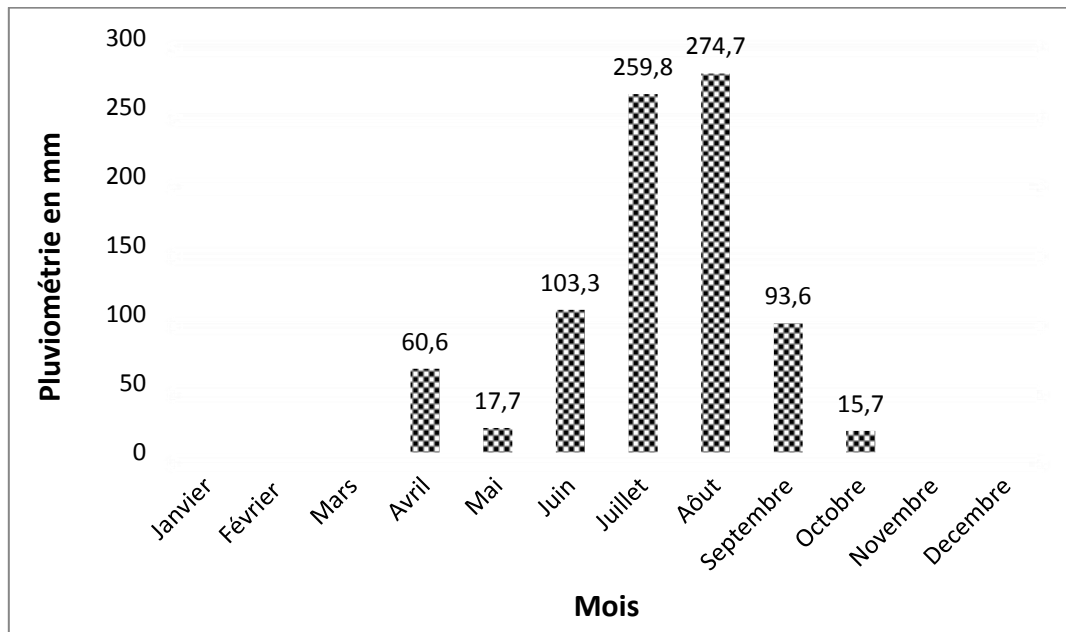


Figure 3: Répartition mensuelle de la pluviométrie de Bama de la campagne agricole 2016-2017 (DRARHASA / Hauts Bassins).

2.1.3. Végétation

La végétation de Bama est dominée essentiellement par des espèces ligneuses. Elle se répartie en fonction des facettes géomorphologiques. Au sud, on y rencontre une végétation herbacée formant un tapis continu caractéristique des savanes tropicales. Le tapis herbacé y est très abondant et largement exploité par les éleveurs qui mènent un pastoralisme extensif. Les espèces les plus rencontrées sont *Andropogon gayanus*, *Andropogon sp*, *Vetiveria nigriflora*, *Loudetia togoensis* (Bandaogo, 2010). Au nord, la végétation très boisée est dominée par des espèces comme le karité, le néré (Kambou, 2011). A côté des formations végétales naturelles, il existe des formations anthropiques peuplées par des parcs à agrumes, *anacardium sp*, *mangifera indica*, etc (Lompo, 1996 cité par Bandaogo en 2010).

2.1.4. Sol

D'après Gue (2001), on distingue sur la base de leur caractéristique texturale 6 types de sols à la Vallée du Kou. Leur proportion de répartition sur l'ensemble du périmètre est la suivante :

- les sols à texture moyenne à légère couvrent 66 % du périmètre et regroupent des sols sablo-argilo-limoneux, sablo-argileux, limoneux, sablo-limoneux.
- les 34 % des sols restants sont des sols à texture lourde (sols argileux et sols argilo limoneux) et sont mieux indiqués pour la riziculture du fait de leur forte capacité de rétention en eau.

Ces sols ont surtout une réaction acide (pH entre 5,5 et 6,5) avec des concrétions ferrugineuses qui font surface dans certaines zones et le mauvais drainage crée par endroit une toxicité de fer (Nébié, 1995 cité par Gue (2001) et Bandaogo (2010)). Aussi, ils sont pauvres en azote et en matière organique, et très pauvres en phosphore assimilable (Bandaogo, 2010). Le tableau I présente la composition chimique du sol d'étude.

Tableau I: Composition chimique du sol de 0 à 20 cm de profondeur (Vallée de Kou).

Composition du sol	Teneur des composantes du sol
Matière organique totale (%)	2,93
Azote total (%)	0,139
Phosphore total (ppm)	243
Potassium total (ppm)	180
Carbone total (%)	1,698
C/N (%)	12
pH eau	6,60

Source : Kambou (2011)

2.2. MATERIEL

2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette étude est la variété G 197 de soja (*Glycine max* L. Merrill) commercialisée par la société NAFASO de Bobo-Dioulasso. C'est une variété ayant un cycle de 90 à 100 jours avec un rendement de 1000 à 1500 kg/ha en milieu paysan (Zongo, 2013). Toutefois le rendement graine peut atteindre 2000 à 3000 kg/ha

en condition expérimentale (MARHASA/JICA, 2015). Les caractéristiques de la variété sont présentes à l'annexe n°8.

2.2.2. Produits phytosanitaires

Deux types de produits ont été expérimentés dont le produit témoin (IKOKADIGNE) et le produit à tester (SELEKAM-soya). Le tableau II présente quelques détails sur les caractéristiques de ces produits.

Tableau II: Caractéristiques des produits phytosanitaires

Nom commercial	Substance active	Dose recommandée	Mode d'application	DL ₅₀ rat (mg/kg)	Espèces de mauvaises herbes visées
IKOKADIGNE	Haloxypop-R-methyl 104 g/l	0,9 l/ha	Post levée	300	<i>Rottboellia cochinchiniensis</i> , <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Dactyloctenium sp.</i> , etc
SELEKAM-soya	Fluazyfop-p-butyl-2-{4[[5-(trifluorométhyl)-2-pyridinyl]oxy]phenoxy}	0,5 à 1 l/ha céréales volontaires 1 à 1,5 l/ha herbes annuelles 2 à 4 l/ha herbes pérennes	Post émergence	≥2451	<i>Digitaria</i> , <i>Echinochloa</i> , <i>Panicum</i> , <i>Setaria sp.</i> , <i>Cynodon</i> , <i>Sorghum sp.</i> , <i>Leptochloa</i> , etc

Source: ACTA, 2006 ; ACTA, 2014

2.3. METHODES D'ETUDE

2.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé a été un bloc de Fisher complètement randomisé de six traitements en quatre répétitions soit 24 parcelles élémentaires (Annexe 7). Chaque parcelle élémentaire mesurait 8 m de long sur 4 m de large soit une superficie de 32 m² et comportait 6 lignes de soja. A l'intérieur de chaque parcelle élémentaire, il a été délimité une parcelle utile de 24, 32 m² (7,6 m x 3,2 m) consisté de 4 lignes de soja. L'espacement a été de 1 m entre les blocs et 1 m entre les traitements. Le dispositif a été installé sur une parcelle de 53 m de longueur et 19 m de largeur soit une superficie totale de 1007 m². Les différents traitements appliqués sur les quatre blocs sont :

- Traitement 1 (T1) : Témoin non traité ;
- Traitement 2 (T2) : Sarclage manuel ;
- Traitement 3 (T3) : IKOKADIDNE 0,9 l/ha (soit 93,6 g de substance active/ha) ;
- Traitement 4 (T4) : SELEKAM-soya 0,75 l/ha (soit 9 g de substance active/ha) ;
- Traitement 5 (T5) : SELEKAM-soya 1,5 l/ha (soit 18 g de substance active/ha) ;
- Traitement 6 (T6) : SELEKAM-soya 2,5 l/ha (soit 30 g de substance active/ha).

2.3.2. Conduite de l'essai

2.3.2.1. Préparation du sol

La préparation du sol a consisté en un labour de 15 à 20 cm de profondeur fait à l'aide d'un tracteur suivi d'un hersage et d'un émiettement dans le but d'ameublir le sol et détruire les adventices. A la suite du labour, un piquetage a été réalisé avant le rayonnage afin de délimiter les parcelles élémentaires de chacun des quatre blocs de l'essai. Le rayonnage a été effectué le 14 Juin 2016 à l'aide de deux rayonneurs (outil à trois dents alignées et distantes de 0,4 m et 0,8 m) dans le but de matérialiser les lignes de semis.

2.3.2.2. Semis

Le semis a été effectué manuellement le 14 juin 2016 après un apport d'eau sur les parcelles par irrigation. Ainsi, deux à trois graines ont été mises par poquet à des écartements de 0,80 m entre les lignes et 0,40 m entre les poquets à une profondeur de 2 à 3 cm. Un démariage a été effectué pour ne laisser finalement que deux plantes par poquet. Le 22 juin 2016 un second semis a été effectué afin d'augmenter le taux de levée.

2.3.2.3. Entretien de la culture

Pour ce qui est de l'entretien, deux herbicides ont été utilisés. Il s'agit du témoin IKOKADIGNE utilisé à la dose de 0,9 l/ha et du SELEKAM-soya qui lui est utilisé à différentes doses. L'application des herbicides s'est faite par pulvérisation foliaire au 21^{ème} après semis. Les herbicides ont été appliqués en une seule fois sur les traitements concernés durant tout le cycle de la culture. Les semences ont été traitées avec du fongicide (MONTAZ 45 WS) à raison de 50 gramme pour 10 Kg de semences afin de combattre certains champignons nuisibles à la culture et la faune entomologique du sol.

La nutrition minérale des plantes a été assurée par l'apport du NPK (15-15-15) à la dose de 300 kg/ha soit 960 g par parcelle élémentaire au 28^{ème} jour après semis puis un

mélange d'urée (46 % N) et de NPK (15-15-15) au 49^{ème} jour après semis soit 480 g chacun. La dose réelle correspondante à la superficie de l'essai est de 23,04 kg (960 g x 24 = 23040 g) par application.

2.3.3. Paramètres étudiés

2.3.3.1. Sélectivité du SELEKAM-soya sur le soja

La phytotoxicité des produits a été déterminée grâce à une appréciation de l'état des plantes en nous basant sur l'échelle de sélectivité de la Commission des Essais Biologiques (C.E.B.) de l'Union Européenne, gradué de 0 à 10 (Tableau III).

Tableau III : Echelle de notation visuelle de la commission des essais biologiques (C.E.B.) de l'union européenne

Note	Phytotoxicité
0	Nulle
1	Très faible Limité aux cotylédons (simples décolorations)
2	Faible Quelques brûlures sur cotylédons
3	Sensible Décoloration plus nombreuses (cotylédons + première feuilles)
4	Assez forte Nombreuses décolorations sur feuilles
5	Forte Très nombreuses décolorations, pas brûlures
6	Très forte Quelques feuilles brûlées
7	Très forte Brûlures plus nombreuses
8	Très forte Nombreuses feuilles brûlées, desséchées
9	Très forte Pieds bloqués, ne se développent plus
10	Très forte Pieds entièrement brûlés, pratiquement détruits.

Source : AFPP-CEB, 2015

2.3.3.2. Nombre d'adventices du soja

Le nombre des adventices du soja a été observé sur les parcelles utiles chaque semaine à partir du 14^{ème} jour après semis (JAS) jusqu'au 98^{ème} Jour après traitement (JAT) suivant le stade phénologique de la culture. Ces observations ont consisté à arracher et compter les herbes en se servant d'un carré de sondage de 0,25 m² que nous avons placé au tour d'un ou deux pieds de soja à des intervalles réguliers et suivant la diagonale dans chaque parcelle utile. Les coefficients d'efficacité biologique des herbicides ont été calculés pour toutes les

périodes d'observation à partir des données non transformées par la formule de Vilitsky (1989) qui est la suivante :

$$C = \left(\frac{A_0 \cdot B_k - A_k \cdot B_0}{A_0 \cdot B_k} \right) \cdot 100 \text{ Avec :}$$

C : coefficient d'efficacité.

A_0 : nombre d'adventices de la parcelle utile du premier comptage dans le traitement herbicide.

A_k : nombre d'adventices de la parcelle utile lors du premier comptage du témoin non traité

B_0 : nombre d'adventices par parcelle utile lors du 2nd (ou 3^{ème}) comptage au traitement herbicide.

B_k : nombre d'adventice de la parcelle utile au 2nd (ou 3^{ème}) comptage du témoin non traité.

2.3.3.3. Biomasse sèche des adventices du soja

La mesure du poids de la biomasse sèche des adventices a été faite par la méthode de Likov (1985). Les adventices prélevés lors des observations ont été séchés après un étalage sous la serre et pesés après les avoir débarrassées de leurs racines. Les coefficients d'efficacité biologique des doses de SELEKAM-soya par rapport à la biomasse sèche ont été également calculés par la formule de Vilitsky (1989), toujours en partant des données non transformées.

2.3.3.4. Flore adventice du soja

Après l'application des différentes doses de traitement, les adventices ont été identifiés au 77^{ème} et 98^{ème} jour après traitement (JAT) à l'aide des clés d'identification de Terry (1983) et celle d'Akobundu et Agyakwa (1989).

2.3.3.5. Propriétés agrochimiques du sol

➤ Méthodes de prélèvement du sol

Des prélèvements de sol ont été faits sur chaque parcelle utile du bloc 1 et du bloc 3 suivant la diagonale à une profondeur de 0 à 20 cm à l'aide d'une tarière. Ils ont été faits près de la racine des plantes. Le premier a été effectué avant application des herbicides, le deuxième au 7^{ème} jour après l'application des herbicides, le troisième au stade de croissance, le quatrième au stade floraison-fructification et le cinquième à la maturité complète. Une goutte de toluène a été ajoutée à chaque échantillon de sol mis dans des sachets plastiques afin d'inhiber l'activité des microorganismes.

➤ **Analyse au laboratoire**

Les échantillons de sol prélevés, ont été analysés au Bureau National des Sols (BUNASOLS). Les analyses ont porté sur la détermination de l'ammonium, des nitrates, du phosphore assimilable et du potassium disponible.

- **Détermination de l'azote ammoniacal et du nitrate d'azote**

La détermination de l'azote ammoniacale a consisté à extraire celui-ci dans un premier temps. L'extraction a été faite avec une solution de chlorure de potassium 1N. Le rapport d'extraction sol/solution est de 1/10. L'ammonium extrait est ensuite dosé par colorimétrie à 410 nanomètres (nm) avec le réactif de Nessler. En milieu alcalin (pH = 12), l'ion ammonium se combine avec le réactif de Nessler pour former un complexe d'ammonium mercure iodure. L'intensité de la coloration du complexe est fonction de la quantité d'ammonium dans l'échantillon (BUNASOLS, 1987).

La détermination du nitrate d'azote a consisté dans un premier temps en une extraction qui a été faite avec une solution de chlorure de potassium 1N. Le rapport sol/solution d'extraction étant de 1/10 (BUNASOLS, 1987). A partir du filtrat obtenu, le nitrate d'azote est dosé par colorimétrie avec l'acide disulfophénique en milieu alcalin à 410 nanomètre.

- **Détermination du phosphore assimilable par la méthode de Bray I.**

Le phosphore a été extrait avec une solution mixte de fluorure d'ammonium (NH₄F) 1M et d'acide chlorhydrique (HCl) 0,5M. Cette méthode permet l'extraction du phosphore acido-soluble et une grande partie du phosphore lié au calcium. L'extrait est passé au spectrophotomètre à 720 nm après ajout d'une solution composée de molybdate d'ammonium, d'acide sulfurique, d'acide ascorbique et d'antimonyloxotartrate de potassium.

- **Détermination du potassium disponible.**

L'extraction du potassium a été faite avec de l'acide chlorhydrique 0,1M et de l'acide oxalique (H₂C₂O₄) 0,4N. Le potassium a été déterminé par passage de l'extrait au photomètre à flamme qui compare les intensités des radiations émises par les atomes de potassium avec celles des solutions standards (BUNASOLS, 1987).

2.3.4. Analyse statistique

Les données obtenues ont été soumises à une analyse de variance au seuil de 5% (DIOSPIEHOV, 1985), suivi d'un test de NEWMAN – KEULS à l'aide du logiciel STAT – ITCF et ce, après une transformation de celles-ci en $\sqrt{x + 1}$. La corrélation entre le nombre adventices, le poids de la biomasse sèche des adventices et/ou le nombre de gousses et le rendement du soja a été réalisée à l'aide du logiciel Xlstat 2007. 7. Les logiciels comme le Microsoft Word 2010 et le Microsoft Excel 2010 ont également été utilisés lors de la saisie et traitement des données.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

3.1.1. Phytotoxicité de SELEKAM-soya

Une évaluation visuelle de la toxicité du produit sur les plantes de soja a été réalisée et suivant la méthode de notation de la Commission Européenne des Essais Biologiques, il ressort que la phytotoxicité de SELEKAM-soya est nulle sur le soja (note 0). Les plantes ont toujours leur aspect normal. C'est donc dire que le produit est sélectif de la culture.

3.1.2. Effet des différents traitements sur la densité de population des adventices du soja

L'analyse statistique montre qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements durant toutes les observations et c'est le témoin non traité qui affiche le plus fort taux d'enherbement allant du 7^{ème} au 98^{ème} jour après traitement et le sarclage manuel la plus forte réduction (Tableau IV).

Avant application des herbicides, l'effet moyen des traitements herbicides (17,54 pieds/m²) affiche une réduction de 11,30 % par rapport au témoin non traité. A part les parcelles à traiter avec du SELEKAM-soya 0,75 l/ha et IKOKADIGNE 0,9 l/ha, il n'y a pas de différence significative entre les traitements. Ces derniers enregistrent respectivement une réduction de 21,35 % et 12,24 % par rapport au témoin non traité. A cette même date, c'est le sarclage manuel qui observe le fort taux d'enherbement par rapport au témoin soit une augmentation de 0,05 %.

Au 7^{ème} jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (13,48 pieds/m²) sur les adventices est une réduction de 35,94 % par rapport au témoin non traité. Statistiquement, il s'avère ne pas avoir de différence entre les parcelles traitées au SELEKAM-soya et au produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha), mais néanmoins c'est la dose de 0,75 l/ha qui affiche une réduction importante (28,66 %) par rapport au témoin non traité suivi de SELEKAM-soya 1,5 l/ha, SELEKAM-soya 2,5 l/ha et IKOKADIGNE 0,9 l/ha avec une réduction allant de 21,48 à 23,24 %. Cependant le sarclage manuel qui au départ était plus enherbé affiche une réduction de 95,25 % par rapport au témoin non traité.

Tableau IV: Effet des différents traitements sur le nombre d'adventices (Pieds/m²) du soja.

Traitements	Jour Après Traitement (JAT)											
	0		7		14		49		77		98	
	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$
Témoin non traité	391,25	19,77 a	443,00	21,04 a	450,00	21,11 a	143,25	11,99 a	92,00	9,64 a	45,25	6,79 a
Sarclage-manuel	392,50	19,78 a	0,00	1,00 c	21,00	4,68 c	22,75	4,86 c	15,00	3,99 d	11,50	3,52 c
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	300,25	17,35 ab	272,50	16,52 b	278,75	16,69 b	99,00	9,98 b	38,75	6,30 c	36,75	6,14 ab
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	242,00	15,55 b	225,25	15,01 b	266,50	16,29 b	99,25	9,86 b	58,25	7,68 b	43,00	6,62 a
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	348,00	18,63 a	261,00	16,15 b	288,75	16,99 b	100,25	10,04 b	43,00	6,62 c	38,25	6,23 ab
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	346,75	18,62 a	264,50	16,23 b	274,25	16,53 b	87,50	9,37 b	38,00	6,20 c	27,50	5,33 b
Moyenne		18,28		14,32		15,38		9,35		6,74		5,77
CV(%)		7,80		7,10		6,80		8,20		7,90		9,40
ETR (ddl=15)		1,43		1,02		1,04		0,77		0,53		0,54
ETM (Sx)		0,72		0,51		0,52		0,39		0,27		0,27
Probabilité (P)		0,0062		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000
Seuil de signification		S		HS		HS		HS		HS		HS

NB: Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMANKEULS). **Légende:** CV (Coefficient de variation) ; **ddl** (Degré de liberté) ; **ETR** (Ecart Type Résiduel) ; **ETM** (Ecart Type Moyen) ; **Sans tranf.** (Sans transformation) ; **S** (significatif); **HS** (hautement significatif).

Au 14^{ème} jour après application des doses, l'effet moyen des herbicides (16,63 pied/m²) sur les adventices est une réduction des adventices de 21,25 % par rapport au témoin non traité. Comparativement au sarclage manuel, cette réduction est de 77,85 % par rapport le témoin non traité. Parmi les traitements herbicides, la dose de SELEKAM-soya 0,75 l/ha présente une grande maîtrise des adventices avec une réduction de 22,83 % par rapport au témoin non traité. Cependant selon l'analyse des variances, ce traitement ne se distingue pas des autres doses de SELEKAM-soya et d'IKOKADIGNE. Ils réduisent néanmoins le nombre d'adventices de 19,52 à 21,70 % par rapport au témoin non traité.

Au 49^{ème} jour après application, l'effet moyen des différentes doses des herbicides (9,81 pieds/m²) est une diminution des mauvaises herbes de 18,16 % par rapport au témoin non traité. La plus forte réduction a été provoquée par le sarclage manuel avec 59,47 % de réduction suivi de la dose SELEKAM-soya 2,5 l/ha (21,85 %). Les traitements SELEKAM-soya 0,75 l/ha, IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha restent statistiquement identiques au traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha avec respectivement une réduction de 17,76 % ; 16,76 % et 16,26 % par rapport au témoin non traité.

Au 77^{ème} jour après application, l'effet moyen des différentes doses d'herbicide (6,70 pieds/m²) est une réduction des plantes adventices de 30,50 % par rapport au témoin non traité. Les réductions dues aux différents traitements ont varié de 20,33 % (SELEKAM-soya l/ha) à 58,61 % avec le sarclage manuel. Les moyennes des traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha, IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha sont statistiquement identiques. Ils occasionnent une diminution du nombre d'adventice de 31,33 %, 34,65 % et 35,68 % par rapport au témoin non traité.

Au 98^{ème} jour après application, l'effet moyen des herbicides (6,08 pied/m²) sur les adventices est une réduction de 10,46 % par rapport au témoin non traité. Il n'a pas de différence significative entre le témoin non traité et la dose SELEKAM-soya 0,75 l/ha. Il en est de même pour la dose IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha. Le sarclage manuel s'affiche être le plus performant comparativement au témoin non traité de même qu'aux traitements herbicides. Il a réduit les adventices de 48,16 %. Il est secondé par la dose de SELEKAM-soya 2,5 l/ha (21,50 %).

3.1.3. Coefficients d'efficacité biologique des différents traitements par rapport au nombre d'adventices du soja

Evalués à l'aide de la formule de Vilitsky (1989) par rapport à la moyenne (non transformée) des adventices rencontrés sur le témoin non traité, les coefficients d'efficacité ont varié de 24,65 à 100 % au cours des différentes périodes d'observation (Tableau V). Notons qu'une valeur élevée et positive du coefficient d'efficacité correspond à une meilleure maîtrise des adventices du soja. Par contre une valeur faible et négative traduit un niveau de contrôle bas ou très bas des adventices par rapport au témoin non traité.

Les parcelles sarclées ont eu des coefficients d'efficacité variant en baisse de 100 % au 7^{ème} jour après traitement à 74,67 % au 98^{ème} jour après application avec une moyenne de 87,59 % par rapport au témoin non traité. Le coefficient le plus élevé et la plus bas a été observé respectivement au 7^{ème} jour après application et au 98^{ème} jour après application.

Pour la dose de IKOKADIGNE 0,9 l/ha, le coefficient d'efficacité connaît une légère hausse allant de 18,84 à 28,13 % entre le 7^{ème} et le 14^{ème} jour après traitement par rapport au témoin non traité suivi d'une baisse allant de 9,94 % au 49^{ème} jour après traitement pour finalement atteindre -5,83 % au 98^{ème} jour après traitement en passant par le plus fort coefficient (45,12 %) au 77 jour après traitement. La valeur -5,83 % traduit une augmentation du nombre d'adventices de 5,83 % par rapport au témoin non traité.

Tableau V : Coefficients d'efficacité des différents traitements en fonction du nombre des adventices (%).

Traitements	Jour Après Traitement (JAT)					
	0	7	14	49	77	98
Témoin non traité	-	-	-	-	-	-
Sarclage-manuel	-	100,00	95,35	84,17	83,75	74,67
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	-	19,84	19,28	9,94	45,11	-5,83
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	-	17,79	4,25	-12,01	-2,36	-53,63
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	-	33,76	27,86	21,32	47,45	4,96
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	-	32,63	31,23	31,08	53,39	31,43

NB : Le signe (-) devant un chiffre signifie une augmentation du nombre d'adventices

Quant à la dose de SELEKAM-soya 0,75 l/ha, le coefficient d'efficacité est en baisse progressive durant les périodes d'observation. Il varie de 17,80 % au 7^{ème} jour après

application à -53,63 % par rapport au témoin non traité avec un coefficient moyen de -9,19 %. Le plus fort coefficient se situe au 7^{ème} jour après traitement (17,80 %) pendant que le plus faible se situait au 98^{ème} jour après traitement (-53,63 %).

La dose SELEKAM-soya 1,5 l/ha, quant à elle, connaît une variation allant de 47,45 % à 4,9 % durant les périodes d'observations par rapport témoin non traité avec un coefficient moyen de 27,07 %. On remarque une baisse des coefficients d'efficacité à partir du 14^{ème} jour après traitement (33,76 %) jusqu'au 98^{ème} jour après traitement (4,96 %) en passant par une augmentation de 47,45 % au 77^{ème} jour après traitement.

Pour ce qui est du coefficient d'efficacité de SELEKAM-soya 2,5 l/ha, par rapport au témoin non traité, il oscille entre 31,08 % et 53,39 % obtenus respectivement au 49^{ème} et au 77^{ème} jour après traitement. Le coefficient moyen quant à elle tourne autour de 35,95 %.

A la suite de ces observations faites, il ressort que les coefficients d'efficacité ont variés de -53,63 à 100 % par rapport au témoin non traité. De même le sarclage manuel affiche le coefficient moyen le plus élevé (87,59 %) de tous les traitements suivi de SELEKAM-soya 2,5 l/ha (35,95 %) et SELEKAM-soya 1,5 l/ha (27,07 %). Le produit témoin (IKOKADIGNE) enregistre la plus faible valeur (17,67 %) suivi de SELEKAM-soya 0,75 l/ha (-9,19 %).

3.1.4. Effet des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche des adventices du soja

Les poids de la biomasse sèche des adventices évalués à l'aide de la méthode de Likov (1985) ont connu une évolution qui est d'une manière générale caractérisée par une augmentation entre le 14^{ème} et le 98^{ème} jour après traitement (Tableau VI).

Avant application des herbicides, l'effet moyen des herbicides (5,43 g/m²) se traduit par une réduction de l'accumulation de la biomasse sèche de 10,18% par rapport au témoin non traité. La dose de SELEKAM-soya 0,75 l/ha s'est montré plus efficace avec une réduction de 16,39 % du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. D'après l'analyse des variances au seuil de 5 %, le produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha) reste statistiquement identique au témoin non traité, à SELEKAM-soya 1,5 l/ha (7,62 %) et SELEKAM-soya 2,5 l/ha (8,11 %) avec une réduction de 8,61 % par rapport au témoin non traité. Pour ce qui est du sarclage manuel, on note une augmentation de 2,98 % du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité.

Tableau VI: Effet des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche (g/m²) des adventices du soja.

Traitements	Jour après Traitement (JAT)											
	0		7		14		49		77		98	
	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$	Sans transf	Après $\sqrt{(x+1)}$
Témoin non traité	35,49	6,04 ab	51,68	7,22 a	118,56	10,93 a	167,59	12,92 a	244,00	15,64 a	135,80	11,67 a
Sarclage-manuel	37,72	6,22 a	0,00	1,00 b	2,71	1,92 c	3,33	2,07 c	4,37	2,31 d	8,54	3,08 d
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	29,74	5,52 ab	37,25	6,18 a	62,95	7,99 b	115,34	10,77 b	142,82	11,99 c	137,01	11,72 a
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	24,49	5,05 b	43,66	6,67 a	82,35	9,13 b	113,73	10,70 b	175,70	13,27 b	111,71	10,61 ab
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	30,21	5,55 ab	41,49	6,50 a	71,53	8,51 b	110,24	10,50 b	160,36	12,70 bc	97,82	9,92 b
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	30,63	5,58 ab	39,65	6,37 a	78,89	8,89 b	124,48	11,20 b	137,18	11,73 c	67,60	8,26 c
Moyenne		5,66		5,66		7,89		9,70		11,27		9,21
CV (%)		8,20		9,10		7,60		9,40		5,80		7,60
ETR (ddl=15)		0,46		0,51		0,60		0,91		0,65		0,70
ETM (Sx)		0,23		0,26		0,30		0,46		0,33		0,35
Probabilité		0,0365		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000		0,0000
Seuil de signification		S		HS		HS		HS		HS		HS

NB: Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMANKEULS). **Légende:** CV (Coefficient de variation) ; **ddl** (Degré de liberté) ; **ETR** (Ecart Type Résiduel) ; **ETM** (Ecart Type Moyen) ; **Sans transf.** (Sans transformation) ; **S** (significatif); **HS** (hautement significatif).

Au 7^{ème} jour après traitement l'effet moyen des herbicides (6,43 g/m²) est une réduction de 10,94 % du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. Hormis le sarclage manuel qui induit une réduction de 86,15 % par rapport au témoin non traité, tous les autres traitements sont statistiquement identiques. Néanmoins c'est le produit témoins (IKOKADIGNE 0,9 l/ha) qui est classé en tête du groupe avec une réduction de 14,40 % du poids de la biomasse sèche par rapport au témoin non traité.

Au 14^{ème} jour après traitement c'est le sarclage manuel qui se montre plus efficace avec une réduction de 82,43 % par rapport au témoin non traité. L'effet moyen des herbicides (82,43 g/m²) à ce stade correspond à une réduction de 21,04 % du poids de la biomasse sèche des adventices du soja par rapport au témoin non traité. Les traitements herbicides se sont montrés statistiquement identiques au seuil de 5 %.

Au 49^{ème} jour après application des herbicides, l'effet moyen des herbicides (10,79 g/m²) correspond à une réduction 16,47 % de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. L'analyse de variance au seuil de 5 % montre des différences significatives entre les traitements. En effet, le sarclage manuel est le plus performant avec une réduction de la biomasse sèche des adventices de 83,98 % par rapport au témoin non traité. Les doses de SELEKAM-soya 2,5 l/ha, 1,5 l/ha, 0,75 l/ha et IKOKADIGNE 0,9 l/ha ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon l'analyse de variance et sont peu performantes.

Au 77^{ème} jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (12,42 g/m²) est caractérisé par une diminution de 20,57 % de la biomasse des adventices en comparaison avec le témoin non traité. A ce stade, l'analyse montre une différence significative au seuil de 5 % pour les traitements. Après le sarclage manuel, c'est les doses de IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha qui se montrent êtres les plus efficace par rapport au témoin non traité. Ils enregistrent respectivement une réduction de 85,23 %, 23,34 % et 25,00 % du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au traitement témoin.

Au 98^{ème} jour après traitement, l'effet moyen des herbicides est de 10,13 g/m² ce qui illustre une diminution de 13,22 % de la biomasse des adventices par rapport au témoin non traité. Il n'y a pas de différence significative entre la dose de 0,9 l/ha de l'herbicide IKOKADIGNE et le témoin non traité. Le sarclage manuel a la meilleure performance avec un taux de réduction de 73,61 % par rapport au témoin non traité. De toutes les doses, la dose SELEKAM-soya 2,5 l/ha est la dose qui agit efficacement avec une réduction de 29,22 % du

poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité suivi de la dose SELEKAM-soya 1,5 l/ha (15,00 %) et de SELEKAM-soya 0,75 l/ha (9,08 %).

En somme nous retenons que le sarclage manuel s'est montré efficace par rapport aux différentes doses d'herbicides de SELEKAM-soya et au témoin non traité durant tout le cycle excepté le 7^{ème} jour après traitement quant à la réduction du poids de la biomasse sèche des adventices. Néanmoins il est à remarquer qu'après application, tous les traitements ont été plus efficaces sur la réduction du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité sauf au 98^{ème} jour après traitement pour le produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha).

3.1.5. Coefficient d'efficacité biologique des différents traitements par rapport à la biomasse sèche des adventices

L'évaluation des coefficients d'efficacité par rapport à la biomasse sèche (sans transformation) des adventices arrachés sur les parcelles non traitées a été faite grâce à la formule de vilitsky (1989). D'une façon générale, ces coefficients ont évolués de -24,31 % à 100 % au cours des différentes périodes d'observation comprises entre le 7^{ème} et le 98^{ème} jour après traitement (Tableau VII). Ainsi le sarclage affiche le plus fort coefficient d'efficacité biologique moyen (97,67 %) suivi de SELEKAM-soya 2,5 l/ha (25,02 %) ensuite le SELEKAM-soya 1,5 l/ha (19,14 %) et IKOKADIGNE 0,9 l/ha (15,65 %) par rapport au témoin non traité. Parmi les doses testées seule la dose de 0,75 l/ha a un coefficient moins efficace devant le produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha).

Le sarclage manuel affiche les plus forts coefficients d'efficacité biologique. Ils ont variée de façon décroissante de 100 % au 7^{ème} jour après traitement à 94,08 % au 98^{ème} jour après traitement. Ceux du produit témoin sont de -20,24 % (plus faible) au 98^{ème} jour après traitement à 36,64% (plus fort) au 14^{ème} jour après traitement. On observe une hausse de ces coefficients entre le 14^{ème} et le 77^{ème} jour après traitement suivi d'une chute brusque au 98^{ème} jour après traitement par rapport au témoin non traité.

Des différentes doses de Selekam, c'est la dose minimale (SELEKAM-soya 0,75 l/ha) qui affiche le plus faible coefficient. Son coefficient d'efficacité biologique maximal est de 1,66 % au 49^{ème} jour après traitement. Il croit de -22,43 % pour atteindre son pic au 49^{ème} jour après traitement et rechuter après en dessous de zéro.

Tableau VII: Coefficients d'efficacité biologique des différents traitements en fonction de la biomasse sèche des adventices (%).

Traitements	Jour Après Traitement (JAT)					
	0	7	14	49	77	98
Témoin non traité	-	-	-	-	-	-
Sarclage-manuel	-	100,00	97,85	98,13	98,31	94,08
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	-	13,99	36,64	17,87	30,15	-20,4
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	-	-22,43	-0,66	1,66	-4,35	-19,21
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	-	5,69	29,12	22,72	22,79	15,38
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	-	11,10	22,9	13,94	34,86	42,32

NB : Le signe (-) devant un chiffre signifie une augmentation du nombre d'adventices

Pour la dose de SELEKAM-soya 2,5 l/ha, les coefficients d'efficacité biologique ont évolué positivement de 11,10 % au 7^{ème} jour après traitement à 42,32 % au 98^{ème} jour en passant par une baisse (13,94 %) au 49^{ème} jour après traitement. C'est la meilleure dose parmi les parcelles traitées au produit expérimental.

Quant à la dose de SELEKAM-soya 1,5 l/ha, les coefficients d'efficacité durant les périodes d'observations ont variés de 5,69 % (7^{ème} jour après traitement) à 29,12 % (14^{ème} jour après traitement). En générale, les valeurs moyennes des coefficients d'efficacité biologiques observées par rapport au nombre d'adventices sont plus élevées que celles obtenues sur la biomasse sèche des adventices.

3.1.6. Effets des différents traitements sur la flore adventice du soja

L'identification réalisée au 77^{ème} jour après traitement montre une diversification de la flore adventice de l'essai. L'inventaire floristique (Tableau VIII) qui est réalisé à cette période d'observation fait ressortir 18 espèces réparties dans 15 familles botaniques distinctes. Les Poaceae, les Tiliaceae, les Rubiaceae et les Malvaceae sont les familles fréquemment rencontrées dans les traitements. Le plus important peuplement a été rencontré au niveau des parcelles témoin non traité (368) suivi de SELEKAM-soya 0,75 l/ha (228), SELEKAM-soya 1,5 l/ha (171) et IKOKADIGNE 0,9 l/ha (155). Après le sarclage manuel, c'est le traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha (152) qui s'est mieux comportée sur la densité de la population d'adventice par rapport au témoin non traité durant la période d'observation.

En effet, dans les parcelles témoin non traitées, 6 espèces réparties dans 4 familles ont été inventoriées. *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb., *Setaria pallide-fusca* (Schumach.), *Corchorus olitorius* L. et *Sida corymbosa* sont les espèces les plus abondantes avec respectivement 60,87 % ; 25,54 % ; 7,34 % et 4,89 % du nombre d'adventices.

Dans les parcelles sarclées manuellement, 9 espèces réparties dans 7 familles ont été inventoriées. *Kyllinga squamulata* Thonn. Ex Vahl. qui représente 36,67 % des adventices est l'espèce la plus abondante. *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et *Oldenlandia corymbosa* L. viennent en deuxième et troisième position avec 23,33 % et 15,00 %. Le sarclage manuel a contribué à diminuer l'abondance de certains adventices par rapport au témoin non traité. Ces réductions sont de l'ordre de 93,75 % (*Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb.), 100 % (*Corchorus olitorius* L.), 97,87 % (*Setaria pallide-fusca* (Schumach.) et 100 % (*Sida corymbosa*) par rapport au témoin non traité.

Au niveau des parcelles traitées avec le produit témoin (IKOKADIGNE) à la dose de 0,9 l/ha, 10 espèces végétales réparties dans 9 familles ont été dénombrées. *Corchorus olitorius* L. est l'espèce la plus abondante. Elle représente 67,10 % du nombre des adventices. Elle est suivie de *Sida corymbosa* (16,13 %) et *Cassia mimosoides* L. (7,74 %). D'autres espèces moins abondantes sont aussi présentes.

Avec la dose de 0,75 l/ha du produit expérimental (SELEKAM-soya), 6 espèces réparties en 5 familles ont été identifiées au 77^{ème} jour après traitement. Les Poaceae ici représentés par *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. ont été les plus abondantes représentant 53,07 % des adventices dénombrés. Suivent ensuite les Tiliaceae (*Corchorus olitorius* L.) et les Malvaceae (*Sida acuta* Burm. f. et *sida corymbosa*) ayant respectivement 15,79 % et 28,95 % du nombre des adventices inventoriés. Comparativement au témoin non traité, la dose de 0,75 l/ha de SELEKAM-soya a d'une part contribué à une réduction de 45,98 % de *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et d'autre part occasionné une augmentation de 36,00 % de *Corchorus olitorius* L. et 238,89 % de *Sida corymbosa*.

Tableau VIII : Effet des différents traitements sur la flore adventice du soja au 77^{ème} jour après traitement

Genres-Espèces	Familles	Témoin non traité	Sarclage manuel	IKOKADIGN E 0,9l/ha	SELEKAM -soya 0,75l/ha	SELEKAM -soya 1,50l/ha	SELEKAM -soya 2,50l/ha
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Asteraceae	0	0	1	0	0	0
<i>Basilicum Annum</i>	Lamiaceae	0	0	0	0	0	4
<i>Brachiaria deflexa</i> (Schumach.) Hubb.	Poaceae	224	14	1	121	1	1
<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpinaceae	0	0	12	0	0	0
<i>Cleome viscosa</i> L.	Capparidaceae	3	0	1	3	1	2
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	0	0	0	0	0	0
<i>Corchorus olerarius</i> L.	Tiliaceae	27	0	104	36	40	82
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	0	0	4	0	54	3
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	0	1	0	0	0	0
<i>Kyllinga squamulata</i> Thonn.	Cyperaceae	0	22	0	0	0	0
<i>Ludwigia hyssopifolia</i>	Onagraceae	0	0	1	0	0	0
<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae	0	9	1	2	3	3
<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	0	1	0	0	1	0
<i>Polygonum salicifolium</i>	Polygonaceae	0	8	0	0	6	0
<i>Rottboellia exaltata</i> L. f	Poaceae	2	1	0	0	0	0
<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumach.)	Poaceae	94	2	0	0	4	0
<i>Sida acuta</i> Burm. f	Malvaceae	0	2	5	5	35	1
<i>Sida corymbosa</i>	Malvaceae	18	0	25	61	26	56
Somme		368	60	155	228	171	152
Moyenne		92,00	15,00	38,75	57,00	42,75	38,00

Dans les parcelles traitées à la dose de SELEKAM-soya 1,5 l/ha, 10 espèces de mauvaises herbes constituant 8 familles botaniques ont été dénombrées. Les espèces qui sont les plus abondantes sont : *Cyperus rotundus* L. (31,58 %), *Corchoru solitorius* L. (23,39%), *Sida acuta* Burm. f. (20,47 %) et *Sida corymbosa* (15,20 %). Par rapport au témoin non traité, cette dose a entraîné une réduction de 99,55 % de *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et 95,74 % de *Setaria pallide-fusca* (Schumach.), mais une augmentation de *Sida corymbosa* (44,44 %) et *Corchorus olitorius* L. (48,15 %).

Avec la dose de 2,5 l/ha de SELEKAM-soya, *Corchorus olitorius* L. (53,95 %) et *Sida corymbosa* (36,84 %) se montre les espèces les plus abondantes du nombre des adventices identifiés. Pour ce traitement on y dénombre 8 espèces réparties en 7 familles botaniques. L'effet de ce traitement est une réduction de 99,15 % de *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et 100 % de *Setaria pallide-fusca* (Schumach.), mais une hausse de *Corchorus olitorius* L. (203,70 %) suivi de *Sida corymbosa* (211,11 %) par rapport au témoin non traité.

Un deuxième inventaire a été réalisé au 98^{ème} jour après traitement (Tableau IX). De cet inventaire, on y dénombre 9 familles botaniques distinctes représentées par 13 espèces. Celui-ci montre une abondance des adventices appartenant à la famille des Tiliaceae, des Malvaceae des Cypéracées et des Poaceae. Les adventices les plus rencontrées restent presque les mêmes que ceux du 77^{ème} jour après traitement.

Les parcelles témoins non traités sont celles qui ont le plus grands nombres d'aventices (180) avec 7 espèces dans 5 familles botaniques distinctes d'après l'inventaire. A cette période, l'identification montre que *Corchorus olitorius* L. représente l'espèce la plus abondante avec 48,33% du nombre des adventices suivie de *Brachiaria lata* (Schurnach.) Hubb. et *Sida rhombifolia* L. avec respectivement 23,33 % et 22,78 % des adventices répertoriés.

Tableau IX: Effet des différents traitements sur la flore adventice du soja au 98^{ème} Jour après traitement

Genres-Espèces	Familles	Témoin non traité	Sarclage manuel	IKOKADIGN E 0,9l/ha	SELEKAM -soya 0,75l/ha	SELEKAM -soya 1,50l/ha	SELEKAM -soya 2,5l/ha
<i>Basilicum Annum</i>	Lamiaceae	1	0	0	0	0	0
<i>Biden spilosa L.</i>	Asteraceae	0	0	0	3	0	0
<i>Brachiaria lata (Schumach) Hubb</i>	Poaceae	42	11	0	0	0	0
<i>Cassia mimosoides L.</i>	Caesalpiniaceae	0	5	0	0	1	0
<i>Corchorus olitorius L.</i>	Tiliaceae	87	0	63	88	57	58
<i>Imperata cylindrica (L.) P. Beauv.</i>	Poaceae	0	1	0	0	0	0
<i>Kyllinga pumila</i>	Cyperaceae	0	15	0	0	45	0
<i>Oldenlandia corymbosa L</i>	Rubiaceae	0	4	0	3	1	2
<i>Phyllanthus amarus Schum. et Thonn</i>	Euphorbiaceae	5	0	0	0	0	0
<i>Rottboellia exaltata L. f</i>	Poaceae	3	1	0	0	0	0
<i>Sida acuta Burm. f</i>	Malvaceae	1	0	3	33	45	1
<i>Sida rhombifolia. L</i>	Malvaceae	41	1	81	45	4	43
<i>Tridax procumbens L.</i>	Asteraceae	0	8	0	0	0	0
Somme		180	46	147	172	153	104
Moyenne		45,00	11,50	36,75	43,00	38,25	26,00

Dans les parcelles sarclées manuellement, on y dénombre 8 espèces dans 6 familles avec *Kyllinga pumila* comme l'espèce la plus rencontrée représentant 32,61 % du nombre d'adventice (Tableau IX). Elle est suivie de *Brachiaria lata* (Schurnach.) Hubb. et de *Tridax procumbens* L. ayant respectivement 23,91 % et de 17,39 % du nombre d'adventices. Leur effet est une réduction d'au moins 73,81 % de *Brachiaria lata* (Schurnach.) Hubb., *Sida rhombifolia* L. de 97,56 % et *Corchorus olitorius* L. (100 %) par rapport au témoin non traité.

Les parcelles traitées avec le produit témoin sont celles qui ont le plus petit nombre d'adventices avec 3 espèces réparties dans 2 familles botaniques d'après l'inventaire. *Sida rhombifolia* L. représente l'espèce dominante avec 55,10 % des adventices suivie de *Corchorus olitorius* L. (42,86 %), et *Sida acuta* Burm f. (2,04 %). Ce sont les seules espèces rencontrées dans ce traitement. Ce traitement a occasionné une réduction de 27,59 % de *Corchorus olitorius* L. cependant une hausse de 97,56% de *Sida rhombifolia* L. par rapport au témoin non traité.

Avec la dose de SELEKAM-soya 0,75 l/ha, l'inventaire a fait ressortir 5 espèces groupées en 4 familles botaniques avec un total de 172 individus. Les espèces les plus rencontrées sont : *Corchorus olitorius* L. (51,16 %), *Sida rhombifolia* L. (26,16 %) et *Sida acuta* Burm f (19,19 %). A ce niveau on assiste à une augmentation de 1,15 % ; 09,76 % respectivement des deux premières espèces par rapport au témoin non traité. Le nombre de *Sida acuta* Burm f a considérablement augmenté.

Dans les parcelles traitées à la dose SELEKAM-soya 1,5 l/ha, la richesse spécifique est de 6 espèces d'adventices regroupées en 5 familles. Au nombre de ces mauvaises herbes, *Corchorus olitorius* L., *Sida acuta* Burmf., *Kyllinga pumila* et *Sida rhombifolia* L. sont les plus abondantes. Leurs valeurs moyennes sont par ordre d'importance de 36,31 % ; 29,41 %, 29,41 % et 02,61 %. L'influence de cette dose sur les adventices a été la diminution du nombre de certaines mauvaises herbes : 34,48 % *Corchorus olitorius* L., 90,24 % *Sida rhombifolia* L. et 100 % *Brachiaria lata* (Schurnach.) Hubb., mais une importante augmentation de *Sida acuta* Burm f. comparativement au témoin non traité.

Au niveau des parcelles traitées avec la dose de 2,5 l/ha de SELEKAM-soya, on y a dénombré 4 espèces d'adventices qui appartiennent à 3 familles différentes. *Corchorus olitorius* L. représente 55,77 % du nombre des adventices et *Sida rhombifolia* L. 41,35 %. Sur ces derniers, l'effet de ce traitement est respectivement une réduction de 33,33 % et une hausse de 4,88 % par rapport au témoin non traité.

De façon générale nous retenons des deux inventaires une prédominance des Tiliaceae (33,16 %), Poaceae (27,01 %) et Malvaceae (27,48 %) sur presque tous les traitements excepté les parcelles sarclées manuellement qui affiches beaucoup plus de Cyperaceae. Les résultats obtenus au niveau des témoins non traités et de la deuxième identification montrent que les différentes doses de SELEKAM-soya n'ont pas eu de contrôle véritable sur les Tiliaceae, Cyperaceae, Malvacées mais peu sur les Poaceae et Rubiaceae. Pour le produit témoin, son inefficacité est observée face aux Malvaceae. Quant au sarclage manuel, les valeurs moyennes observées montre son efficacité sur toutes les familles d'adventices.

3.1.7. Influence des différents traitements sur les propriétés agrochimiques du sol

3.1.7.1. Influence sur la teneur en azote ammoniacal du sol.

La dynamique de la teneur en ammonium du sol est caractérisée par une évolution en cet élément au cours des différents stades phénologiques de la plante. Ainsi de façon générale on remarque une hausse de la teneur en ammonium du sol de la période avant application des herbicides à la levée suivi d'une baisse jusqu'à la maturité complète sauf pour les doses 1,5 et 2,5 l/ha de SELEKAM-soya (Tableau X).

Avant application du produit et avant la levée, l'analyse des variances au seuil de 5 % révèle une différence hautement significative entre les parcelles devant recevoir les traitements et le témoin non traité. La plus faible teneur en ammonium a été obtenue avec le traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha. La parcelle sarclée manuellement est celle qui affiche la plus forte teneur.

Après la levée, les teneurs en ammonium du sol ont connu une hausse sauf pour le témoin non traité. La moyenne des teneurs en ammonium au niveau des parcelles traitées avec l'herbicide (248,81 mg/kg) est une augmentation de 35,67 % par rapport au témoin non traité et 41,41 % de baisse par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre les teneurs moyennes en ammonium au niveau du témoin non traité et le traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha. La tendance générale est à la hausse des teneurs moyennes à cette période d'observation excepté le traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha. Le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha se distingue du groupe avec la plus forte teneur, soit une hausse de 149,30 % par rapport au témoin non traité.

Tableau X : Influence des différents traitements sur la teneur en azote ammoniacale du sol (mg/kg) en fonction des stades phénologiques.

Traitements	Stades phénologiques du soja				
	Avant application	Après levée (07 JAT)	Croissance (49 JAT)	Floraison-Fructification (77 JAT)	Maturation complète (106 JAT)
Témoin non traité	339,15 b	183,39 d	121,40 b	87,83 c	39,52 d
Sarclage manuel	381,25 a	424,65 b	26,35 d	49,85 d	38,75 d
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	150,85 e	180,81 d	199,93 a	121,66 b	126,57 b
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	244,10 c	457,19 a	106,16 b	96,86 c	37,20 d
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	184,58 d	287,49 c	114,17 b	62,51 d	339,67 a
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	45,46 f	69,74 e	54,25 c	204,32 a	59,93 c
Moyenne	224,23	267,21	103,71	103,84	106,94
CV (%)	5,40	4,40	6,10	5,20	5,30
ETR (ddl=5)	12,21	11,68	6,33	5,44	5,67
ETM (Sx)	6,11	5,84	3,17	2,72	2,84
Probabilité (p)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
Seuil de signification	HS	HS	HS	HS	HS

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (test de NEWMAN KEULS) ; JAT : Jour Après Traitement.

Au stade croissance, pour tous les traitements, les teneurs en ammonium du sol ont connu une baisse exceptée le traitement IKOKADIGNE. L'effet moyen de l'herbicide (118,63 mg/kg) est une baisse de la teneur en ammonium de 2,28 % comparativement au témoin non traité et une augmentation de 350,21 % par rapport au sarclage manuel. A cette période la forte teneur (199,93 mg/Kg) est affichée par le traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha. Des différences significatives n'ont pas été observées entre le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha, SELEKAM-soya 1,5 l/ha et le témoin non traité.

Au stade floraison-fructification on remarque une baisse de la teneur en ammonium du sol excepté le traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha. A ce stade, l'effet moyen des différentes doses d'herbicide (121,34 mg/kg) est une hausse de la teneur de l'ammonium. Cette hausse est de 138,15 % par rapport au témoin non témoin et de 243,41 % comparativement au sarclage manuel. Le traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha affiche la forte valeur suivie de la dose IKOKADIGNE 0,9 l/ha. Il n'y a pas de différence significative entre les teneurs moyennes en ammonium au niveau du témoin non traité et la dose SELEKAM-soya 0,75 l/ha.

Il en est de même pour le traitement SELEKAM-soya 1,5 l/ha et le sarclage manuel qui enregistrent les plus faibles teneurs.

A la maturité complète soit au 106^{ème} jour après traitement, l'effet moyen des différentes doses d'herbicide (140,84 mg/kg) est une hausse de 256,38 % de la teneur de l'ammonium par rapport au témoin non traité. C'est le traitement SELEKAM-soya 1,5 l/ha qui observée la forte teneur en ammonium par rapport au témoin non traité et est en hausse comparativement au stade précédent. Cependant le témoin non traité, le sarclage manuel et le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha restent statistiquement identique au seuil de 5 %. Quant à la faible moyenne, elle est enregistrée au près du traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha.

3.1.7.2. Influence sur la teneur en nitrate d'azote du sol

Avant application des produits, la parcelle devant recevoir IKOKADIGNE 0,9 l/ha et le traitement témoin sont identiques statistiquement. Il en est de même pour le sarclage manuel et SELEKAM-soya 2,5 l/ha. Cependant l'analyse statistique révèle des différences significatives entre ces derniers et le reste des traitements pour ce qui est de la teneur en nitrate d'azote du sol. Les teneurs faible et élevé sont observées respectivement au niveau des traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha et SELEKAM-soya 0,75 l/ha (Tableau XI). La teneur moyenne en nitrate des parcelles traitées aux herbicides (18,97 mg/ha) est une augmentation de 0,08 % par rapport au témoin non traité et 4,58 % par rapport au sarclage manuel.

Après la levée du soja, sept jours après application des différentes doses d'herbicides, l'effet moyen des herbicides (19,79 mg/kg) est une augmentation de 4,32 % par rapport au témoin non traité. Hormis les traitements IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha qui ont leur teneur en baisse, celles des autres traitements évoluent à la hausse. Ces derniers sont statistiquement identiques au seuil de 5 %. SELEKAM-soya 2,5 l/ha, SELEKAM-soya 0,75 l/ha et le sarclage manuel sont les traitements qui se distinguent des autres avec des teneurs respectives de 23,91 mg/kg, 23,91 mg/kg et 23,92 mg/kg. L'effet de ces traitements est une augmentation moyenne d'environ 26,07 % par rapport au témoin non traité.

Tableau XI : Influence des différents traitements sur la teneur en nitrate d'azote du sol (mg/Kg) en fonction des stades phénologiques.

Traitements	Stades phénologiques du soja				
	Avant application	Après levée (07 JAT)	Croissance (49 JAT)	Floraison-Fructification (77 JAT)	Maturation complète (106 JAT)
Témoin non traité	18,95 b	18,97 b	20,62 a	22,27 b	15,67 a
Sarclage manuel	18,14 bc	23,92 a	15,67 b	18,14 c	13,19 bc
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	19,79 b	17,32 b	14,84 b	15,67 cd	13,19 bc
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	22,26 a	23,91 a	18,14 ab	27,21 a	14,02 b
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	15,67 c	14,02 c	20,62 a	18,97 c	13,19 bc
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	18,14 bc	23,91 a	22,27 a	13,19 d	11,54 c
Moyenne	18,82	20,34	18,69	19,24	13,47
CV (%)	4,70	5,40	6,40	5,80	4,00
ETR (ddl=5)	0,89	1,09	1,20	1,11	0,54
ETM (Sx)	0,45	0,55	0,60	0,56	0,27
Probabilité (p)	0,0096	0,0017	0,0091	0,0010	0,0087
Seuil de signification	S	HS	S	HS	S

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (test de NEWMAN KEULS) ; JAT : Jour Après Traitement.

Au stade croissance, on remarque que le témoin non traité, le traitement SELEKAM-soya 1,5 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha sont celle qui affichent les plus fortes teneurs en nitrate d'azote du sol. En se référant à la comparaison de leurs moyennes il n'y a véritablement pas de différence significative entre elles pour la teneur en nitrate du sol. C'est aussi le cas entre le sarclage manuel et la dose de 0,9 l/ha du produit témoin (IKOKADIGNE). L'effet moyen de l'herbicide (18,97 mg/kg) est une baisse de 8,01 % par rapport au témoin non traité. Comparativement au sarclage manuel, il occasionne une hausse de 21,06 %.

Au stade floraison-fructification l'analyse statistique révèle une différence significative entre les traitements. Par contre le sarclage manuel et Selekam 1,5 l/ha n'affiche pas de différence significative quant à la teneur en nitrate d'azote du sol. Le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha diffère des autres statistiquement en affichant la plus forte teneur en azote du sol (27,21 mg/Kg) soit 22,18 % de plus que le témoin non traité. La teneur

moyenne en nitrate du sol est 18,76 mg/Kg soit une baisse de 15,76% par rapport au témoin non traité et 3,42 % par rapport au sarclage manuel.

A la maturité complète, l'effet moyen des herbicides est de 12,99 mg/kg. Par rapport au témoin non traité, cet effet correspondant à une réduction de 17,13 % de la teneur en nitrate d'azote. Entre le sarclage manuel, IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha il n'y a pas de différence significative. A ce stade, le témoin non traité se distingue des autres traitements avec une teneur moyenne de 15,67 mg/Kg de nitrate d'azote. Pour la dose de 2,5 l/ha de SELEKAM-soya, l'effet a été plutôt une baisse de la teneur de 26,36 % par rapport au témoin non traité et 12,51 % comparativement au sarclage manuel.

De façon générale, les teneurs en nitrate d'azote du sol ont variées de 27,21 au stade floraison-fructification à 11,54 à la maturation complète. Nous remarquons que les teneurs en nitrate du sol des différentes parcelles n'ont pas évoluées dans le même sens durant les différents stades phénologiques de la plante. Cependant les teneurs moyennes en nitrate du sol observées au stade croissance traduisent une baisse pour tous les traitements par rapport aux stades précédents.

3.1.7.3. Influence sur la teneur en phosphore assimilable du sol

Avant l'application du produit la teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des parcelles à traiter aux herbicides est de 1,58 mg/kg soit une augmentation de 14,9 % par rapport au témoin non traité (Tableau XII). La plus forte teneur en phosphore assimilable provient des parcelles devant recevoir la dose 2,5 l/ha de SELEKAM-soya suivie du sarclage manuel. Le produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha), SELEKAM-soya 0,75 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha restent statistiquement identiques au témoin non traité pour les teneurs en phosphore assimilable.

Après la levée, l'effet moyen des quatre doses d'herbicide (1,75 mg/kg) est une hausse de la teneur en phosphore assimilable de 18,24 % par rapport au témoin non traité et 37,80 par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre le traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha, SELEKAM-soya 0,75 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha. C'est encore les parcelles traitées à la dose de 2,5 l/ha de SELEKAM-soya qui affichent les fortes teneurs moyennes. Elles sont suivies du témoin non traité. Tous les traitements ont occasionné une augmentation de la teneur en phosphore assimilable par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. La plus forte augmentation a été observée avec la dose 2,5 l/ha de SELEKAM-soya soit 35,14 % pour le témoin non traité et 57,48 % pour le sarclage manuel.

Au stade croissance l'analyse statistique révèle une différence nettement significative entre les différents traitements pour la teneur en phosphore assimilable. Ainsi la teneur moyenne en phosphore assimilable du sol est estimée à 3,19 mg/kg soit une augmentation de 61,93 % en cet élément par rapport au témoin non traité. Comparativement au sarclage manuel, cet effet est une baisse de 60,17 %. On constate également qu'à ce stade, il n'y a pas de différence significative en le témoin non traité et la dose de 0,75 litre par hectare de SELEKAM-soya. La plus forte réduction a été observée avec le sarclage manuel soit 4,12 fois le témoin non traité. Elle est suivie du traitement SELEKAM-soya 1,5 l/ha.

Tableau XII : Influence des différents traitements sur la teneur en phosphore assimilable du sol (mg/Kg) en fonction des stades phénologiques

Traitements	Stades phénologiques du soja				
	Avant application	Après levée (07 JAT)	Croissance (49 JAT)	Floraison-Fructification (77 JAT)	Maturation complète (106 JAT)
Témoin non traité	1,37 c	1,48 bc	1,97 e	1,37 c	1,55 c
Sarclage manuel	1,69 b	1,27 c	8,12 a	2,01 b	2,96 b
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	1,34 c	1,72 b	3,80 c	1,20 c	3,97 a
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	1,16 c	1,58 b	1,45 e	2,11 b	2,67 b
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	1,34 c	1,69 b	4,64 b	1,34 c	1,34 c
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	2,46 a	2,00 a	2,85 d	4,36 a	2,64 b
Moyenne	1,56	1,62	3,80	2,06	2,52
CV (%)	4,20	5,60	5,50	7,14	6,20
ETR (ddl=5)	0,07	0,09	0,21	0,15	0,16
ETM (Sx)	0,04	0,05	0,11	0,08	0,08
Probabilité (p)	0,0002	0,0063	0,0001	0,0002	0,0004
Seuil de signification	HS	S	HS	HS	HS

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (test de NEWMAN KEULS) ; JAT : Jour Après Traitement.

Au stade floraison-fructification, l'effet moyen des herbicides (2,25 mg/kg) est une hausse de la teneur moyenne en phosphore assimilable. Cette hausse est de 64,23 % par rapport au témoin non traité et 11,94 % par rapport au sarclage manuel. L'analyse statistique ne témoigne pas de différence significative d'une part entre les traitements SELEKAM-soya 0,75 l/ha et le sarclage manuel et d'autre part entre les traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha et le témoin non traité. La plus forte teneur en phosphore assimilable est toujours observée au

niveau des traitements SELEKAM-soya 2,5 l/ha correspondant à une augmentation de 218,25 % par rapport au témoin non traité soit 3,18 fois le témoin non traité. Comparativement au sarclage manuel, ce traitement occasionne une augmentation de 216,92 %.

Au cours de la maturation l'analyse statistique portée sur la dynamique de la teneur en phosphore assimilable du sol montre qu'il existe une différence significative entre les traitements. Ainsi l'on y distingue trois groupes distincts en se référant aux moyennes. Statistiquement il n'y a pas de différence entre les traitements SELEKAM-soya 1,5l/ha et le témoin non traité, tout comme le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha, SELEKAM-soya 2,5 l/ha et le sarclage manuel. Le traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha s'illustre avec la plus forte teneur (3,97 mg/kg) soit 2,56 fois le témoin non traité. La teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des traitements herbicides est 2,66 mg/kg, ce qui correspond d'une part à une augmentation de 71,61 % par rapport au témoin non traité et d'autre part à une diminution de 10,14 % en cet élément par rapport au sarclage manuel.

3.1.7.4. Influence sur la teneur en potassium disponible du sol.

La dynamique de la teneur en potassium du sol est caractérisée par une évolution en cet élément au cours des différents stades du cycle de la plante. Ainsi avant l'application des herbicides la teneur en potassium était comprise entre 50,86 et 102,21 mg/Kg. La plus forte teneur était enregistrée au niveau du sarclage manuel (Tableau XIII). L'analyse statistique montre la présence de quatre groupes. De cette analyse on remarque qu'il n'existe pas de différence significative entre le témoin non traité, SELEKAM-soya 0,75 l/ha, SELEKAM-soya 2,5 l/ha et IKOKADIGNE 0,9 l/ha. Le traitement SELEKAM-soya 1,5 l/ha occupe la deuxième position après le sarclage manuel.

Après la levée, la teneur moyenne en potassium disponible causée par l'effet moyen des différentes doses de l'herbicide est de 75,54 mg/kg. Cet effet correspond à une augmentation de 16,53 % par rapport au témoin non traité et une baisse de 28,20 % par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différences statistiques significatives entre le témoin non traité, SELEKAM-soya 0,75 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha qui affichent les plus fortes teneurs moyenne en potassium disponible du sol soit respectivement 105,20 mg/Kg, 96,73 mg/Kg et 96,23 mg/Kg. Par rapport au témoin, l'effet dus à ces deux derniers traitements est une réduction de 8,05% et 8,53 %. Aussi on remarque que le sarclage manuel et le traitement SELEKAM-soya 2,5 l/ha sont identiques à 5 % au vu de l'analyse statistique.

Tableau XIII : Influence des différents traitements sur la teneur en potassium disponible du sol (mg/Kg) en fonction des stades phénologiques.

Traitements	Stades phénologiques du soja				
	Avant application	Après levée (07 JAT)	Croissance (49 JAT)	Floraison-Fructification (77 JAT)	Maturation complète (106 JAT)
Témoin non traité	60,33 c	105,20 a	50,36 d	52,35 ab	79,28 a
Sarclage manuel	102,21 a	64,82 b	82,27 a	51,85 ab	62,82 b
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	60,83 c	35,40 c	57,34 c	42,38 b	53,85 c
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	59,33 c	96,73 a	48,36 d	56,34 a	53,35 c
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	70,32 b	96,23 a	69,31 b	55,35 a	43,88 c
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	50,86 c	73,79 b	53,85 cd	42,88 b	44,87 c
Moyenne	67,31	78,69	60,25	50,19	56,34
CV (%)	4,40	6,60	3,40	6,00	4,80
ETR (ddl=5)	2,97	5,19	2,04	3,00	2,73
ETM (Sx)	1,49	2,60	1,02	1,50	1,37
Probabilité (p)	0,0004	0,0007	0,0003	0,0201	0,0008
Seuil de signification	HS	HS	HS	S	HS

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (test de NEWMAN KEULS) ; JAT : Jour Après Traitement.

Au stade croissance les teneurs en potassium disponible au niveau du sarclage manuel et IKOKADIGNE 0,9 l/ha ont connu une hausse. Par contre sur les autres traitements on a assisté à une baisse de la teneur en cet élément. La parcelle sarclée manuellement affiche la plus forte teneur (82,27 mg/Kg) soit 63,36 % de plus par rapport à celle obtenue au niveau du témoin non traité. Elle est suivie des traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha et IKOKADIGNE 0,9 l/ha. La teneur en potassium disponible obtenue avec la dose de SELEKAM-soya 2,5 l/ha reste intermédiaire entre celle du témoin non traité et IKOKADIGNE 0,9 l/ha. La teneur moyenne en potassium disponible des parcelles traitées aux herbicides est estimée à 57,22 mg/kg ce qui explique une augmentation de 13,62 % et une baisse de 30,45 % respectivement par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. Des différences significatives n'ont pas été observées au seuil de 5 % entre SELEKAM-soya 0,75 l/ha et le témoin non traité.

Durant la période de floraison la teneur en potassium disponible du sol est relativement en baisse sauf au niveau du traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha et témoin non traité. La teneur du potassium disponible due à l'effet moyen des herbicides (49,24 mg/Kg)

correspondant respectivement à une réduction de 5,95 % et 5,03 % par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. SELEKAM-soya 0,75 l/ha et SELEKAM-soya 1,5 l/ha affichent les fortes teneurs et sont identiques statistiquement. Il en est de même pour le témoin non traité et sarclage manuel ainsi que IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha.

A maturité complète, la teneur moyenne en potassium disponible du sol des parcelles traitées aux herbicides est 48,99 mg/Kg soit une baisse de 38,21 % par rapport au témoin non traité et 22,02 % comparativement au sarclage manuel. L'analyse statistique au seuil de 5 % ne révèle pas de différence significative entre le témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha) et les différentes doses de Selekam. A ce stade c'est le témoin non traité qui enregistre la teneur la plus élevée.

Dans l'ensemble, sauf par rapport au phosphore assimilable, la dynamique d'évolution des autres éléments nutritifs du sol, se caractérise par une baisse significative de leurs teneurs à SELEKAM-soya 1,5 l/ha au stade floraison-fructification et équivalente à celles du sarclage manuel.

3.1.8. Effet des différents traitements sur les composantes du rendement et sur les rendements du soja

Au critère nombre de gousses (moyenne/1000/ha), le sarclage manuel enregistre le plus grand nombre de gousses (15935) occasionnant un surplus du nombre de gousses de plus de 198,35 % par rapport au témoin non traité (Tableau XIV). Le plus faible nombre de gousses est affiché par le produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha). Le nombre moyen des gousses des parcelles traitées aux herbicides est estimé à 5933,75 gousses ; ce qui traduit une augmentation de 11,10 % du nombre de gousses par rapport au témoin non traité. L'analyse statistique au seuil de 5 % ne révèle pas de différence significative entre le témoin non traité et les parcelles traitées aux doses de IKOKADIGNE 0,9 l/ha et SELEKAM-soya 0,75 l/ha. Occupant les deuxièmes moyennes élevées, les traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha sont identiques statistiquement. De cette analyse on constate que l'accroissement du nombre de gousses a été fonction de l'augmentation du niveau de dose de SELEKAM-soya appliquée comme indiqué dans le tableau XIV.

Quant au poids des gousses, l'analyse a aussi révélé des différences significatives entre les traitements. Cependant, ces différences ne sont pas observées entre les moyennes du traitement IKOKADIGNE 0,9 l/ha et celle du témoin non traité. Il en est de même pour SELEKAM-soya 1,5 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha qui sont les deuxièmes du classement.

La plus forte moyenne du poids des gousses qui est de 4728,62 Kg est observée au niveau de la parcelle sarclée manuellement. Elle occasionne une hausse de 194,87 par rapport au témoin non traité. Le poids moyen des gousses en kg/ha des parcelles traitées aux herbicides est de 1726,98 kg/ha, soit une augmentation de 7,69 % du poids des gousses par rapport au témoin non traité.

Tableau XIV : Influence des différents traitements sur les composantes du rendement et sur le rendement du soja.

Traitements	Nombre de gousses (moyenne/1 000/ha)	Poids des gousses (Kg/ha)	Poids de 1000 graines (g)	Rendement (Kg/ha)	% par rapport au témoin
Témoin non traité	5341,00 c	1603,62 c	115,99	1313,79 bc	-
Sarclage-manuel	15935,00 a	4728,62 a	103,25	3894,76 a	296,45
IKOKADIGNE 0,9 l/ha	5149,00 c	1521,38 c	115,80	1239,64 c	94,36
SELEKAM-soya 0,75 l/ha	5693,00 c	1685,86 bc	111,15	1379,40 bc	104,99
SELEKAM-soya 1,5 l/ha	6369,00 b	1829,77 b	112,63	1473,05 b	112,12
SELEKAM-soya 2,5 l/ha	6524,00 b	1870,89 b	108,25	1475,99 b	112,35
Moyenne	7501,67	2206,69	111,18	1796,10	
CV (%)	5,80	5,00	8,30	5,60	
ETR (ddl=15)	435,54	109,26	9,20	100,19	
ETM (Sx)	217,77	54,63	4,60	50,10	
Probabilité (p)	0,0000	0,0000	0,3941	0,0000	
Seuil de signification	HS	HS	NS	HS	

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (test de NEWMAN KEULS).

Les résultats de l'analyse des poids de 1000 graines effectuée au seuil de 5 % révèlent qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des différents traitements.

Selon les résultats de l'analyse obtenus sur l'influence des différentes doses de SELEKAM-soya, les rendements (Kg/ha) ont varié de 1239,64 kg/ha au niveau des parcelles traitées avec IKOKADIGNE 0,9 l/ha à 3894,76 kg/ha au niveau des parcelles sarclées à la main. L'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre le traitement SELEKAM-soya 0,75 l/ha et le témoin non traité au seuil de 5 %. Il en est de même pour les traitements SELEKAM-soya 1,5 l/ha et SELEKAM-soya 2,5 l/ha qui affichent les deuxièmes plus forts rendements après le sarclage manuel. Le produit témoin quant à elle s'aligne en

dernier position. L'effet moyen des herbicides (1392,02 kg/ha) est une augmentation du rendement de près de 5,95 % comparativement au témoin non traité. Par rapport au sarclage manuel, cet effet est plutôt une diminution de 64,26 %. Le sarclage manuel quant à lui entraîne une hausse de rendement en grains qui est 1,96 fois supérieur à celui du témoin non traité. Les différentes doses du produit testé se sont illustrées par des moyennes comprises entre environ 1379,40 kg et 1475,99 kg par hectare. La dose forte donne un meilleur rendement (1475,99 kg/ha) parmi celles-ci. Celui du produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha) est une baisse du rendement de 5,64 % par rapport à celui du témoin non traité.

De façon générale, tous les traitements ont généré des hausses plus ou moins considérables de rendements par rapport au témoin non traité excepté le produit témoins (IKOKADIGNE 0,9 l/ha).

Corrélations entre certains facteurs étudiés

L'augmentation du rendement est en relation avec la capacité de l'herbicide et du sarclage manuel à réduire le nombre d'adventices. Ainsi la corrélation qui existe entre ces deux paramètres est traduite au 14^{ème} Jours après traitement des herbicides par l'équation de régression $y = - 6,56X + 3522,05$ (Figure 4) avec un coefficient de régression $r = - 0,87$ et une précision expérimentale $p = 0,02$. Pour celle de la biomasse sèche avec le rendement, la dépendance de ces deux paramètres est traduite par cette équation de régression $y = - 23,60X + 3436,59$ avec $r = - 0,87$ et $p = 0,03$ (Figure 5).

De plus au 98^{ème} jour après traitement la corrélation établie d'une part entre le nombre d'adventice et le rendement grain et d'autre part entre le poids de la biomasse sèche atteste aussi que l'augmentation du rendement est fonction du nombre et du poids sèche des adventices (Figure 6 et 7). Cet effet se traduit respectivement par les équations de régression $y = -73,23X + 4265,13$ et $y = -18,76X + 3542,08$ avec $r = - 0,89$ et $p = 0,02$ dans les deux cas.

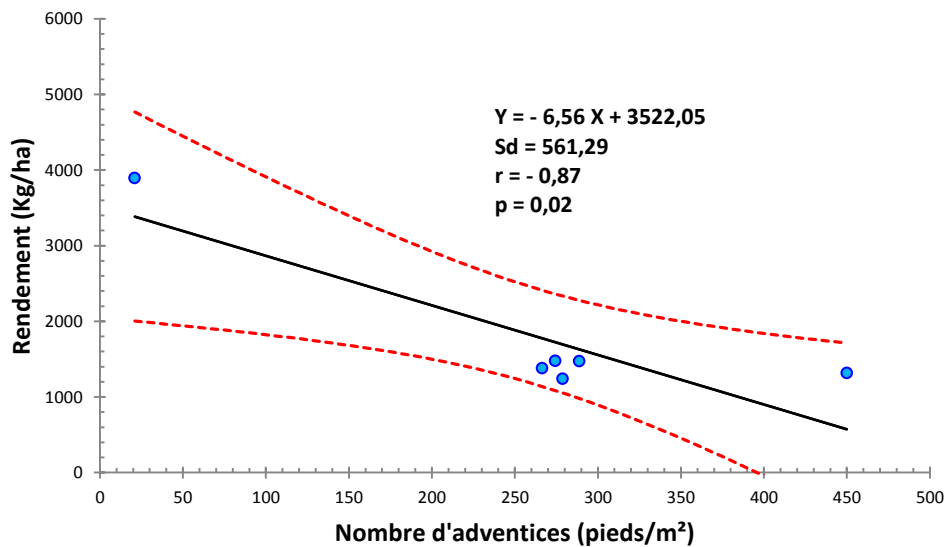


Figure 4 : Corrélation entre le nombre d'adventives au 14^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.

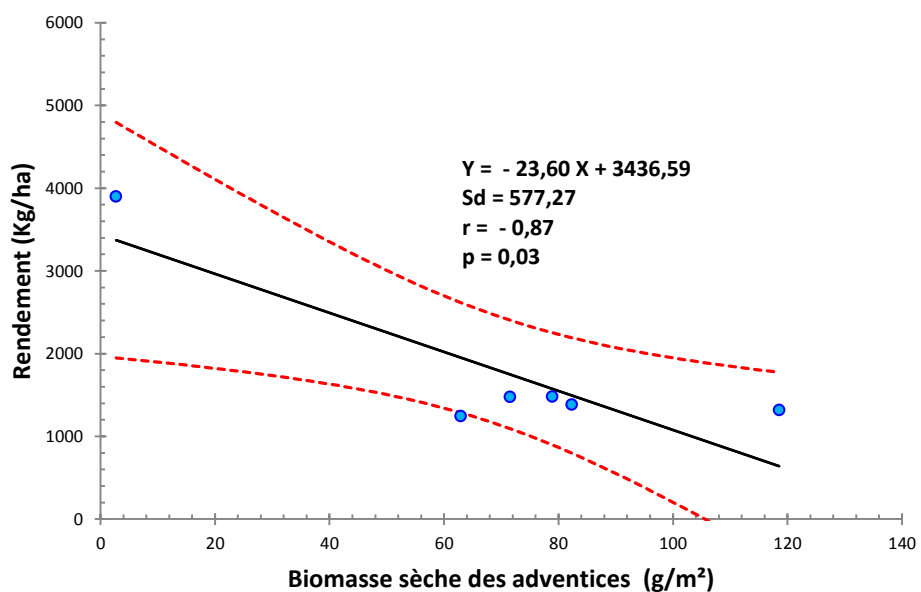


Figure 5 : Corrélation entre la biomasse des adventives au 14^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.

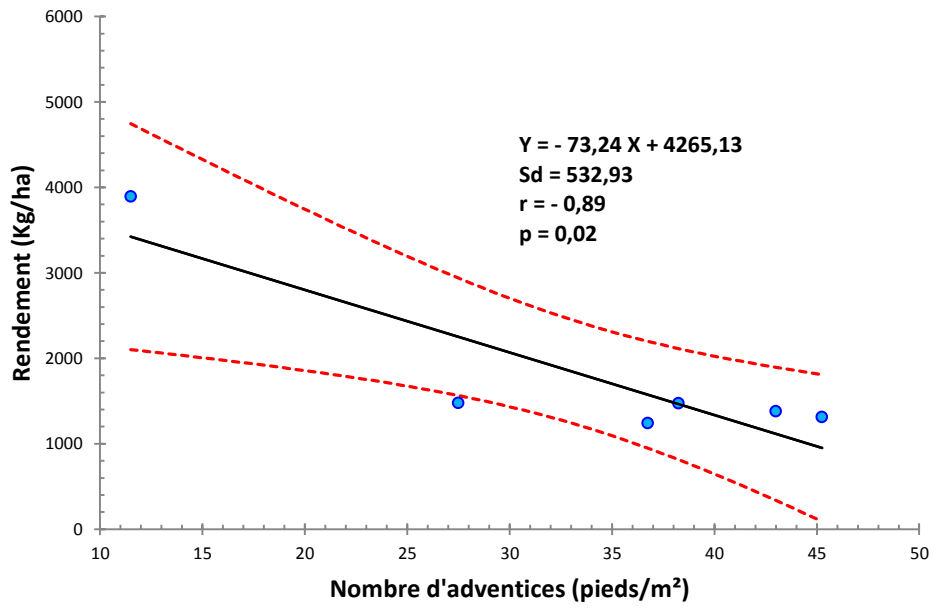


Figure 6 : Corrélation entre le nombre d'adventices au 98^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.

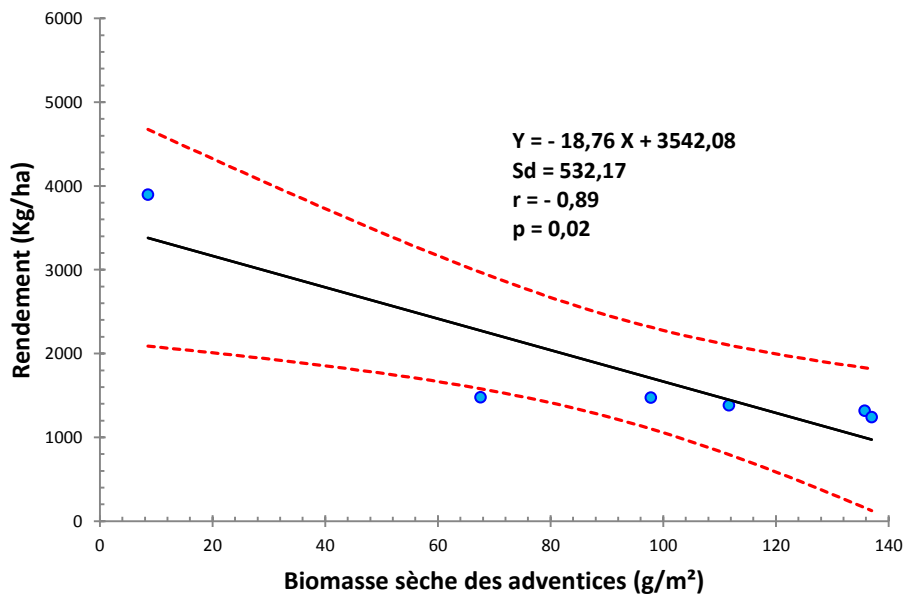


Figure 7 : Corrélation entre la biomasse des adventices au 98^{ème} jour après application des herbicides et le rendement du soja.

3.2. DISCUSSION

Les résultats obtenus de cette étude de l'efficacité des différentes doses de SELEKAM-soya et notamment des corrélations établies entre les facteurs adventices et rendement au 14^{ème} jour et 98^{ème} jour après traitement reflètent la précocité de la nocivité des adventices sur le soja. L'efficacité obtenue est en rapport avec les propriétés des différentes matières actives, les doses appliquées, le mode d'application, la période d'application ainsi que par la persistance d'action de ces molécules.

Durant tout le cycle de la plante, nous n'avons observé aucun cas de phytotoxicité dans les parcelles traitées que ce soit aux produits témoin ou testé. Comme mentionner plus haut, ces produits sont sélectifs du soja et cela suppose la présence de molécule (enzyme) qui lui confère des propriétés de résistance face à la molécule de la matière active. Cela peut être une action de détoxification de la matière active ou une inhibition du site d'action de celle-ci. Par contre, Gillespie et Nalewaja (2015) ont montré dans leur étude que fluazyfop-p-butyl (0,84Kg/ha) et haloxyfop (0,21 Kg/ha) étaient phytotoxiques sur l'avoine et à des taux beaucoup plus élevés c'est-à-dire à 0,1 à 0,3 kg de matière active/ha pour le maïs. Ce qui n'a pas été le cas dans la présente étude ou aucun cas de phytotoxicité n'a été décelé. Ceci traduit le fait que le soja a une capacité de détoxification plus élevée que l'avoine et le maïs.

Sur les 10 familles d'adventices répertoriées, seulement 8 ont été présentes au 98^{ème} jour après traitement. Cela témoigne de l'effet de SELEKAM-soya sur la flore adventice du soja. En effet, la molécule de SELEKAM-soya (Fluazyfop-p-butyl) a eu un effet dépressif significatif sur l'abondance de la plupart des adventices par rapport au témoin non traité notamment *Setaria pallide-fusca* (Schumach.), *Rottboellia exaltata*, *Cleome viscosa*, *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et *Brachiaria lata* (Schumach.) Hubb., *Phyllanthus amarus*, *Beslicum annum* et *Tridax procumber*. Cela peut trouver son explication dans le fait que ces adventices appartiendraient au spectre d'efficacité de la molécule d'autant plus qu'ils sont pour la plupart des graminées (Merlier et Montegut, 1982 ; Terry, 1983.). SELEKAM-soya est un anti-graminée systémique qui agit sur les adventices présentent lors du traitement (ACTA, 2014). Faiblement absorbé par les racines, la molécule inhibe l'action de l'enzyme Accase (Acetyl-coenzyme A carboxylase) bloquant ainsi la synthèse des acides gras dans le chloroplaste et plus précisément au niveau des méristèmes. En 1985, des auteurs comme Derr *et al.* cités par Durkin (2014) ont également montré que le fluazyfop-p-butyle offrait un contrôle efficace de plusieurs Poaceae à des taux d'application comparables aux taux effectifs dans les applications post-émergentes (c'est-à-dire 0,035 kg de matière active par hectare).

A la dose de 0,75 l/ha, l'efficacité de SELEKAM-soya est presque comparable à celui de IKOKADIGNE. Il est à noter que IKOKADIGNE bien qu'ayant réduit la population d'adventices, son effet reste inférieur à celui des doses fortes de SELEKAM-soya. Par ailleurs, ces deux produits sembleraient être peu efficace quant au contrôle des Tilliaceae (*Corchorius oliotoruis*) et des malvaceae (*Sida acuta* et *Sida corymbosa*). L'inefficacité de ces produits sur ces adventices pourrait s'expliquer, soit à l'importance du stock semencier de ces dernières dans les parcelles leur conférant ainsi une levée échelonnée soit par la présence d'enzymes spécifiques capable de contrer le métabolisme de ces molécules dans la plante ce qui les rend résistantes. La résistance est une préoccupation commune avec de nombreux herbicides y compris le fluazifop-P-butyl. Comme il y'a une différence de sensibilité entre les différents groupes de plantes, le mécanisme de la résistance aux plantes impliquerait aussi des différences de métabolisme de l'enzyme Accase (Acetyl-coenzyme A carboxylase). En effet, Dianda (2016) dans son étude menée sur le niébé était arrivé à la conclusion que IKOKADIGNE est inefficace face aux Cypéraceae et Caesalpiniaceae. Cela pourrait aussi s'imputer à la perte de l'efficacité du produit vu que sa rémanence n'est que de un mois. Ce qui témoigne de l'apparition de nouvelles espèces de mauvaises herbes à la seconde identification. Bien que ces produits (SELEKAM-soya et IKOKADIGNE) aient été efficaces contre certains adventices, leurs efficacités restent cependant faibles face au sarclage manuel et ce du fait qu'un herbicide de pré levée n'ait pas été appliqué ce qui n'est pas le cas lors d'un sarclage manuel ou toutes les mauvaises herbes sont sarclées, justifiant le rendement élevé de celui-ci. Cette efficacité accrue pourrait résulter en partie au fait que le sarclage permet de limiter la concurrence des adventices vis-à-vis des cultures par élimination et exportation de celles-ci hors des traitements mais aussi à l'amélioration de la structure du sol. Ces conditions permettent à la culture de bonnes conditions de développements. Lorsque le sol est meuble, il permet aux racines de mieux s'enfoncer afin de pouvoir explorer les horizons profonds. Comme la dit Valantin-Morissosson et *al.* (2008), le désherbage mécanique (hersage, binage, houe rotative) sur des cultures annuelles comme le maïs, le colza, le tournesol peut interrompre le cycle de vie des adventices. Ils sont depuis longtemps employés en agriculture biologique en complément d'autres solutions agronomiques et cela a permis de caractériser la sélectivité et l'efficacité de ces outils mécaniques.

En plus de la lumière, de l'oxygène et la température, la plante pour se développer a besoin de puiser dans le sol les ressources nécessaires dont elle a besoin dont l'eau et les éléments nutritifs. Ces éléments pour être utilisables par la plante doivent être présents dans la solution du sol. De ces éléments notre étude a porté essentiellement sur le quatre éléments

majeurs que sont l'azote et son dérivé (le nitrate), le phosphore assimilable et le potassium disponible. Ces résultats illustrent de l'effet des différents traitements sur la teneur en ces derniers. La teneur du sol en ces différents éléments est indirectement liée à l'activité biologique du sol plus particulièrement à l'activité des microorganismes du sol elle-même influencée par la culture et les conditions du milieu.

En effet la dynamique de la teneur en ammonium a été en légère augmentation après la levée des plantes excepté le témoin non traité. Cela trouverait son explication dans la forte minéralisation de matière organique du sol couplée à la faible absorption des éléments minéraux par la plante. A ce stade, les plantes n'ont pas encore un système racinaire assez développé pour exploiter les ressources du sol. La faible activité des adventices a puis aussi diminué aussi leur utilisation. Du stade après levée à la maturation cette teneur est en baisse et cela peut être lié aux stades phénologiques de la culture. Ainsi l'absorption devient importante à partir de la croissance jusqu'à la floraison-fluctuation. C'est durant ce stade que la plante commence à croître et à initier de nouveaux organes expliquant ainsi une forte consommation d'azote. En effet, pendant la phase de croissance végétative, les feuilles et les racines en développement absorbent et assimilent le nitrate et l'ammonium et incorporent l'azote aux molécules carbonées pour former les acides aminés, précurseurs des protéines, et les acides nucléiques, support de l'information génétique (Morot-Gaudry et *al*, 2006). Mais cette consommation peut être aussi liée à la présence des adventices d'autant plus qu'ils sont en perpétuelle concurrence. Cependant à la maturation les teneurs aux doses de SELEKAM-soya 1,5 l/ha et Ikokadigné sont en hausse. Ceci pourrait se justifier soit par une forte minéralisation couplée à la faible utilisation des adventices, soit à l'influence d'un autre phénomène du milieu non prise en compte.

Quant aux nitrates, leur disponibilité et leur forte teneur sont liées non seulement à la quantité d'ammonium présent dans le sol et à l'activité des microorganismes du sol (bactéries nitrifiantes) mais aussi à l'azote organique du sol. Cependant leur faible teneur dans le sol est peut être dû à leur caractère mobile ce qui pourrait entraîner une perte par lixiviation en cas de pluviométrie abondantes. La baisse de la teneur à la maturation complète par rapport à la floraison s'expliquerai par l'augmentation du taux d'humidité du sol et de la réduction de la teneur en ammonium du sol sans oublier l'absorption par la culture et les adventices. L'absorption s'est avérée plus importante à la dose de SELEKAM-soya 2,5 l/ha.

Pour ce qui est des teneurs en phosphore assimilables, l'étude a révélé qu'après la levée les variations des teneurs en phosphore assimilables des parcelles traitées aux différents

produits ont été moins importantes. Néanmoins ils augmentent de ce stade jusqu'à la maturité complète. Au stade croissance, on note que le sarclage manuel, IKOKADIGNE et SELEKAM-soya 1,5 l/ha se font remarquer par une hausse brusque de leurs teneurs. Cela reste pareil pour SELEKAM-soya 2,5 l/ha à la floraison-fructification et IKOKADIGNE 0,9 l/ha à la maturation complète. Cette hausse s'expliquerait par une faible absorption des ions phosphates par les plantes et au caractère même de ces ions. En effet, lorsque le sol est saturé d'eau, le phosphore se trouverait lié à la présence des ions alumines ou ferreux le rendant inaccessible aux plantes ce qui est propre aux sols tropicaux ferrugineux telle celui de notre site d'étude (Pallo et Thiombiano, 1989).

Par rapport au potassium disponible, la teneur des parcelles traitées est moyennement supérieure (75,54 mg/Kg) à celle du sarclage manuel elle-même inférieure au témoin non traité à la levée. Cependant les teneurs observées aux traitements herbicides ont légèrement baissé jusqu'à la maturation au même titre que le sarclage manuel excepter le traitement témoin à la maturation. Les faibles teneurs observées pourraient s'expliquer par une bonne absorption de cet élément par la culture et les adventices présents. Si les faibles teneurs de ces éléments minéraux laissent penser à une assimilation de ceux-ci par les plantes ou les adventices, il n'en demeure pas moins vrai que cette situation soit influencée par d'autres phénomènes tels que le lessivage, la lixiviation, la fixation au complexe absorbant.

L'ensemble de ces facteurs ont permis d'obtenir des surplus importants tant en nombre qu'en poids de gousses entraînant ainsi une augmentation du rendement de 196,45 % ; 12,12 % ; 12,35 % et 04,99 % par rapport au témoin non traité respectivement pour le sarclage manuel, SELEKAM-soya 2,5 l/ha, 1,5 l/ha et 0,75 l/ha. Des résultats similaires ont été obtenus par Kundu et *al.* (2011). Cependant ces résultats restent nettement inférieurs à ceux mentionnés pour la même variété G197 par le MARHASA-JICA (2015) excepter le sarclage manuel.

CONCLUSION

Le soja représente une source d'alimentation à la fois pour l'homme et pour les animaux en même temps qu'il recèle de nombreux avantages pour la terre qu'elle nourrit et entretient. Quand bien même son introduction au Burkina-Faso remonte aux années 1970, l'expérience des agriculteurs est encore très faible dans ce domaine. Ce travail de recherche s'inscrit dans une problématique portant sur l'utilisation des herbicides. L'objectif global de cette étude était de contribuer à l'amélioration de la productivité du soja tout en préservant l'environnement.

A l'issue de l'étude, il ressort qu'aucune de ses doses n'a provoqué de phytotoxicité sur les plantes de soja. A des doses de 1,5 et 2,5 l/ha, SELEKAM-soya a permis de réduire de façon considérable le nombre d'adventices ainsi que leur biomasse sèche comparativement aux parcelles témoins. La molécule agit efficacement sur les adventices tels que *Setaria pallide-fusca* (Schumach.), *Rottboellia exaltata* L. f., *Cleome viscosa* L., *Brachiaria deflexa* (Schumach.) Hubb. et *Brachiaria lata* (Schumach.) Hubb., *Phyllanthus amarus* Schum et Thonn, et *Basilicum Annum*. Néanmoins il faut noter que ces différentes doses de SELEKAM-soya n'ont pas pu maîtriser efficacement certaines adventices. Il s'agit surtout des espèces de la famille des Tilliaceae (*Corchorius oliotoruis*) et des Malvaceae (*Sida acuta* Burm. f., *Sida corymbosa* et *Sida rhombifolia* L.). Aux différents stades phénologiques du soja, les différentes doses de SELEKAM-soya n'ont pas inhibé l'évolution des teneurs en azote ammoniacale, en nitrate, en phosphore assimilable et en potassium disponible du sol. Cette évolution se caractérise surtout par une diminution importante, au stade floraison-fructification, de ces éléments. L'efficacité de SELEKAM-soya a généré des surplus de rendements de 159,26 Kg/ha et 162,20 Kg/ha respectivement pour les doses de 1,5 et 2,5 l/ha par rapport au témoin non traité. Au regard des limites et des résultats obtenus, nous suggérons :

- la poursuite d'une étude de l'effet de SELEKAM-soya sur les propriétés biologiques du sol ;
- une évaluation de la rentabilité économique de l'utilisation de SELEKAM-soya ;
- la poursuite de l'étude sur la sélectivité et la pré-vulgarisation de SELEKAM-soya à la dose de 1,5 l/ha pour une homologation au Comité Sahélien de Pesticides (C.S.P) ;
- la nécessité d'associer SELEKAM-soya à des herbicides compatibles récents de pré levée afin de lutter contre certaines mauvaises herbes résistantes.

BIBLIOGRAPHIE

- ACTA, 2006.** Index phytosanitaire ; 42^{ème} édition, Paris, France, 824 p.
- ACTA, 2014.** Index phytosanitaire ; 50^{ème} édition, Paris, France, 956 p.
- AFPP, 2011.** Répertoire terminologique en protection des plantes. 6^{ème} édition, commission des essais biologiques, France, 104 p.
- AFPP-CEB, 2015.** Liste des méthodes publiées par la commission des essais biologiques, France 36 p.
- Akobundu I. O., Agyakwa C. W., 1989.** Guides des adventices de l'Afrique de l'ouest. ISBN : 978-131-036-7. 524 p.
- APME 2A, 2009.** Etude sur la filière soja au Burkina Faso, Rapport final. Ouagadougou, Burkina Faso, 62 p.
- Artigot M. P., 2012.** Etude du déterminisme génétique des différences de teneurs et de profils en isoflavones dans la graine de soja (*Glycine max* L. Merrill). Thèse de doctorat /Discipline : Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition. Institut national polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), Université de Toulouse, France, 218 p.
- Bado B.V., 2002.** Rôle des légumineuse sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéennes et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Département des sols et de génie agro-alimentaire. l'Université Laval, Québec, Canada, 197 p.
- Bandaogo A. A., 2010.** Effet de différentes sources d'azote sur la réponse de quatre variétés de riz à l'azote à la Vallée du Kou au Burkina Faso. Mémoire de DEA . Option: Système de Production Végétale/Spécialité: Science du sol. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 73 p.
- BNDA, 2015.** Fiche technique du soja. version 1.0. Bamako, Mali, 3p.
- BUNASOLS, 1987.** Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, eaux et plantes. Documentations techniques N° 3. 158 p.
- CIRAD-GRET, 2002.** Memento de l'agronome. Editions du GRET, éditions du CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères. ISBN : 2- 86844 - 129 -7. 198 p.

Delos M., 2009. La protection des cultures durables, une vraie nécessité mais de nombreux paradoxes. Revue agronomie – environnement ; ocl vol. 16 N° 3 mai - juin 2009. Pp 149 - 155.

Dianda W. M., 2016. Etude de l'efficacité et de la sélectivité du VEZIR 240 SL (Imazéthapyr 240g/l) contre les adventices du niébé et ses effets sur les propriétés agrochimiques du sol. Mémoire de fin de cycle. Option : Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 80 p.

Dibloni S. B., 2016. Etude comparée de l'efficacité biologique de la sarclouse-buteuse (SBK2) à celle de RISTAR (Oxadiazon 250 g/l EC) sur les adventices du riz pluvial et leurs effets sur les propriétés agrochimiques du sol. Mémoire d'ingénieur du développement rural Option : Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 100 p.

Djimadoum M., 1993. Adventices des cultures dans la region de Bondoukuy : étude de la flore, de l'écologie et de la nuisibilité . Mémoire d'ingénieur du développement rural, option : Agronomie. Institut du développement rural, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 122 p.

Durkin R. P., 2014. Scoping/Screening Level Risk Assessment on Fluazifop-P-butyl. Syracuse Environmental Research Associates. Final report. New York. SERA TR-056-07-02a, 293 p.

FAO, 1999. Guide pour une gestion efficace de la nutrition des plantes. Division de la mise en valeur des terres et des eaux, Organisation des nation unis pour l'alimentation et l'agriculture, Italie, Rome, 30 p.

Gillespie R. G., Nalewaja D. J., 2015. Postemergence Grass Control Herbicides Applied to the Soil. Weed Science Society of America and Allen Press. Vol 34, No. 6 (Nov., 1986), pp. 942-947.

Gue E., 2001. Influence du régime hydrique sur la nutrition minérale et les composantes de rendement du riz irrigué à la Vallée du Kou, dans l'Ouest du Burkina-Faso. Mémoire d'ingénieur du développement rural Option: Agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 106 p.

Hellali R., 2002. Rôle du potassium dans la physiologie de la plante . Atelier sur la gestion de la fertilisation, acquis et perspectives de la recherche. Institut National Agronomique de Tunisie, Tunis, 7 p.

ITAB/ CETIOM, 2011. Guide de culture du soja bio, Edition : CETIOM, Centre de Grignon; ISBN : 978-2-908645-72-9, 24 p.

Kambou G., 2009. Activité herbicide du Maïa 75 WG (Nicosulfuron 75 g/Kg) sur les adventices du maïs en saison pluvieuse. Rapport de campagne pluvieuse 2008. INERA, Burkina faso, 19 p.

Kambou G., 2011. Activité herbicide du HEAT (700 g/l) associé au ROUNDUP sur les adventices du maïs. Projet BASF, CNRST/INERA, Burkina Faso, 34 p.

Kimou A., 1984. Influence de l'azote combiné et du recyclage de l'hydrogène sur l'activité et l'efficacité relative dans la symbiose « Glycine max Rhizobium japonicum ». Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur-ingenieur en Agronomie, Option: Physiologie de la nutrition des végétaux. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, France, 147 p.

Kundu R., Brahmachari K., Bera P. S., Kundu C. K., Roychoudhury S., 2011. Bioefficacy of imazethapyr on the predominant weeds in soybean. Journal of Crop and Weed 7(2): 173-178.

Labalette F., 2015. Le soja, leader mondial des sources riches en protéines végétales. Rencontres Techniques Régionales (RTR) du 19 février 2015 à Chalon sur Saône, 12 p.

Laurent X., 2011a. La culture familiale du Soja en zones tropicales. Expérience et pratique au Cameroun (Nord et Sud), document 11 a – bamisagora.org, 13 p.

Laurent X., 2011b. Le soja ... Pourquoi ? Comment ? Document 11 a. Formation BAMiSA. Thiès, Sénégal. Projet Bamisa, 3p.

Likov A. M., 1985. Manuel pratique de malherbologie à base de pedologie. Moscou, URSS. Agropromizdat. 207 p.

MAAH, 2016. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2015/2016. Burkina-Faso, 78 p.

MAAP-NB , 2014. Guide de lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Révisé 2014 Agriculture, Aquaculture et Pêches, Canada, 29 p.

MAHRH/DPSAA, 2011. Résultats définitifs de l'Enquête Permanente Agricole (EPA) de la campagne agricole 2009/2010, Ouagadougou, Burkina Faso, 104 p.

MARHASA/JICA, 2015. Projet d'Appui à l'élaboration d'un schéma directeur pour la Promotion d'une Agriculture Orientée vers le Marché au Burkina Faso (PAPAOM). Produits agricoles du Burkina Faso : Mangue, oignon, soja et fraise. Projet MARHASA/JICA, 2013-2015, rapport final plus annexe, 180 p.

Merlier H., Montegut J., 1982. Adventices tropicales. Flore aux stades plantule et adulte de 123 espèces africaines ou pantropicales. Ministère des Relations extérieures - Coopération et de Développement, République Française. ISBN 2-11-084491-4, 491 p.

Morot-Gaudry J. F., Orsel M., Diaz C., Daniel-Vedele F., Masclaux-Daubresse C., 2006. Absorption et assimilation du nitrate et recyclage de l'azote organique chez les plantes : intérêt pour le colza. OCL, VOL. 13 N°6 Novembre-Décembre. Pp 393- 402.

MPAE, 2016. Le soja. Anosy-Antananarivo, Madagascar, 4 p.

MRJC-PADYP, 2013. Fiche technique de la culture du soja . Cotonou, Benin, 5p.

Pallo F.J.P.; Thiombiano L., 1989. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions du Burkina Faso : caractéristiques et contraintes pour l'utilisation agricole. BUNASOLS, Ouagadougou. Burkina Faso 327 p.

Ramarson, 2002. Etude de faisabilité technico-économique du Soyourt ou lait de soja fermenté. Mémoire d'ingénieur en Agronomie option IAA, ESSA, Ankatso/ Antananarivo, Madagascar, 68 p.

Rienke N., Joke N., 2005. La culture du soja et d'autres légumineuses. CTA, Série Agrodok No. 10, AGROMISA, ISBN 90-8573-012-0. Fondation Agromisa, seconde édition, Wageningen, Pays-Bas, 76 p.

Terry P. J., 1983. Quelques adventices banals des cultures de l'Afrique occidentale et la lutte contre celles-ci. IncataPress. Melbourne, Australia, 132 p.

Tessier M., 2005. Quelques notions de fertilisation, Canada, Quebec, 52 p.

Traore F., 2007. Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration réelle à l'échelle du bassin versant du Kou au Burkina Faso. Mémoire de DEA en sciences et gestion de l'environnement. Faculté des sciences, Université de Liège (UL), 133 p.

UNIFA , 2005. Parlons fertilisation. Les principaux éléments fertilisants. Edition 2005. Paris, France, 6 p.

Valantin-Moriosson M., Guichard L., Jeuffroy M. H., 2008. Comment maîtriser la flore adventice des grandes cultures à travers des éléments de l'itinéraire technique. Innovations agronomiques, 3 : 27- 41.

Vilistky. L. N., 1989. Technologie d'emploi des herbicides. L. Agropromizdat. 176 p.

Wellens J., Compaore N. F., 2003.Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation. Rapport Annuel No 1 : Décembre 2001 - Novembre 2002, Burkina Faso, 131 p.

Zongo A. S., 2013. Analyse de l'impact socio-économique de l'Entreprise de Services et Organisation des Producteurs (ESOP) de Léo sur les producteurs de soja de la province de la Sissili. Mémoire de master professionnel en innovation et en développement rural. Unité de Formation et de Recherche en Sciences Humaines (UFR/SH)/ Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 106 p.

Zoumbiesse T., 1982. Contribution à l'étude morpho-génétique de la chute des organes fructifères chez le soja (*Glycine max (L) Merrill*) cultivé au champ et en conditions contrôlées. Thèse de Doctorat de 3^e cycle. Spécialité : Biologie et Physiologie Végétales. Université de Clermont II, France, 177 p.

WEBOGRAPHIE

AGRA-OST., 2006. Définitions et classification des herbicides, campagne 2006, 5p. (http://www.glea.net/AGRAOST/doc/Herbicides_genealites_2006_Fpdf.pdf) Consulté le 15-12-2015.

CIRAD, 2000. Les herbicides (<http://agroecologie.cirad.fr>) consulté le 31/12/2016

CIRAD, 2001. Malherbologie Tropicale (<http://malherbologie.cirad.fr/fr/généralités/indexe-généralités.php?généralités.html>) consulté le 22/01/2017.

FAO, 2012. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor> consulté le 29/09/16

<http://agro-planet.e-monsite.com/medias/files/fiche-10-technique-soja.pdf> consulté le 14/12/2016.

<http://www.mpae.mg/wp-content/uploads/2014/pdf/Soja.pdf> consulté le 5/01/2017.

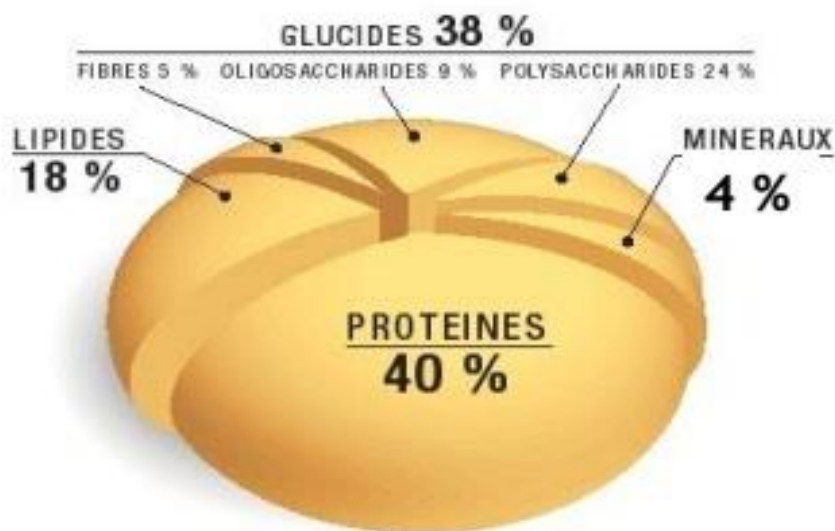
<http://www.terresinovia.fr/soja/cultiver-du-soja/desherbage/lutte-agronomique/dechaumage-labour-faux-semis/> consulté le 21/01/17.

<http://www.ungana.org/IMG/pdf/fichetechsoja04.pdf> consulté le 19/10/16.

https://www.agrifinfacility.org/sites/agrafinfacility.org/files/Agricultural%20Commodity%20Technical%20Cards%20from%20BNDA_Soja.pdf consulté 12/01/17 à 15 :30

ANNEXES

Annexe 1 : Composition de la graine de soja



Source : Labalette, 2015

Annexe 2 : Principales variétés de soja cultivées au Burkina-Faso

Variétés	G 121	G 196	G 197
Couleur de grain	Noir	Jaune	Jaune
Rendement (Tonne/ha)	2-3	2-3	2-3
Pluviométrie nécessaire (mm)	750-1000	750-1000	750-1000
Taux brute de protéines	34	37	35
Taux brute de matières grasses	18	18	23

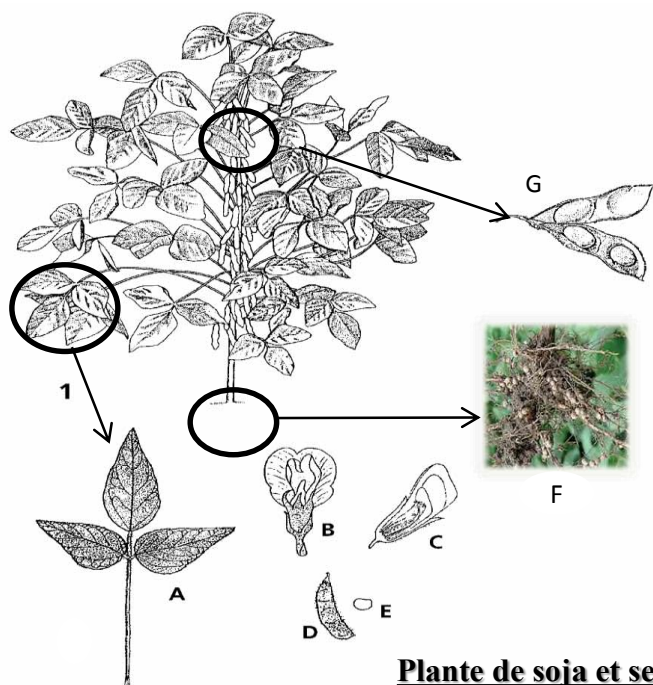
Source : MARHASA/JICA, 2015

Annexe 3 : Zone de production du soja au Burkina-Faso

Régions	Provinces	Potentialité
Centre-Ouest	BOULKIEMDE, SANGUIE, SISSILI, ZIRO	potentiel moyen
Centre-Sud	BAZEGA, NAHOURI, ZOUNDWEOGO	
Hauts-Bassins	HOUET, KENEDOUGOU, TUY	fort potentiel
Boucle du Mouhoun	BALE (LES), BANWA (LES), KOSSI MOUHOUN, NAYALA, SOUROU	
Cascades	COMOE, LERABA	
Centre-Est	BOULGOU, KOULPELGO, KOURITENGA	
Est	GNAGNA, GOURMA, KOMONDJARI, KOMPIENGA, TAPOA	
Sud-Ouest	BOUGOURIBA, IOBA, NOUMBIEL, PONI	

Source : MAHRH/DPSAA, 2011 ; MAAH, 2016

Annexe 4 : la plante de soja et ses composantes



Partie aérienne (1):

Feuille trifoliolée (A),

Fleur vue du dessous (B),

Fleur en coupe longitudinale (C)

Gousse (D)

Graine (E)

Racine portant des nodules (F)

Gousse avec graine (G)

Plante de soja et ses composantes

Annexe 5 : Les principaux stades du cycle végétatif du soja

Germination Levée	Phase végétative	floraison	Maturation
------------------------------	-----------------------------	------------------	-------------------



Germination	Emergence Des cotylédons	2 ^e feuille trifoliée	Début floraison	Premières gousses	Première gousse mure	Maturité
-------------	--------------------------------	-------------------------------------	--------------------	----------------------	----------------------------	----------

Source : ITAB/ CETIOM, 2011.

Annexe 6 : Fiche d'observation

ESSAI DE LUTTE CONTRE LES ADVENTICES DU SOJA

Campagne

Nom.....

Stade phénologique.....

Produit.....

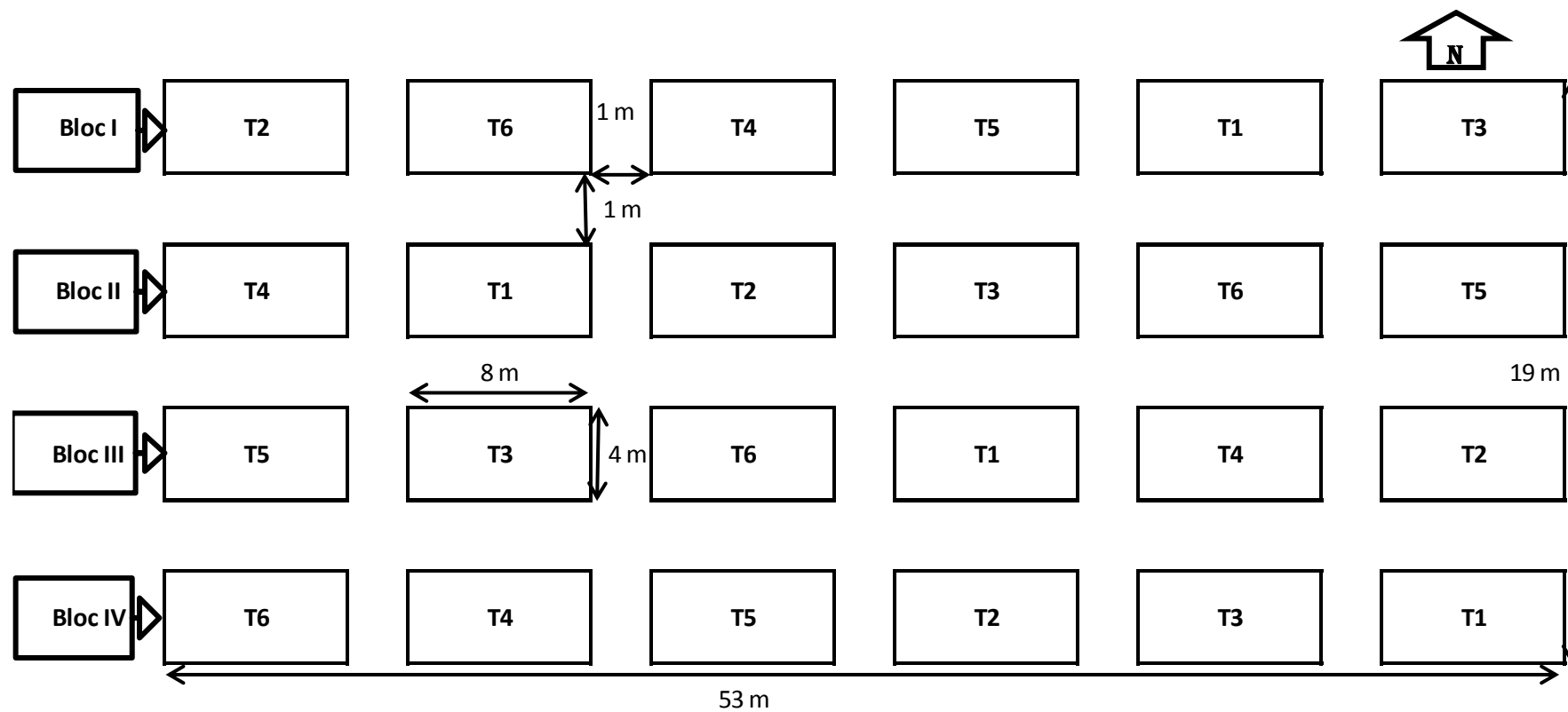
Date.....

Répétition.....

JAT.....

N°	Nombre d'adventices							
Traitements								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
..								
..								
Total								
moyenne								

Annexe 7 : Dispositif expérimental



<u>Traitements</u>		
T1 : Témoin non traité	T2 : Sarclage manuel	T3 : IKOKADIGNE 0,9 l/ha
T4 : SELEKAM-soya 0,75 l/ha	T5 : SELEKAM-Soya 1,5 l/ha	T6 : SELEKAM-soya 2,5 l/ha

Annexe 8 : Fiche technique de la variété G 197 de soja (Zongo, 2013)

- Origine : Burkina Faso
- Cycle : 90 à 100 jours
- Hauteur moyenne de la plante : 35 à 60 cm
- Rendement : 1000 à 1500 kg / ha en milieu paysan
- Couleur de la graine : jaune clair
- Résistance à la verse
- Nodulation favorisée par les variétés locales d'arachide, de coton
- Quantité de semences : 40 kg / ha, soit 20 kg pour 0,5 ha et 10 kg pour 0,25 ha
- Densité : 2 à 3 graines par poquet avec une profondeur du poquet de 3 à 5 cm
- Ecartement : 40 cm entre les billons ou les lignes et 20 cm entre les poquets.
(Selon la fertilité du sol, ces écartements peuvent être révisés à 60 / 30 pour permettre une bonne levée et un bon rendement)
- Type de sols : sols bien drainés, profonds, avec une bonne capacité de rétention d'eau. Eviter les sols sableux, argileux, les bas-fonds, caillouteux, latéritiques, et les parcelles à proximité des forêts.