

**BURKINA FASO**  
*Unité-Progrès-Justice*

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR, DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION  
(MESRSI)**

.....  
**UNIVERSITÉ POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO  
(UPB)**

.....  
**INSTITUT DU DÉVELOPPEMENT RURAL  
(IDR)**



**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

Présenté en vue de l'obtention du

**DIPLÔME D'INGÉNIEUR DU DÉVELOPPEMENT RURAL**

**Option : Agronomie**

**THEME :**

**Étude de l'efficacité et de la sélectivité de Imazéthapyr 240g/l contre les adventices du niébé (*Vigna unguiculata* (L.)) et ses effets sur les propriétés chimiques du sol.**

**Présenté par DIANDA Wendyam Maxime**

**Directeur de mémoire : Dr Bernard BACYE**

**Maître de stage : Dr Georges KAMBOU**

**Avril 2016**

**N° : .....- 2016/Agro**

## DEDICACE

Je dédie le présent travail à :

- ☛ *Mon père DIANDA Raymond qui, malgré les conditions difficiles a accepté de me laisser poursuivre les études et m'a soutenu par ses multiples encouragements.*
  
- ☛ *A ma mère ZIDA Rachelle qui a consenti tant d'efforts de soutien et de prière pour ma réussite scolaire et académique.*
  
- ☛ *A mes frères et sœurs pour tout le sacrifice consenti à mon égard.*
  
- ☛ *A tous les chercheurs qui œuvrent pour le développement agricole au Burkina Faso.*

## REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce document a été possible grâce à la contribution de nombreuses personnes à qui nous tenons à exprimer notre profonde gratitude. Nos remerciements vont en particulier:

- à la Direction de l'**IDR (Institut du Développement Rural)** et à l'ensemble du **corps professoral** qui déploient de grands efforts pour nous procurer une formation de qualité ;
- à la Direction de l'**INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles)** pour nous avoir accepté dans la structure et nous accordé un accueil durant notre stage;
- au programme de productivité agricole en Afrique de l'ouest (**WAAPP/PPAAO**) pour l'accompagnement financier, pour le bon déroulement des activités ;
- au **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, en nous confiant ce travail, pour sa disponibilité, son encadrement scientifique malgré ses multiples occupations. Son amour pour le travail bien fait nous a permis de bénéficier de son expérience et des efforts formulés pour la mise à notre disposition du matériel de travail;
- au **Dr Bernard BACYE**, enseignant chercheur à l'IDR, notre directeur de mémoire pour les critiques et les suggestions enrichissantes apportées au présent document;
- au Doctorant **Aboubacar OUATTARA**, pour ses multiples conseils et son assistance lors de nos travaux sur le terrain et lors de la rédaction du document ;
- aux techniciens de la section Eco-toxicologie du programme **CMFPT**, **M. Romain YARO**, **M. Arsène KAMBIRE**, **M. Abdoulaye OUEDRAOGO**, **M. Yvon OUATTARA** et à tout le personnel du programme **CMFPT** pour la considération et l'ambiance vécues au sein de ce programme;
- à mes promotionnaires **DIBLONI Bernard**, **TRAORE Check Zegué Mohamad**, **SANOU Issouf**, **KARAMBIRI Clément**, **YAMEOGO Florence**, **BARRO Mariam**, et tous les autres pour la bonne ambiance qui a toujours existé entre nous durant notre formation;
- à mes amis et frères **COMPAORE Luc**, **ELOLA Dieudonné**, **BAMOGO Hamed**, **DAMIBA Athanase**, pour tout leur soutien et accompagnement reçus durant ce stage;
- et à **tous ceux ou toutes celles** dont les noms n'ont pas été cités, qu'ils reçoivent l'expression de notre profonde reconnaissance. Que **Dieu** récompense chacun aux centuples de ses bienfaits!!!

<b>TABLE DES MATIERES</b>	<b>Pages</b>
<b>DEDICACE.....</b>	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>vii</b>
<b>SIGLES ET ABREVIATIONS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
1.1 GENERALITES SUR LE NIEBE.....	4
1.1.1 Usage et importance du niébé.....	4
1.1.2 Usage.....	6
1.1.3 Production du niébé au Burkina Faso.....	6
1.1.3.1 Système de culture.....	6
1.1.3.2 Evolution de la production et des superficies.....	6
1.1.4 Botanique.....	7
1.1.4.1 Description.....	7
1.1.4.2 Cycle du niébé.....	8
1.1.5 Écologie du niébé.....	8
1.1.5.1 Besoin en chaleur.....	8
1.1.5.2 Besoin en eau.....	9
1.1.5.3 Besoin en lumière.....	9
1.1.5.4 Exigences de la culture du niébé.....	9
1.1.6 Technique de culture.....	9
1.1.6.1 Préparation du sol.....	9
1.1.6.2 Semis.....	10
1.1.6.3 Entretien de la culture.....	10
1.1.6.4 Récolte.....	11
1.1.6.5 Contraintes liées à la culture du niébé.....	11
1.2 GENERALITES SUR LES ADVENTICES.....	12
1.2.1 Définitions.....	12
1.2.2 Influence des mauvaises herbes sur la culture du niébé.....	12
1.2.3 Identification et classification des adventices.....	12
1.2.4 Méthodes de lutte.....	13

1.2.4.1 Méthodes préventives.....	14
1.2.4.2 Méthodes de lutte curative .....	14
1.3 GENERALITES SUR LES HERBICIDES .....	16
1.3.1 Définitions .....	16
1.3.2 Composition et formulation des herbicides.....	16
1.3.2.1 Composition .....	16
1.3.2.2 Formulation .....	16
1.3.3 Classification des herbicides .....	17
1.3.4 Mode d'action des herbicides.....	18
1.3.5 Notion de dose, de toxicité et de sélectivité des herbicides .....	19
1.3.5.1 Dose.....	19
1.3.5.2 Toxicité des herbicides.....	19
1.3.5.3 Sélectivité des herbicides .....	20
1.4 GENERALITES SUR LES PROPRIETES AGROCHIMIQUES DU SOL .....	20
1.4.1 Azote .....	20
1.4.2 Phosphore .....	21
1.4.3 Potassium .....	21
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE .....</b>	<b>23</b>
2.1 Présentation du site d'étude.....	23
2.1.1 Situation géographique.....	23
2.1.2. Climat et la pluviométrie.....	23
2.1.3. Végétation .....	24
2.1.4. Sol.....	24
2.2. Matériels.....	25
2.2.1. Matériel végétal.....	25
2.2.2 Produits expérimentés .....	25
2.3 Méthode d'étude.....	26
2.3.1 Dispositif expérimental .....	26
2.3.2 Conduite de l'essai .....	27
2.3.2.1 Préparation du sol.....	27
2.3.2.2 Semis .....	27
2.3.2.3 Entretien de la culture .....	27
2.3.3 Paramètres étudiés.....	27
2.3.3.1 Sélectivité du VEZIR 240 SL sur le niébé .....	27
2.3.3.2 Influence du VEZIR 240 SL sur le nombre des adventices du niébé .....	27

2.3.3.3 Influence de VEZIR 240 SL sur la biomasse sèche des adventices du niébé .....	28
2.3.3.4 Influence du VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé .....	28
2.3.3.5 Influence du VEZIR 240 SL sur les propriétés chimiques du sol .....	28
2.3.4 Analyse statistique.....	29
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>31</b>
3.1 RESULTATS .....	31
3.1.1 Phytotoxicité du VEZIR 240 SL .....	31
3.1.2 Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la densité de population des adventices du niébé .....	31
3.1.3 Coefficients d'efficacité biologique de différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport au nombre des adventices. ....	34
3.1.4 Influence des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche des adventices .....	35
3.1.5 Coefficient d'efficacité biologique des différentes doses du VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices .....	38
3.1.6 Effets des différentes doses du VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé .....	39
3.1.7 Influence du VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) sur les propriétés chimiques du sol	42
3.1.7.1 Influence du VEZIR 240 SL sur la teneur en azote ammoniacal du sol .....	42
3.1.7.2 Influence du VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) sur la teneur en nitrate d'azote du sol .....	44
3.1.7.3 Influence du VEZIR 240 SL sur la teneur en phosphore assimilable .....	46
3.1.7.4 Influence du VEZIR 240 SL sur la teneur en potassium disponible du sol .....	47
3.1.8 Effets des différentes doses de VEZIR 240 SL sur les composantes du rendement et sur les rendements du niébé .....	49
3.1.9 Corrélations entre des différents facteurs étudiés.....	50
3.2 DISCUSSION .....	54
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>58</b>
<b>WEBOGRAPHIE.....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>I</b>

<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau I :</b> Composition chimique de la graine de niébé.....	4
<b>Tableau II :</b> La carte agrochimique du sol à 0-20cm de profondeur. ....	25
<b>Tableau III :</b> Caractéristiques des produits expérimentés (ACTA., 2009 ; 2014).....	25
<b>Tableau IV :</b> Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur le nombre de plants de niébé. ....	31
<b>Tableau V :</b> Influence du VEZIR 240 SL sur le nombre d'adventices (pied/m <sup>2</sup> ). ....	33
<b>Tableau VI :</b> Coefficients d'efficacité biologique des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport au nombre des adventices. ....	34
<b>Tableau VII :</b> Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices (g/m <sup>2</sup> ). ....	37
<b>Tableau VIII :</b> Coefficients d'efficacité biologique des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices.....	38
<b>Tableau IX :</b> Effets des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé au 60 <sup>ème</sup> JAT (pieds/m <sup>2</sup> ). ....	41
<b>Tableau X :</b> Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en azote ammoniacale du sol (mg/kg). ....	43
<b>Tableau XI :</b> Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en nitrate (mg/kg) du sol .....	44
<b>Tableau XII :</b> influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en phosphore assimilable (mg/kg) du sol .....	46
<b>Tableau XIII :</b> Influence des différentes doses de VEZIR sur la teneur en potassium disponible (mg/kg) du sol. ....	48
<b>Tableau XIV :</b> Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur les composantes du rendement et sur le rendement du niébé.....	50

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1:</b> Evolution de la production et des superficies .....	7
<b>Figure 2 :</b> Modes d'action des herbicides.....	18
<b>Figure 3 :</b> Localisation de la commune rurale de Bama.....	23
<b>Figure 4 :</b> Répartition mensuelle de la pluviométrie de Bama en 2015 . .....	24
<b>Figure 5:</b> Richesses spécifiques des adventices rencontrées au 60 <sup>ème</sup> jour après traitement. ..	42
<b>Figure 6 :</b> Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 7 <sup>ième</sup> jour après application des herbicides .....	51
<b>Figure 7 :</b> Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 7 <sup>ième</sup> jour après application des herbicides .....	51
<b>Figure 8 :</b> Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 30 <sup>ième</sup> jour après application des herbicides .....	52
<b>Figure 9 :</b> Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 30 <sup>ième</sup> jour après application des herbicides.....	52
<b>Figure 10 :</b> Corrélation entre le nombre de gousses et le rendement du niébé.....	53
<b>Figure 11 :</b> Corrélation entre le poids et le rendement du niébé. ....	53

<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1 :</b> Evolution de la production et des superficies .....	7
<b>Figure 2 :</b> Modes d'action des herbicides.....	18
<b>Figure 3 :</b> Localisation de la commune rurale de Bama .....	23
<b>Figure 4 :</b> Répartition mensuelle de la pluviométrie de Bama en 2015 . .....	24
<b>Figure 5 :</b> Richesses spécifiques des adventices rencontrées au 60 <sup>ème</sup> jour après traitement... 42	42
<b>Figure 6 :</b> Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 7 <sup>ème</sup> jour après application des herbicides .....	51
<b>Figure 7 :</b> Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 7 <sup>ème</sup> jour après application des herbicides .....	51
<b>Figure 8 :</b> Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 30 <sup>ème</sup> jour après application des herbicides.....	52
<b>Figure 9 :</b> Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 30 <sup>ème</sup> jour après application des herbicides.....	52
<b>Figure 10 :</b> Corrélation entre le nombre de gousses et le rendement du niébé.....	53
<b>Figure 11 :</b> Corrélation entre le poids et le rendement du niébé. ....	53

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ACTA** : Association de Coordination Technique et Agricole

**AFPP** : Association Française de Protection des Plantes

**BUNASOLS** : Bureau National des Sols

**CEB** : Commission des Essais Biologiques

**CIRAD** : Coopération Internationale en recherche Agronomique pour le Développement

**CMFPT** : Cultures Maraichères, Fruitières et Plantes à Tubercules

**CV** : Coefficient de Variation

**DDL** : Degré De Liberté

**DL50** : Dose Létale 50

**DRARHASA** : Direction Régionale de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire

**EC** : Concentrées Emulsionnables

**EPI** : Equipement de Protection Individuel

**ETM** : Ecart Type Moyen

**ETR** : Ecart Type Résiduel

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**IDR** : Institut du Développement Rural

**INERA** : Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

**JAT** : Jour Après Traitement

**NPK** : Azote, Phosphore, Potassium

**SC** : Suspension concentrée

**SL** : Solution concentrée

## RESUME

Au Burkina Faso, la production du niébé est confrontée à de nombreuses contraintes dont les effets négatifs des mauvaises herbes. L'efficacité et la sélectivité des différentes doses de VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240g/l) contre les mauvaises herbes (Gramineae, Dicotylédones) qui causent des dommages au niébé ont été étudiées sur la plaine irriguée de la vallée du Kou. Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé avec huit (08) traitements sur quatre (04) répétitions incluant un témoin non traité non sarclé, un témoin sarclé manuellement, un produit témoin IKOKADIGNE (Haloxypop-R-methyl), et cinq (05) doses de VEZIR (Imazethapyr). La phytotoxicité est évaluée par l'échelle de sélectivité de la commission des essais biologiques de l'union européenne. Le comptage des adventices et le pesage de leur biomasse sèche est effectués en utilisant un carré de 0,25 m<sup>2</sup> pour déterminer leur efficacité à partir de la formule de Vilitsky (1989). Les teneurs en nitrate d'azote, azote ammoniacale et en phosphore assimilable du sol ont été évaluées par un spectrophotomètre, celui du potassium disponible par un photomètre à flamme. Les différentes doses de VEZIR 240 SL ont réduit la densité de population des mauvaises herbes et de leur biomasse sèche. VEZIR 400 ml/ha et VEZIR 600 ml/ha sont plus efficaces avec des coefficients moyens d'efficacité qui varient de 33,19% à 55,61% selon le nombre d'adventice et de 55,7% à 67,13% selon la biomasse sèche au cours du développement du niébé. De plus, certaines mauvaises herbes comme *Paspalum scrobiculatum*, *Cynodon dactylon*, *melochia corchorifolia* ont été résistants à l'Imazethapyr. Les différentes doses de cet herbicide n'ont pas affectés la dynamique d'évolution des macroéléments du sol. Ces facteurs ont permis d'obtenir pour VEZIR 200 ml/ha, VEZIR 400 ml/ha et VEZIR 600 ml/ha, respectivement une augmentation du rendement de 75,14%, 136,90% et 148,75% en comparaison avec le témoin non traité.

Mots clés : Imazethapyr, adventice, propriété agrochimique, niébé, Burkina Faso

## ABSTRACT

In Burkina Faso, cowpea production confronted many constraints including the negative effect of weeds. The efficiency and selectivity of different rates of VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) against weeds (Gramineae, Dicotyledons) which causes by damages to cowpea, have been studied on the irrigated plan of kou valley. The experimental design was a bloc fisher with eight treatments in four replication including an untreated control, manual weeding, a control product, IKOKADIGNE (Haloxypol-R-methyl) and five rates of Imazethapyr. The phytotoxicity has been evaluated by the scale of European bioassays committee. Weeds counting and weighing their dry biomass have been done using 0, 25 m<sup>2</sup> quadrants to determine their biological efficiencies and with Vilitsky formula (1989). The soil nitrogen nitrate and assimilable phosphorus contents were evaluated on a spectrophotometer, those of available potassium on a flame photometer. The different rates of VEZIR 240 SL reduced weeds population density and their dry biomass. VEZIR 400 ml/ha and VEZIR 600 ml/ha were more efficient with average coefficients efficiencies which varied from 33,19% to 55, 61% according weeds number and from 55,76% to 67,13% according dry biomass during cowpea development. Besides, some of weeds as *Paspalum scrobiculatum*, *Cynodon dactylon*, *Melochia corchorifolia* were resistant's to Imazethapyr. The different rates of this herbicide didn't affect the dynamic evolution of soil macro element. These factors allowed VEZIR 200 ml/ha, 400 ml/ha, 600 ml/ha to get respectively a yield increase of 75,14%, 136,90% and 148,75% in comparison with untreated control.

Key words: Imazethapyr, weeds, agrochemicals properties, cowpea, Burkina Faso

## INTRODUCTION

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) est l'une des principales légumineuses mondiales (Pasquet et Boudin, 1997). Acclimaté à la chaleur et tolérant à la sécheresse, le niébé est la principale légumineuse cultivée au Sahel (Kaboré., 2013). La production mondiale de graine sèche de niébé était de 6.879.163 tonnes sur une superficie de 11.557.209 ha dont 9.534.016 ha en Afrique de l'Ouest et centrale (Faostat ,2010 ,2011).

Les principaux pays producteurs en Afrique sont le Nigeria, le Niger, le Mali, le Burkina Faso, le Sénégal et le Ghana (Cissé, 2002). Classé quatrième producteur mondial de niébé après les USA, le Nigeria et le Niger (Faostat, 2008), le Burkina a eu une production de 562.937 tonnes pour une superficie de 168.337 ha pour la campagne 2014-2015 avec un rendement moyen de 734 kg/ha contre 599.804 tonnes, 167.196 ha et 732 kg/ha pour la campagne 2013-2014 (DGESS/MARHASA, 2014). Les zones de production de niébé par excellence au Burkina Faso sont le nord suivi de la boucle du Mouhoun et du Centre nord (MARHASA, 2014).

Le niébé présente d'énormes potentialités agronomiques et alimentaires. Ainsi, ses racines sont le siège de réactions symbiotiques de bactéries du genre *Rhizobium* qui permettent la fixation biologique de l'azote atmosphérique. Ce qui assure dans une certaine mesure la couverture de ses propres besoins en azote et le reliquat profite aux cultures suivantes. Selon Bado (2002), un hectare de niébé peut apporter 50 à 115 kg d'azote dans le sol. En plus, de par sa croissance rapide, le niébé assure une couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion et contre l'envahissement des adventices.

Sur le plan alimentaire, le niébé constitue une source de protéines moins chère pour l'alimentation humaine et animale en milieu rural et urbain. De ce fait, l'augmentation de sa production constitue une priorité importante en raison du coût élevé des protéines animales (Tanzubil, 1991).

Malgré sa large adaptation et son importance, la productivité du niébé est généralement très faible à cause de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques (Ishikawa., *et al.*, 2013). Du stade plantule à la conservation des grains, le niébé est sujet à plusieurs ennemis (cryptogamiques et viraux). Parmi les contraintes biotiques, on peut citer les maladies, les insectes nuisibles et les mauvaises herbes qui constituent l'une des principales contraintes qui affectent la production alimentaire particulièrement celle des pays en voie de développement. Les adventices interviennent dès les premiers stades de la croissance de la plante en établissant une compétition ou un parasitisme avec celle-ci (Nebié, 1992 ; Dugje *et al.*, 2009). A cet effet,

les baisses de rendement occasionnées peuvent atteindre 50% à 80% lorsqu'il n'y a pas eu de contrôle (Ward *et al.*, 1981.). En plus de la baisse des rendements, la qualité des graines peuvent être affectée.

L'augmentation de la production du niébé pourrait donc passer par une bonne maîtrise de l'enherbement aux champs. Des méthodes de lutte telle que l'utilisation des faux hôtes, la rotation des cultures, la technique de paillage, le sarclage etc. sont certes, des méthodes ordinairement appliquées par les producteurs. Ce qui n'est pas toujours effective surtout avec l'émergence de nouveaux secteurs d'activité comme l'orpaillage. La seule alternative à court terme est la lutte chimique (Kambou, 2009), compte tenu des avantages qu'elle offre à savoir: son efficacité dans le contrôle des mauvaises herbes, la résolution du problème de la disponibilité de la main d'œuvre. Aussi, le gain de temps dans l'exécution des travaux, facilite l'organisation du calendrier cultural, puisqu'une application d'herbicide nécessite moins d'une journée par hectare (CIRAD-CA, 2000).

Cependant, si les herbicides peuvent contribuer efficacement à réduire l'impact des mauvaises herbes, leurs utilisations ne sont guère sans dangers. Le développement de la résistance des adventices suite à l'utilisation répétée des mêmes herbicides, les conséquences sur les compartiments de l'environnement notamment le sol peuvent entraîner une mise en cause de leur efficacité. Ainsi, il a été mentionné par Gundi *et al.* (2007), Gianfreda *et al.* (2008), Chi-chu lo. (2010) et Kalia *et al.* (2011) que les produits chimiques, les xénobiotiques peuvent stimuler ou réduire les microorganismes du sol responsables de la production de substances nutritives pour les cultures. Ils s'avèrent donc nécessaire d'évaluer l'efficacité des produits phytosanitaires et leurs effets sur le sol, même après avoir été mis sur le marché.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce présent mémoire dont le thème est : « **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 chimiques du sol** ».

L'objectif global de l'étude est de contribuer à l'accroissement de la production du niébé tout en préservant l'environnement à travers l'emploi du VEZIR dans la lutte contre les adventices du niébé. Plus spécifiquement il s'agit de:

- évaluer l'efficacité de l'herbicide en rapport avec les adventices du niébé ;
- évaluer la phytotoxicité du produit sur le niébé ;
- évaluer la dynamique d'évolution des propriétés agrochimiques du sol.

A cet effet, les hypothèses de recherche formulées sont:

- le VEZIR240 SL (Imazéthapyr 240g/l) n'est pas phytotoxique sur le niébé ;
- le VEZIR 240 SL entrave le développement des mauvaises herbes du niébé ;
- le VEZIR 240 SL n'influe pas sur les propriétés agrochimiques du sol.

Le présent mémoire fait la synthèse du travail réalisé et s'articule autour de trois (03) chapitres. Le premier est consacré à la synthèse bibliographique et présente les généralités sur le niébé, les adventices, les herbicides et les propriétés agrochimiques du sol. Le second décrit le matériel et les méthodes utilisés. Enfin, le troisième chapitre présente les résultats et la discussion.

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1.1 GENERALITES SUR LE NIEBE

#### 1.1.1 Usage et importance du niébé

Le niébé est l'une des légumineuses les plus importantes en Afrique tropicale, en témoignent les multiples usages de la plante mis au point par les populations et les diverses recettes variant d'un pays à l'autre.

#### Au plan alimentaire

Les feuilles, les gousses vertes et les graines de niébé servent à la préparation de divers mets aussi bien en milieu rural qu'urbain (Dabiré, 1992). Au Burkina Faso, le niébé (grains et feuilles) est utilisé dans la préparation de sauce, de couscous, de beignets, bouillie simplement à l'eau ou mélangé au riz, au spaghetti... (MA, 2002). Avec une valeur nutritive élevée et une richesse en protéines (22-24%), le niébé joue un rôle important dans l'équilibre nutritionnel des populations du Sahel dont l'alimentation est largement à base de céréales (Bal, 1992; Ouédraogo, 2000 ; Atachi *et al.*, 2002). Cet aliment précieux pourrait constituer un complément au régime alimentaire des populations qui n'ont que très rarement de la viande à leur disposition (Nebié, 1992). Le résultat de l'analyse chimique des graines de niébé est présenté dans le tableau I.

**Tableau I: Composition chimique de la graine de niébé**

Eléments constitutifs	Quantité
Eau	9,80%
Protéines	23,30%
Lipides	1,24%
Glucides	62,20%
Cellulose	3,30%
Matière minérale	3,01%
Vitamine B1	1,02 mg/100g
Vitamine B2	0,17 mg/100g
Vitamine B3	2,7mg/100g
Equivalent Vitamine A	35mg/100g
Lectines, Stéroïdes, et tripens	Traces

Source: Ouédraogo (1996)

Outre la qualité nutritionnelle du niébé au plan humain, les fanes peuvent être utilisées pour l'alimentation des animaux. Ces résidus de récoltes séchés constituent une réserve nutritive assez riche pour les animaux pendant la saison sèche. Leur valeur fourragère est estimée à 0,45 unité fourragère (UF) / kg et 100 à 200g de matière azotée digestive (MAD) / kg

(Mazzela-second *et al.*, 2002). L'augmentation de la production du niébé peut donc entraîner un meilleur élevage et par conséquent l'augmentation parallèle des protéines animales. Le niébé est donc une plante dont les qualités agronomiques sont indiscutables.

### **Au plan agronomique**

Le niébé n'est pas seulement une plante d'intérêt alimentaire. Il a aussi des vertus agronomiques. C'est une plante améliorante très utile dans les assolements. Elle améliore la teneur du sol en azote grâce à ses racines qui comportent des nodules renfermant des micro-organismes (bactéries du genre *Rhizobium*) capables de fixer l'azote atmosphérique ce qui contribue à restaurer la fertilité du sol (Muleba *et al.*, 1997 ; Adjei-nsiah *et al.*, 2006). Nutman (1971) a estimé que la quantité d'azote fixé annuellement varie entre 79 kg et 240 kg/ha. Les travaux de Bado (2002) ont montré qu'une culture pure de niébé peut fixer de 50 à 115 kg d'azote/ha; ce qui participe pour 52 à 56% à la satisfaction de ses propres besoins en azote. Il est donc appelé à jouer un rôle dans les systèmes d'assolement et de rotation de culture avec les céréales.

En association avec le sorgho ou le mil, le niébé contribue à lutter contre *Striga hermonthica* (Borget, 1989; Lawané *et al.*, 2009) par la réduction du stock de semences de *Striga* dans le sol. La couverture du sol par le niébé permet de garder une humidité constante au niveau du sol (Dabiré, 2001) et le protège contre l'érosion hydrique. Elle soustrait ainsi le sol de la dégradation causée par le vent, le soleil, et l'eau de pluie. Enfin, le niébé facilite l'intégration entre l'agriculture et l'élevage car les animaux nourris avec les fanes du niébé produisent un fumier de qualité pour la fertilisation des champs (Kaboré, 2004). Ces multiples atouts montrent donc l'importance du niébé au niveau économique.

### **Au plan économique**

Au Burkina Faso, le niébé est exporté (environ 50.000 à 100.000 tonnes / an) vers les pays côtiers tels que la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin. Le pays n'arrive pas à satisfaire cette forte demande estimée à 500.000 tonnes/an (Moné, 2008 ; Alene *et al.*, 2012). Au cours des cinq (05) dernières années, la contribution du niébé au PIB (Produit Intérieur Brut) est estimée entre 19 et 22 milliards de francs CFA en moyenne avec une forte valeur ajoutée de 18 à 21 milliards de francs CFA. Malgré cette contribution réduite, le niébé assure un rôle considérable dans l'économie agricole. Sa production précoce (par rapport aux céréales traditionnelles) permet à la majorité des ménages agricoles des principales régions de production de passer la période de soudure et d'acquérir des revenus monétaires pour satisfaire

des besoins de consommation courants. De plus, le commerce du fourrage du niébé permet une augmentation de 25 % du revenu annuel des paysans en Afrique occidentale et centrale (Quin, 1997 cité par Kaboré, 2013).

### **1.1.2 Usage**

Vu l'importance du niébé, son usage se fait de la manière suivante :

- les gousses, les feuilles et les graines vertes se consomment cuites ;
- les feuilles vertes constituent un fourrage pour le bétail ;
- la graine sèche moulue, donne une farine utilisable dans diverses préparations : Galette, beignets, couscous,...
- de plus, le niébé est utilisé dans le soin de plusieurs maladies. Ainsi les gousses vides permettent de guérir la goutte, le diabète, l'obésité etc; aussi les feuilles et les graines sont utilisées dans le soin des otites, des abcès, des panaris, des enflures (Nacoulma-Ouédraogo, 1996).

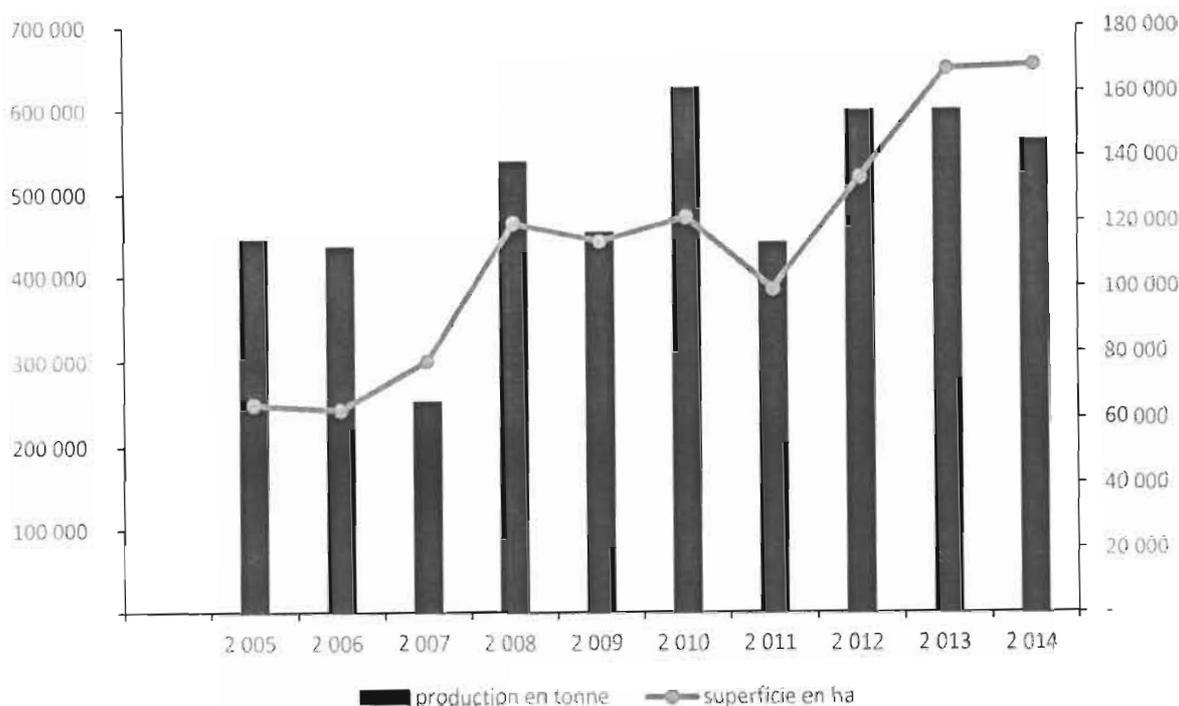
### **1.1.3 Production du niébé au Burkina Faso**

#### **1.1.3.1 Système de culture**

Au Burkina Faso, le niébé est produit dans toutes les régions en association avec les céréales (95%) et en culture pure (5%) (PAFASP, 2007). En terme de production, le niébé représente moins de 10% des quantités totales des principales cultures céréalières (sorgho, mil, maïs et riz) (MA, 2000). Les plus grandes zones de productions durant la campagne 2014-2015 sont observées dans les régions du plateau central, de la boucle du Mouhoun et du centre nord.

#### **1.1.3.2 Evolution de la production et des superficies**

Les données relatives à la production du niébé au Burkina Faso sont fournies par DGSS/MARHASA, 2014. Selon cette source la production du niébé a varié de 444.712 tonnes/an à 562.937 tonnes/an de 2005 à 2014 avec des baisses et des hausses. La production du niébé la plus élevée a été enregistrée au cours de l'année 2010. Les trois dernières années (2012, 2013, 2014) ont connu également une production atteignant 600.000 tonnes/an ce qui correspond à l'atteinte des objectifs du PSO (Plan Stratégique Opérationnel) en 1998 qui visait une croissance de 7% l'an d'ici à l'horizon 2010 pour relever les défis majeurs du développement du secteur agricole burkinabè. Les difficultés de commercialisation, de transformation, de l'inorganisation de la filière, le manque de formation et de professionnalisme sont entre autres les causes des baisses de la production d'une campagne à une autre d'autant plus que les superficies sont en plein accroissement.



**Figure 1: Evolution de la production et des superficies**

Source : Direction générale des statistiques sectoriels/DGSS/MARHASA, 2014

## 1.1.4 Botanique

### 1.1.4.1 Description

Selon la classification de Marechal *et al.* (1978), le niébé (*Vigna unguiculata*), originaire probablement d'Afrique (IITA, 1983), appartient à la classe des dicotylédones, à l'ordre des Fabales, famille des Fabaceae, tribu des Phaseoleae, au genre *Vigna* et à l'espèce *unguiculata*. Le niébé est une plante cultivée, très ancienne. Elle est facilement reconnaissable. Cependant les différents cultivars présentent des formes variables. Ainsi Les premières **feuilles** au nombre de deux sont simples. Les feuilles suivantes sont formées de trois folioles, vertes d'environ 10 à 12 cm de longueur, terminées chacune par une pointe. Elles possèdent des nervures bien visibles. Ces folioles s'insèrent sur un pétiole commun d'environ 12 m de longueur par l'intermédiaire de pétiolules de 3 à 4 mm de longueur. A la base de ces pétiolules se situent des stipules très courtes (Rachie *et al.*, 1976 cités par Nebié., 1992).

Généralement les **tiges** de niébé sont plus au moins longues suivant les variétés (érigées, intermédiaires ou prostrées). Elles ont une section polygonale et sont plus épaisses que celles du haricot commun. Elles ne sont pas ligneuses.

Quant au système **racinaire**, il est composé d'une racine principalement pivotante et des racines secondaires portant des nodosités fixatrices d'azote.

L'inflorescence est formée d'un pédoncule au bout duquel se trouve le rachis dont chaque nœud porte une paire de 5 fleurs et un bourrelet de nectaires extra floraux. La coloration des fleurs varie du blanc au violet. Le niébé est une plante autogame dont le fruit est une gousse allongée de 10 à 20 cm, et de couleur verte avec ou sans pigmentation avant maturité. Les gousses sont de forme carrée à oblique, aplaties latéralement et pouvant contenir jusqu'à 21 graines (Ngelekan, 2006). En fonction des cultivars, le niébé présente une très large gamme de colorations des graines.

#### **1.1.4.2 Cycle du niébé**

Le cycle végétatif du niébé comprend 4 phases (Ibrahim, 2005) qui peuvent être décrit comme suit :

**-Germination** : la germination est épigée. Les graines lèvent 4 à 8 jours après semis suivant la température. Un à deux jours après l'apparition des crosses (tigelles recourbées) les cotylédons sont sortis du sol, se sont ouverts et la première paire de feuille apparaît ;

**-Croissance** : trois à quatre jours après la levée, les cotylédons commencent à se faner. 5 à 6 jours après la levée, apparaît la première feuille trifoliolée et ainsi de suite. Au bout d'un mois le pied de niébé possède une dizaine de feuilles trifoliolées et atteint ainsi la hauteur maximale ;

**-Floraison** : elle débute trois à quatre semaines suivant les conditions climatiques. Les jeunes gousses mettent une douzaine de jours environ pour atteindre leur taille maximale ;

**-Maturation** : une fois la taille maximale est atteinte les graines se forment 15 à 20 jours. Il faut encore 20 à 30 jours pour que les graines soient mures. Ainsi le cycle végétatif complet du niébé peut varier de 70 à 150 jours suivant les variétés.

#### **1.1.5 Écologie du niébé**

##### **1.1.5.1 Besoin en chaleur**

La température a une grande influence sur le développement du niébé. C'est une plante des régions tropicales et subtropicales. Les températures optimales de sa culture varient entre 25 et 28°C et la température moyenne de germination se situe entre 15 et 30°C.

### **1.1.5.2 Besoin en eau**

Le niébé affiche une bonne performance dans les zones agro-écologiques où la pluviométrie est de 500 à 1200 mm/an. Cependant, grâce aux variétés précoces et extra-précoces, il peut pousser dans le Sahel où la pluviométrie est inférieure à 500 mm/an. Dans les zones forestières à forte pluviométrie et humidité constante, la production du niébé est difficile. L'excès d'humidité est nuisible car il favorise l'apparition de chloroses généralisées, de maladies cryptogamiques et la chute des fleurs.

### **1.1.5.3 Besoin en lumière**

Le niébé est une plante héliophile c'est-à-dire qui aime la lumière. Sa croissance est donc influencée par la lumière. Cultivée à l'ombre, son cycle s'allonge et son rendement est presque nul.

### **1.1.5.4 Exigences de la culture du niébé**

Il est très important de faire un choix judicieux du site de culture. Pour le niébé pluvial, il faut opter pour un sol sableux limoneux bien drainé. Le niébé ne tolère pas les sols trop humides ou engorgés et ne doit pas être cultivé sur des sols mal drainés.

Il est important également de choisir des variétés adaptées à la zone agro-écologique en tenant compte des conditions climatiques et des systèmes de cultures prédominants. Le choix de la variété se fonde sur le cycle cultural, le potentiel de rendement, la tolérance à la sécheresse, la réactivité à la longueur du jour et la résistance aux maladies et aux ravageurs.

L'établissement du champ de niébé nécessite un semis tardif afin d'éviter que le niébé n'arrive à maturité pendant la saison des pluies. Il faut cependant éviter les semis très tardifs afin de se prémunir du risque d'un arrêt prématuré des pluies. Cela implique une bonne prévision du début et de la durée de la saison pluvieuse et la connaissance du cycle de la variété mise en culture.

Avant le semis il est nécessaire de traiter les semences avec du benomyl 50%, carbendazim, captan ou thirame à la dose de 3g/kg (1 sachet) de semences, ou Apron plus à raison de 10 g/4-5kg de semence (1 sachet) ou Apron star 42 WS à la dose de 10g/8 kg de semences pour un sachet. Ainsi, ce traitement favorisera une bonne germination et protégera les plantules contre les attaques d'insectes et de champignons dès la levée (Dugje et *al.*, 2009).

## **1.1.6 Technique de culture**

### **1.1.6.1 Préparation du sol**

La préparation du sol passe par un nettoyage du site des arbustes et broussailles. De plus il est possible de pulvériser le champ avec du glyphosate (round up) à raison de 4 l/ ha pour

détruire les mauvaises herbes. Cette préparation peut aussi se faire manuellement à l'aide d'une houe africaine, à l'issue duquel on procède à un labour et un hersage de sorte à favoriser un bon développement des racines. Pour les zones à sols plus fragiles, on peut adopter le labour minimum ou le non labour (Dudje *et al*, 2009).

### **1.1.6.2 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. Ainsi un semis précoce empêche la floraison mais favorise une croissance végétative abondante. Par conséquent, le risque d'une baisse de rendement. Le niébé peut arriver à maturité pendant les pluies ce qui peut entraîner une pourriture des gousses. Par ailleurs un semis tardif peut entraîner le non accomplissement du cycle de la variété mise en culture.

**La profondeur.** Pour la plupart des variétés, une profondeur de 2,5 à 5 cm est optimale. Toute profondeur de plus de 5 cm retardera la levée qui ne sera pas uniforme. Les graines peuvent également pourrir. Trois graines par poquets peuvent être mis sous terre et démarriez à deux plants par poquet deux semaines après semis.

**Les écartements** varient en fonction du type de port de la plante et du mode de culture. En culture pure, pour les variétés à port érigé, l'écartement est de 50 cm entre les lignes et 20 cm sur les lignes. Pour les variétés semi-érigées, les écartements doivent être de 75 cm entre les lignes et 25 à 30 cm entre deux plants. Pour les variétés prostrées, l'écartement est de 75 cm entre les lignes et 50 cm sur les lignes ou 80 cm entre les lignes et 40 cm entre deux plants qui est l'espace adéquat. Dans le cas des cultures associées avec les céréales, le niébé doit être semé selon un écartement de 75 cm x 50 cm, à environ 4 à 6 semaines après le semis de la première culture (maïs, mil, sorgho).

### **1.1.6.3 Entretien de la culture**

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

En effet pour les apports de fertilisants, le niébé a besoin de plus de phosphore que d'azote sous forme de superphosphate environ 30 kg de P/ha. 150kg d'azote est nécessaire au démarrage pour un bon rendement lorsque le sol est pauvre en azote. 2,5 tonnes de fumure organique est nécessaire pour assurer le bon développement de la plante.

Quant au désherbage, il peut être manuel ou chimique. Le désherbage manuel est la méthode la plus couramment utilisée par les paysans dans la production du niébé. Un premier désherbage est effectué deux semaines après semis, une seconde, 4 à 5 semaines après semis. Le troisième

se fera au besoin en fonction de l'état d'enherbement du champ. Un seul sarclage est suffisant 4 à 5 semaines si le traitement herbicide est effectué au semis. Pour le désherbage chimique, le choix des herbicides est fonction des espèces d'adventices prédominantes et la disponibilité de ces produits. Il est conseillé d'appliquer un mélange de paraquat et de pendimethaline au bout de deux jours après semis pour combattre les adventices graminées et latifoliés et empêcher la germination des graines d'adventices. Tout herbicide déconseillé dans la culture du niébé conduit à la destruction de la culture lorsqu'il est utilisé.

L'adoption de rotation culturale, l'utilisation des semences saines, l'enrobage des semences avant semis, l'utilisation de variétés résistantes, le déracinement et l'enterrement des plants infectés et l'application des fongicides permet de faire face aux maladies en réduisant leurs actions. L'utilisation d'insecticides adéquats et conseillés est aussi importants dans la lutte contre les insectes et ravageurs tels que les pucerons, les trips, les méloïdés, les foreuses, les punaises suceuses des gousses après avoir effectué au minimum trois passages. Ces passages seront fonction du seuil de nuisibilité.

#### **1.1.6.4 Récolte**

La récolte se fait lorsque les gousses sont complètement mures et sèches. Pour les variétés précoces une seule récolte peut être suffisante. Cependant pour les variétés intermédiaires et prostrées 2 ou 3 récoltes peuvent être effectuées car les graines n'arrivent pas à maturité au même moment du faite de la floraison étalée. Le rendement est déterminé après battage des gousses de niébé, le vannage et le nettoyage des graines.

#### **1.1.6.5 Contraintes liées à la culture du niébé**

Outre les contraintes abiotiques, la production du niébé est en grande partie limitée par les contraintes biotiques. Au nombre de celles-ci figurent les maladies, les mauvaises herbes, et les insectes ravageurs.

**-Maladies du niébé :** Les maladies peuvent être d'origine bactérienne, virale ou fongique. Les principales maladies cryptogamiques sont la rhizoctoniose et la maladie des taches brunes dont les agents pathogènes sont respectivement *Corticum solani* et *Colletotrichum capsici*. La plus importante des maladies bactériennes est le chancre bactérien dont l'agent pathogène responsable est *Xanthomonas vignicola* (Sawadogo., 2004). Celui-ci occasionne une décoloration des feuilles, des gousses et quelquefois des tiges (Ouko et Buruchara, 1989 cités par Moné, 2008). Quant à la virose, elle se manifeste par l'apparition de mosaïque de marbrure ou de panachure sur les feuilles (Singh et Allen, 1979 cités par Moné, 2008). Le cowpea aphid

born mosaic (virus de la mosaïque du niébé) constitue la virose la plus redoutable au Burkina Faso ou elle entraîne d'énormes pertes de rendement.

## **1.2 GENERALITES SUR LES ADVENTICES**

L'action des mauvaises herbes est invisible: elles consomment l'eau et les éléments nutritifs du sol en concurrence avec les cultures. En Afrique, les pertes de production annuelles occasionnées par les mauvaises herbes sont estimées à 2,2 millions de tonnes et les pertes économiques annuelles sont évaluées à 1,5 milliard de dollars (Le Bourgeois *et al.*, 2010).

### **1.2.1 Définitions**

Le mot adventice vient du latin « adventicius » qui signifie étranger. Selon la définition de (AFPP-CEB 2011) et ACTA (2014) au niveau botanique, un adventice serait une « espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel il est accidentellement introduite et peut s'installer.» En agronomie, ce terme est synonyme de « mauvaise herbe » ainsi au niveau de la malherbologie, une mauvaise herbe est une plante herbacée ou ligneuse indésirable à l'endroit où elle se trouve (Le Bourgeois *et al.*, 2010). Pour les agriculteurs, c'est une plante qui pousse dans un endroit où l'on ne souhaite pas la voir se développer ou qui se développe dans ses cultures contre sa volonté (ACTA, 2014).

### **1.2.2 Influence des mauvaises herbes sur la culture du niébé**

Les mauvaises herbes ont une influence négative sur la culture du niébé et cela occasionne de nombreuses difficultés :

- Les mauvaises herbes peuvent avoir un effet négatif direct par compétition avec la culture vis-à-vis des éléments nécessaires à la croissance : eau, nutriments, lumière, espace de développement occasionnant les pertes de récolte. CIRAD-GRET (2002) ;
- La dépréciation des récoltes qui diminue la qualité nutritive et/ou commerciale des produits ;
- Le développement de certains ravageurs et de certaines maladies peut causer de pertes de rendements si des mesures de contrôle approprié ne sont pas mises en œuvre (Alghali, 1992).

### **1.2.3 Identification et classification des adventices**

La classification des mauvaises herbes est principalement faite suivant la morphologie et le cycle de vie. En effet, selon la morphologie on distingue des monocotylédones qui sont des végétaux à fleurs dont la plantule ne présente qu'un seul cotylédon sur l'embryon. La tige et la racine sont sauf exception dépourvus de cambium (ACTA, 2014). On les reconnaît également par la nervation parallèle des feuilles, un système racinaire généralement fasciculé.

des fleurs parfois groupées en inflorescence ramifiées. Ils comprennent notamment les graminées, les liliacées, les palmiers, les aracées, les orchidacées, les broméliacées, les musacées, et d'autres familles de plantes aquatiques telles les zostéracées, lemnacées etc. (Encyclopédie Larousse, 2010).

Contrairement au précédent, les dicotylédones quant à elles, ont comme caractéristique une plantule à deux cotylédons. Les feuilles ont des nervures réticulées. La fleur typique présente quatre verticilles et la racine est du type pivotant. La présence de cambium est observée au niveau des tiges. Les dicotylédones composent en grande partie les acanthacées, les amarantacées, les astéracées, les fabacées, les rubiacées, les solanacées etc... ([www.Dicotyledone.encyclopedieslibre](http://www.Dicotyledone.encyclopedieslibre)).

Selon le cycle de vie, on peut regrouper les mauvaises herbes en trois catégories à savoir les annuelles, les bisannuelles et les pluriannuelles.

**-Les espèces annuelles (thérophytes)** accomplissent leur cycle en une saison 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.

**-Les espèces bisannuelles (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.

**-Les espèces pluriannuelles (pérennes ou vivaces)** qui accomplissent leur cycle pendant au moins deux ans. Certaines se reproduisent par graines mais la plupart se multiplient au moyen d'organes végétatifs : stolons, rhizomes (*Imperata cylindrica* ou chiendent), tubercules et bulbes. <https://www.agrifreseau.net>

Selon ACTA (2002), les mauvaises herbes des grandes cultures sont à 85% des espèces annuelles et 15% pluriannuelles ou vivaces. Aussi, 95% des levées ont lieu dans les 5 premiers cm du sol.

#### 1.2.4 Méthodes de lutte

La présence des mauvaises herbes constitue une contrainte majeure à la production du niébé. Il est donc impératif de chercher à les maîtriser pour garantir une récolte de qualité et en quantité. A cet effet la méthode de lutte choisie dépendra de plusieurs facteurs, selon le type de mauvaise herbe, la culture, l'époque de traitement, l'endroit. Etc. Pour ce faire, plusieurs méthodes sont déployées à ce sujet.

#### 1.2.4.1 Méthodes préventives

Ce sont des méthodes auxquelles les agricultures ont recours avant la mise en place de la culture dans une optique de réduire une entrée, ou la baisse de la pression des mauvaises herbes sur la parcelle. Il s'agit entre autre du :

**-le labour.** Effectué pendant la préparation du sol il permet d'influencer la densité des mauvaises herbes vivaces et bisannuelles (Ontario, 2015), en détruisant les graines vers le fond, empêchant ainsi leurs germinations.

**-le faux semis.** Il s'agit de préparer le lit de semences puis d'attendre que les graines des mauvaises herbes germent pour les détruire superficiellement, mécaniquement, chimiquement avant le semis ou la plantation de la culture (Mazollier, 2014) ;

**-la rotation.** Le rôle de la rotation est primordial car la flore adventice présente dans la parcelle est étroitement liée au système de culture (Schaub, 2010). Cette technique consiste à alterner les cultures suivant le temps de production, le cycle de production et le type de cultures. Ainsi il est préférable de choisir pour les têtes de rotation des cultures à effets nettoyant laissant un sol propre (culture de couverture) ;

En plus des méthodes citées précédemment, d'autres méthodes telles le compostage de matière organique, les fauchages des adventices avant leur montée en graines, les paillages permettant de limiter le stock de semences et le développement des adventices (Laurence *et al.*, 2009).

#### 1.2.4.2 Méthodes de lutte curative

**-Le désherbage manuel :** C'est la méthode la plus couramment utilisée par les paysans et aussi contre les adventices du niébé en zone tropicale (Dugje *et al.*, 2009 ; Cirad-gret, 2002). Cette technique se heurte à des inconvénients tels, la disponibilité de la main d'œuvre, la pénibilité du travail, le coût des travaux, et les mauvais temps qui retardent souvent le désherbage (sol très humide, les intempéries ou que les adventices ont déjà une avance sur la culture).

**-Le sarclage mécanique :** Il consiste à une utilisation d'outils adaptés aux désherbages. Effectué en traction animale ou motorisée, le sarclage mécanique permet la suppression physique des mauvaises herbes soit par arrachage, sectionnement ou par recouvrement des parties aériennes. Selon Schaub (2010) le désherbage mécanique présente d'autres atouts agronomiques outre que la destruction des mauvaises herbes. Il s'agit du nivellement du sol, de la destruction de la croute de battance, de l'amélioration de la porosité du sol, de la limitation

des pertes en eau et du ruissellement, favorise la minéralisation de la matière organique (Ecophyto, 2013).

Toutefois, le sarclage mécanique présente souvent le risque d'érosion, l'efficacité limitée à l'interligne, le matériel spécifique est souvent coûteux (Debaeke, 1997).

L'agriculteur a donc souvent recours aux herbicides afin de finaliser l'éradication des adventices sur les parcelles, le temps que la culture soit suffisamment développée (Bossu, 2007).

**-La lutte chimique :** Cette technique se fait par épandage d'un herbicide. Appliquée selon les recommandations, les herbicides s'avèrent efficaces et sans danger dans la lutte contre les mauvaises herbes qui s'attaquent aux champs de niébé (Dugje *et al.*, 2009). Toutefois le choix des herbicides est fonction des espèces d'adventices prédominants et la disponibilité de ces produits. L'emploi des herbicides offre l'avantage de réduire la charge de travail consacré à la maîtrise des mauvaises herbes en facilitant l'organisation du calendrier cultural, puisqu'une application d'herbicide demande moins d'une journée par hectare. En outre, utilisés à temps, les herbicides suppriment la concurrence de l'enherbement notamment pendant la phase de l'installation de la culture (Cirad-Gret, 2002).

En dépit des avantages qu'offre l'utilisation des herbicides sur la gestion des adventices, un certain nombre de dangers peuvent être occasionnés. Il s'agit, entre autres :

-la pollution de l'environnement ;

-la toxicité pour les fabricants, les utilisateurs et les consommateurs ;

-risques d'abimer les cultures s'ils ne sont pas recommandés (Toé, 2005).

**-La lutte intégrée :** Selon la FAO et l' OILB, la lutte intégrée est définie comme étant la conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences écologiques, économiques et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérances. ([https://www. Lutte intégrée. encyclopédies libre](https://www.Lutte_intégrée_encyclopédies_libre))

Cette lutte repose sur le recours à un panel de méthode de contrôle des mauvaises herbes (biologiques, physiques, chimiques à cas exceptionnel, culturales et biotechniques) (Jaunard *et al.*, 2013). L'objectif recherché est la diminution des résidus de pesticides dans les fruits, maintenir les ravageurs à un seuil suivants la combinaison des différentes méthodes de lutte citées plus haut.

## 1.3 GENERALITES SUR LES HERBICIDES

### 1.3.1 Définitions

D'après Agra-ost (2006), un herbicide est un pesticide à usage agricole classé dans la catégorie des produits phytopharmaceutiques. Il s'agit de molécule de synthèse, ou non, dont l'activité sur le métabolisme des plantes entraîne leurs morts.

Pour le CIRAD (2000), les herbicides sont des matières actives ou des produits formulés ayant la propriété de tuer les végétaux.

Les herbicides sont les plus utilisés des pesticides en termes de quantité et de surfaces traitées et appartiennent à plus de 35 familles chimiques différentes (Margoum, 2003).

### 1.3.2 Composition et formulation des herbicides

#### 1.3.2.1 Composition

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

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

#### 1.3.2.2 Formulation

Quant à la formulation, elle correspond à la forme physique sous laquelle un produit phytopharmaceutique est mis à la disposition des utilisateurs (Marmotte, 2000 cité par Kouanda, 2014). Obtenu par mélange des matières actives et des formulants, les plus répandus sont les formulations solides (granulés solubles (SG)) ; les poudres mouillables (WG) et les formulations liquides (dilué dans l'eau) comprenant les concentrés solubles (SL), les concentrés émulsionnables (EC) et les suspensions concentrés (SC).

La formulation doit répondre à trois objectifs essentiels qui sont : assurer une efficacité optimale à la matière active, limiter les risques d'intoxication et rentabiliser la matière active (Webb 2007).

### 1.3.3 Classification des herbicides

Plusieurs classifications des herbicides existent et ce, suivant divers critères. Agra-ost, (2006) par exemple propose une classification basée sur le but poursuivi, le moment d'application, le mode de pénétration dans la plante, leur sélectivité et leur famille chimique. Quant au Cirad (2000) il se base plutôt sur la voie de pénétration et le mode d'action. Selon la classification d'Agra-ost (2006), on a :

#### ❖ pour le but poursuivi

-les herbicides totaux. Il s'agit d'une destruction de toutes les espèces présentes. Exemple: Round'up.

-les herbicides sélectifs. Leurs usages visent à détruire les adventices sans endommager la culture. Exemple : VEZIR 240 SL

#### ❖ pour le moment ou le mode d'application

On distingue des herbicides pour traitements préventifs qui regroupent les traitements de pré-semis ou pré-plantation, de pré-levée ou de post-semis (influençant la formation des graines d'adventices) et les herbicides résiduaux destinés à tenir le sol propre. A ce niveau, l'épandage est fait avant la levée des adventices. En plus des herbicides pour traitements préventifs, il y a des herbicides pour traitements curatifs qui se constituent généralement des herbicides de post-levée ou herbicides foliaires.

#### ❖ suivant la sélectivité

Les herbicides peuvent être classés en anti-dicotylédones, anti-graminées, défoliants pour le défeuillage avant la récolte, débroussaillants pour l'élimination des plantes ligneuses ou pour la dévitalisation des souches.

#### ❖ selon la famille chimique on a :

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

❖ **selon le mode de pénétration dans la plante on distingue :**

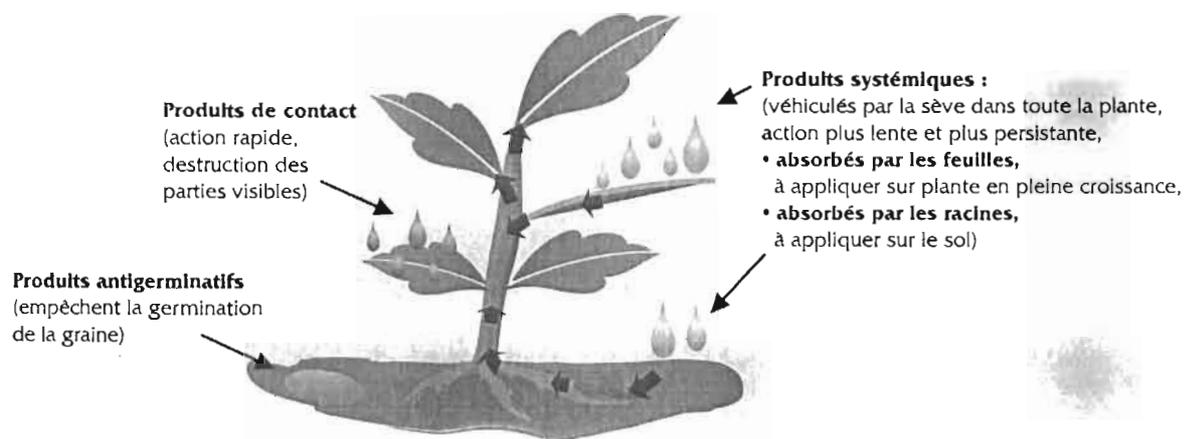
- les pénétrations dans les tissus méristématiques (herbicides résiduels aussi appelés herbicides de germination.)
- les pénétrations au niveau des racines (ce sont des herbicides systémiques ou herbicides radiculaires)
- les pénétrations au niveau des feuilles soit de contact (pénétrant ou Trans-laminaire) ou soit systémique de translocation (pénètre par la feuille puis est véhiculée dans la plante).

### 1.3.4 Mode d'action des herbicides

Les herbicides agissent sur différents processus de croissance et de développement des plantes (cirad, 2000). Ainsi deux grands types de mode d'action existent ; il s'agit de l'action avant la levée des adventices qui est préventif et celle après la levée (Agro-ost, 2006). Dans ce dernier cas, on distingue deux catégories :

- par contact dont l'action est limitée aux parties végétatives en agissant sur la photosynthèse, les membranes cellulaires, et la synthèse des pigments ou acides aminés etc... (Agro-ost, 2006).
- par action systémique dont le transport de l'herbicide est fait vers les organes aériens et souterrains non touchés par la pulvérisation ou l'influence peut être portée sur la perméabilité des parois cellulaires.

La connaissance du mode d'action des herbicides permet d'alterner des herbicides à modes d'action voisins pour limiter au mieux d'éventuelles résistances des adventices.



**Figure 2 : Modes d'action des herbicides**

Source : Guide ZNA-35-modes d'action herbicide DRIAF Ile de France 08.pdf

### **1.3.5 Notion de dose, de toxicité et de sélectivité des herbicides**

#### **1.3.5.1 Dose**

Une bonne performance des traitements phytosanitaires dépend du respect de la dose nécessaire. La dose est définie comme étant la quantité de matière active ou de préparation appliqués par unité de surface traitée (Memento, 2002 ; Marmotte, 2000 cités par Kouanda, 2014). La dose d'emploi du produit commercial s'exprime en l/ha pour les formulations liquides et en kg/ha ou g/ha pour les formulations solides. Quant à la dose d'emploi en matière active, elle s'exprime toujours en g/ha.

#### **1.3.5.2 Toxicité des herbicides**

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).

Selon Fournier (1988), la toxicité est une question de dose et d'utilisation rationnelle au bon moment, sur la bonne cible. D'une manière générale, les produits phytosanitaires peuvent développer une toxicité aiguë et une toxicité chronique sans aucune liaison entre elles (Scheiffers et mar, 2011). En effet la toxicité selon la définition du dictionnaire de l'environnement et du développement durable (Ouedraogo *et al.*, 1995). La toxicité chronique est l'effet nocif résultant des doses répétées d'une substance, ou d'expositions à celle-ci au cours d'une période relativement longue. Il s'agit principalement d'atteinte dermatologique, neurologique, hématopoïétique, cardiovasculaire, respiratoire et sexuelle.

Quant à la toxicité aiguë, elle exprime la dose du produit nécessaire pour engendrer une intoxication en une seule exposition. Le délai qui sépare l'exposition au produit et l'apparition des troubles est relativement court, de quelques heures à quelques jours. Ce sont surtout les irritations cutanées, les troubles digestifs, les maux de têtes etc...

Afin de mesurer la toxicité d'un contaminant les toxicologues ont proposé toute une série de quantificateurs, surtout utilisés pour prévenir les intoxications. Ces quantificateurs sont essentiellement la DL50 ou dose létale qui désigne la quantité de produit devant être ingérée pour provoquer la mort de la moitié des individus exposés, généralement au laboratoire testés sur une période d'observation donnée (de 24 h à 7 jours). C'est également un indicateur de référence de la toxicité aiguë. La CL50 qui désigne la quantité de produit devant être inhalé pour provoquer la mort de la moitié des individus exposés.

### 1.3.5.3 Sélectivité des herbicides

Les herbicides seront dits sélectifs lorsque, utilisé dans les conditions normales d'emploi, ils respectent la culture et permettent de lutter contre les mauvaises herbes (Cirad, 2000). On distingue à cet effet 4 types de sélectivité :

**-La 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 germent les graines de petites tailles des mauvaises herbes. Au contact du produit, elles subissent l'activité herbicide contrairement aux semences des cultures positionnées plus profondément et qui échappent ainsi à l'action de l'herbicide pendant la germination.

**-La 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 comme la canne à sucre.

**-La sélectivité anatomique :** concerne principalement les produits de post-levée. La pénétration par les feuilles peut être gênée par la présence de poils ou par l'épaisseur de la cuticule de l'épiderme. Aussi, le port des feuilles peut modifier l'adhérence de la pulvérisation. Les graminées, à port dressé et étroit, y retiennent moins que les dicotylédones.

**-La sélectivité physiologique :** obtenue par des différences de comportement physiologique entre les végétaux.

## 1.4 GENERALITES SUR LES PROPRIETES CHIMIQUES DU SOL

Pour se développer, les plantes prélèvent ces besoins dans le milieu qui les entoure (air, eau, sol). Parmi les 94 éléments que l'on retrouve sur la planète 18 éléments sont nécessaires aux végétaux. De ces 18 éléments trois (3) éléments (C, H, O) représentent 98% de la biomasse d'une plante et 6 autres dont trois (3) sont dits éléments majeurs (N, P, K) et 3, éléments secondaires (Ca, Mg, S) dont leur absorption est en quantité importante. Les neuf autres éléments des 18 sont appelés oligoéléments. Ces éléments nécessaires donc à leur croissance et leur développement sont puisés dans le sol par les végétaux et assimilés sous forme d'ions. <http://www.echange.tv>. [http://www.levalentin.free.fr/Cours/Agronomie/cours\\_agro/E](http://www.levalentin.free.fr/Cours/Agronomie/cours_agro/E). Chapitre 3 Chimie du sol. pdf

### 1.4.1 Azote

Pour la plupart des plantes l'azote est incontestablement l'élément nutritif le plus important. Elle agit sur la croissance, le développement, le rendement et la qualité du grain. Sa

carence induit à un rabougrissement des plantes et un jaunissement uniforme des feuilles. (Wopereis *et al.*, 2008).

Disponible pour les plantes sous formes de  $\text{NO}_3^-$  (Nitrate) et  $\text{NH}_4^+$  (Ammonium) ; l'azote est un élément très mobile, ce qui peut entraîner sa perte en profondeur dans le sol due au lessivage par les eaux de pluies ou par l'eau stagnante. Les fournitures d'azote particulières dans les parcelles cultivées peuvent être sous forme organique (fumiers, lisiers), de fixation symbiotique (via les légumineuses, cultures couvertes) et les apports d'engrais azotés (urée ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), ammonium, nitrate). [http://www.echange.tv/Le\\_valentin.free.fr/Cours/Agronomie/cours\\_agro/E.Chapitre\\_3\\_Chimie\\_du\\_sol.pdf](http://www.echange.tv/Le_valentin.free.fr/Cours/Agronomie/cours_agro/E.Chapitre_3_Chimie_du_sol.pdf)

### 1.4.2 Phosphore

Le phosphore est l'un des éléments majeurs qui joue un rôle important dans le processus physiologique de la plante. Il stimule l'enracinement, raccourcit la maturation et la reprise après un stress. Les symptômes de carences en phosphore se manifestent par des colorations verts foncées et violacées.

Disponible pour les plantes sous formes de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  et  $\text{HPO}_4^{2-}$ , le phosphore est peu mobile donc moins lessivable, et s'accumule le plus facilement dans le sol (Jacques *et al.*, 2005). Le phosphore n'a pas de forme gazeuse, il existe donc sous forme minérale ou organique. La forme combinée peut être avec le calcium (phosphate calcique) ou l'aluminium (phosphate d'alumine), le fer et le manganèse (Mn).

Le superphosphate de chaux, phosphate d'ammoniac, bi calcique, phosphate naturel sont, entre autres, des engrais phosphatés qui peuvent être apportés aux cultures.

### 1.4.3 Potassium

Le potassium n'est pas lié au carbone dans la matière organique. Il reste libre sous forme de  $\text{K}^+$  et est en grande partie libéré lors de la minéralisation. On le retrouve dans le sol sous 4 formes :

- En solution dans l'eau du sol ;
- Echangeable, absorbé à la surface du système d'échange ;
- Inclus entre les feuillets d'argiles ;
- Combiné (micas, feldspath).

C'est un élément très mobile dans la plante, dont il intervient dans l'osmose et l'équilibre ionique, dans l'augmentation de la résistance à la sécheresse, à la verse et à l'agression des maladies.

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 le bout des feuilles peuvent advenir si la carence persiste.

Les engrais potassiques sont, entre autres, le chlorure de potassium, le sulfate de potassium, et le nitrate de potassium.

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

### 2.1 Présentation du site d'étude

#### 2.1.1 Situation géographique

L'essai a été mené 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. La permanence de l'eau dans le Kou toute l'année permet de mettre en place des cultures pendant la saison sèche (WELLENS & COMPAORE, 2003 ; TRAORE, 2007). (Figure 3)

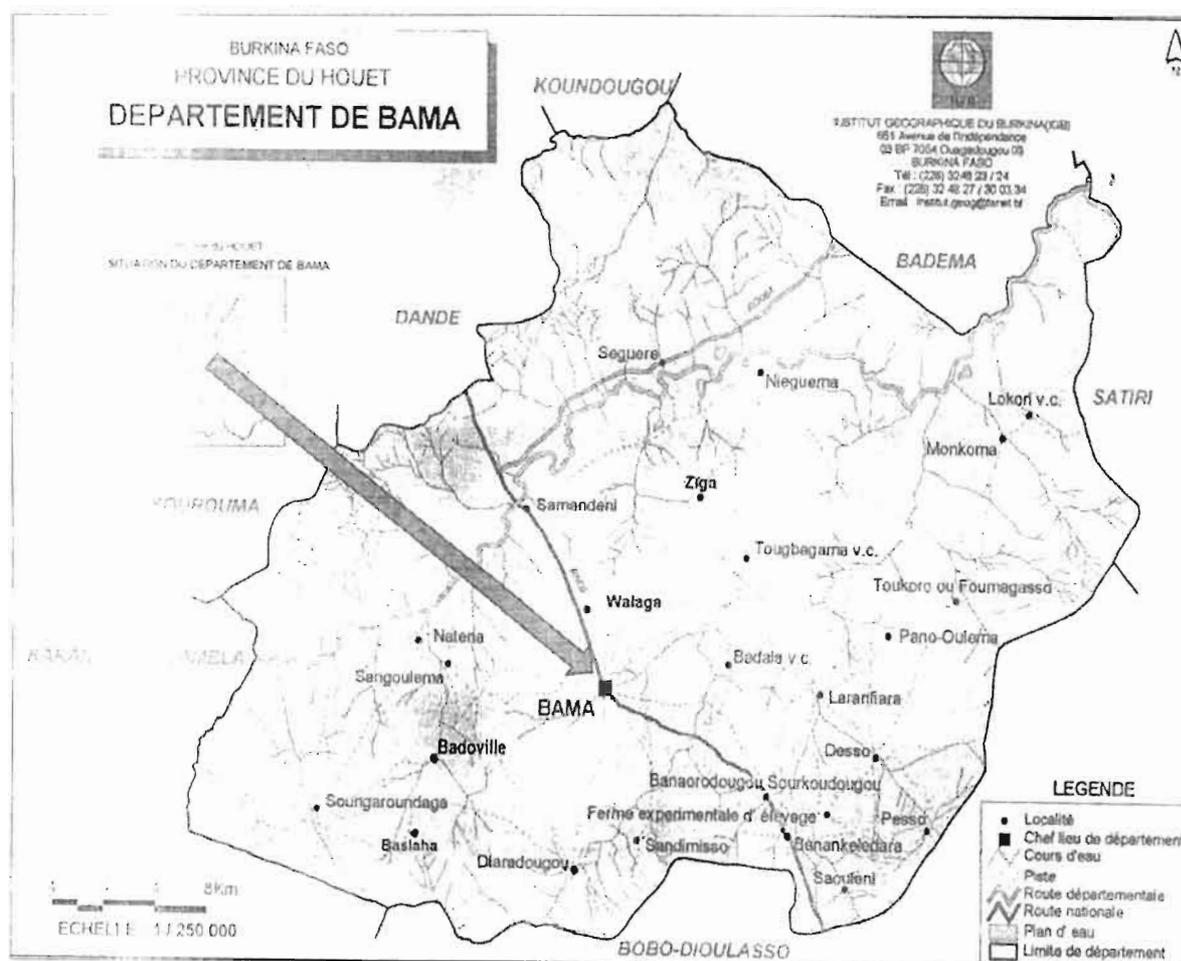
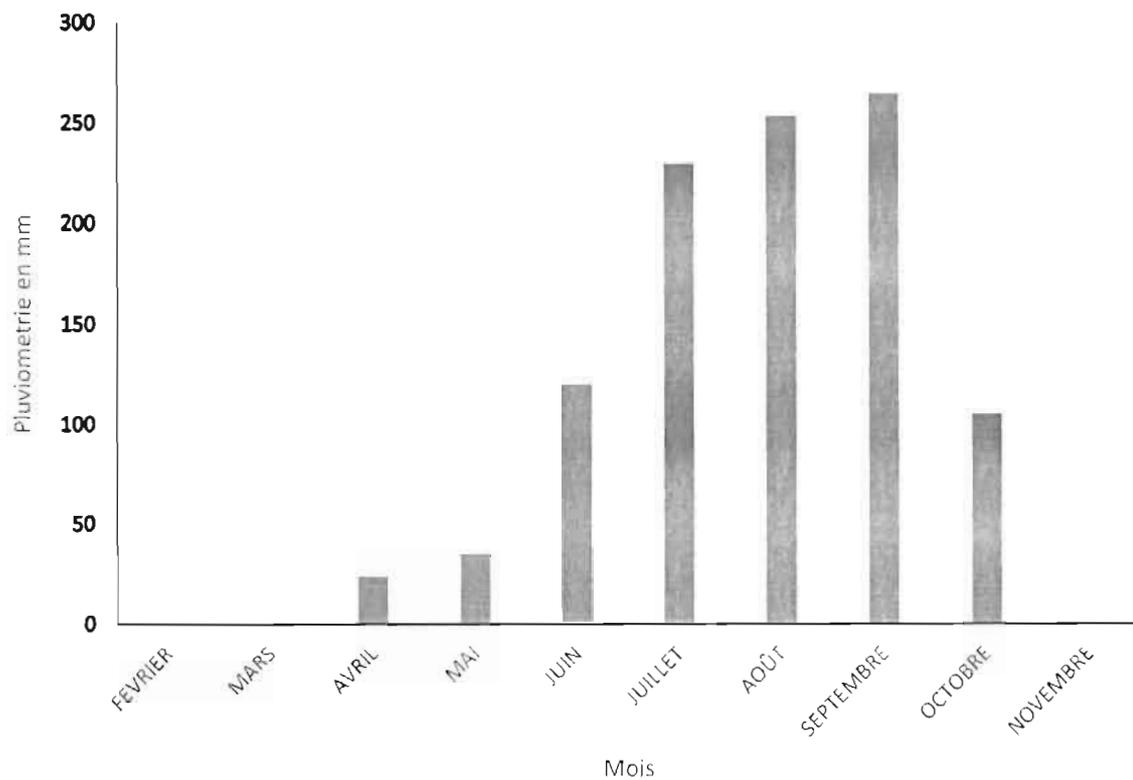


Figure 3 : Localisation de la commune rurale de Bama (Mbodj, 2009).

#### 2.1.2. Climat et la pluviométrie

Le climat de la vallée du kou est de type sud-soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse (4 à 5 mois) qui s'étend de mi-mai à octobre et d'une saison sèche (7 à 8 mois)

qui s'étend d'octobre à mai. La pluviométrie annuelle se situe entre 600 et 1500 mm. La figure (4) présente les données pluviométriques de la période de février à novembre.



**Figure 4 : Répartition mensuelle de la pluviométrie de Bama en 2015 (DRARHASA / Hauts Bassins).**

### 2.1.3. Végétation

La végétation se compose de savanes boisées, savanes arborées et arbustives : Les espèces rencontrées sont, *Parkia biglobosa*, *Detarium microcarpa*, *Vittelaria paradoxa*, *Ficus gnanphalocarpa*, *Cordia mixa*, *Ceiba pentandra*, *Acacia senegalensis*, *Dychrostachis cinera*, *Sclerocaria birrea*, *Guiera senegalensis*, *Daniella oliveri*, *Lannea SPP*, *Pterocarpus erinaceus*, *Cymbopogon sp.*, *Piliostigma reticulatum*, *Mangifera indica*, *Azadiracta indica* et *Eucalyptus camaldulensis*.

Le tapis herbacé est composé d'espèces telles que *Andropogon gayanus*, *Eragrostis trémula*, *Pennisetum pedicellatum*, *Vetiveria nigriflora*. (Kambou *et al.*, 2013).

### 2.1.4. Sol

Les sols de la vallée du Kou sont de type ferrugineux tropicaux à texture légère, sablo-argilo-limoneux (Kima, 1993 ; Traoré, 2007). Le pH est compris entre 5,5 et 6,5 et une concentration élevée en bases échangeables.

**Tableau II : carte agrochimique du sol à 0-20 cm de profondeur.**

Matière organique totale(%) = 2,93	Carbone total (%)= 1,698
Azote total(%) = 0,139	C/N (%) = 12
Phosphore total (ppm)= 182	Potassium total (ppm) = 243
P <sup>h</sup> eau = 6,60	

## 2.2. Matériels

### 2.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette étude est le niébé (*Vigna unguiculata* L.). Il s'agit de la variété K VX 61-1 ayant un cycle de 70 jours, une hauteur pouvant atteindre 55 cm, une graine moyenne, blanche et à hile tacheté de rouge, résistante aux maladies et tolérante à la sécheresse. En condition expérimentale le rendement grain peut atteindre 1000 à 2000 kg/ha et la biomasse fourragère 2000 à 5000 kg/ha.

### 2.2.2 Produits expérimentés

Deux sortes de produits ont été expérimentées. Il s'agit du produit témoin (IKOKADIGNE 0,9 l/ha) et le produit à tester (VEZIR à différentes doses).

**Tableau III: Caractéristiques des produits expérimentés (ACTA, 2009 ; 2014)**

Nom commercial	Matière active	Famille chimique	Dose recommandée	Mode d'application	DL <sub>50</sub> pour rat (mg/kg)
IKOKADIGNE	Haloxfop-R-methyl	Aryloxyphenoxy-propionates	900 ml/ha	Post-levée	300
VEZIR 240 SL	Imazéthapyr 240 g/l	Imidazolinones	200ml/ha	Post-levée	> 5000

Le VEZIR 240 SL est un herbicide systémique et sélectif de pré ou post-levée qui contient 240 g/l d'Imazéthapyr. Cette matière active appartient à la famille des Imidazolinones, à la catégorie des herbicides du groupe 2 et a pour formule chimique C<sub>15</sub>H<sub>19</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub> ou Acide (*RS*)-5-éthyl-2-(4-isopropyl-4-méthyl-5-oxo-2-imidazolin-2-yl). Il est homologué pour une utilisation sur les cultures en milieu terrestre destinées à la consommation humaine ou animale. Il peut être utilisé seul ou en Co-formulation avec l'imazamox ou la pendiméthaline pour lutter contre un vaste éventail de mauvaises herbes à feuilles larges et de graminées indésirables.

L'Imazéthapyr est absorbé par voie foliaire et racinaire dont le mode d'action est le blocage de l'activité de l'enzyme AHAS, indispensable à la synthèse de trois acides aminés essentiels : la valine, la leucine et l'isoleucine. Ce qui empêche la plante de croître et entraîne une sénescence prématurée (EL AZZOUZI, 2013). Différentes doses ont été employées dans cette expérimentation comme présenté ci-dessus. Le traitement s'est fait par pulvérisation foliaire suivant la dose recommandée soit 100 ; 200 ; 333,33 ; 400 et 600 ml/ha à la date du 29 mai 2015.

L'IKOKADIGNE est un herbicide sélectif (Post-levée) qui appartient à la famille des Aryloxyphenoxypropionate dont la matière active est le haloxyfop-R-méthyl de formule chimique  $C_{16}H_{13}ClF_3NO_4$ . Il a été homologué par le CSP pour la lutte contre les adventices du coton notamment les jeunes graminées (<http://Foot.PP.DB.haloxyfop-R-methyl>). Il est utilisé dans le cadre de cette étude comme produit témoin par rapport au VEZIR 240 SL. Le traitement s'est fait par pulvérisation foliaire dont la dose recommandée est de 900 ml/ha à la même date que le VEZIR.240 SL.

## **2.3 Méthode d'étude**

### **2.3.1 Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc de Fisher complètement randomisé de huit traitements en quatre répétitions soit 32 parcelles (annexe n°1). La parcelle élémentaire mesure 8 m de long sur 4 m de large soit une superficie de 32 m<sup>2</sup>. La parcelle utile mesure 7,6 m sur 3,2 m soit 24, 32 m<sup>2</sup>. L'allée est de 1 m entre les blocs et 1 m entre les traitements. Chaque parcelle élémentaire de niébé a comporté 6 lignes de niébé dont 4 pour la parcelle utile. La superficie totale du champ expérimental est de 71 m de long et 19 m de large soit 1349 m<sup>2</sup> (annexe 1).

Par bloc les traitements appliqués sont :

- Traitement 1 (T1) : témoin non traité (non traité, non sarclé);
- Traitement 2 (T2) : sarclage manuel ; (témoin sarclé, non traité) ;
- Traitement 3 (T3) : IKOKADIGNE 900 ml/ha ;(produit témoin) ;
- Traitement 4 (T4) : VEZIR 100 ml/ha ;
- Traitement 5 (T5) : VEZIR 200 ml/ha ;
- Traitement 6 (T6) : VEZIR 333,33 ml/ha ;
- Traitement 7 (T7) : VEZIR 400 ml/ha ;
- Traitement 8 (T8) : VEZIR 600 ml/ha ;

## **2.3.2 Conduite de l'essai**

### **2.3.2.1 Préparation du sol**

Avant le semis, le sol a subi un labour suivi d'un hersage en traction motorisée et d'un planage manuel.

### **2.3.2.2 Semis**

La mise en terre des graines de niébé a eu lieu le 22 Avril 2015 après apport d'eau sur les parcelles par irrigation alterné avec les eaux de pluie. Ainsi, trois graines ont été semées à une profondeur de 2 à 3 cm suivi d'un démariage pour laisser finalement 2 plants par poquet. L'écartement entre les lignes est de 0,80 m et entre les poquets de 0,40 m.

### **2.3.2.3 Entretien de la culture**

Deux sarclages manuels ont été opérés sur les parcelles qui ont pour traitement le sarclage selon le plan de l'essai. Ensuite, la fertilisation des parcelles a consisté à l'apport de NPK (15-15-15) à la dose de 960 g par parcelle élémentaire soit 300 kg/ha, suivi d'un apport - d'urée (46% N) à la dose de 480 g par parcelle élémentaire soit 150 kg/ha. Des applications d'insecticides K- OPTIMAL 35 EC (LAMBDA CYHALOTHRINE 15 g/l + ACETAMIPRIDE 20 g/l) à la dose de 1 l/ha ont été également effectuées durant le cycle tous les 15 jours.

## **2.3.3 Paramètres étudiés**

### **2.3.3.1 Sélectivité du VEZIR 240 SL sur le niébé**

La phytotoxicité des produits a été déterminée grâce à une appréciation de l'état des plantes en utilisant l'échelle de sélectivité de la Commission des Essais Biologiques (C.E.B.) de l'Union Européenne, graduée de 0 à 10 (annexe 2). Cela se fait après application des herbicides sur les parcelles devant les recevoir et en fonction de l'altération observée sur les plants, cette phytotoxicité sera noté suivant l'échelle.

### **2.3.3.2 Influence du VEZIR 240 SL sur le nombre des adventices du niébé**

Le nombre des adventices du niébé a été observé sur les parcelles au 7ème, 14ème, 30ème et 60ème jours après l'application des herbicides suivant le stade phenologique de la culture. Ces observations ont consisté à compter et arracher les herbes en se servant d'un carré de sondage de 0,5 m X 0,5 m (= 0,25 m<sup>2</sup>) que nous avons placé au tour d'un ou deux pieds de niébé 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 :

$$C = 100 * (A_0 * B_K - B_0 * A_K) / A_0 * B_K$$

Avec

*C* : Coefficient d'efficacité.

*A<sub>0</sub>* : nombre d'adventices de la parcelle utile du premier comptage au traitement témoin non traité.

*A<sub>k</sub>* : nombre d'adventices de la parcelle utile lors du premier comptage au traitement herbicide

*B<sub>0</sub>* : nombre d'adventices par parcelle utile lors du 2<sup>nd</sup> (ou 3<sup>ème</sup>) comptage au traitement témoin non traité.

*B<sub>k</sub>* : nombre d'adventices de la parcelle utile au 2<sup>nd</sup> (ou 3<sup>ème</sup>) comptage au traitement herbicide.

Ce coefficient correspond au taux de réduction de la densité de la population des adventices ou de leur biomasse sèche en rapport avec le témoin non traité. Notons également qu'une valeur élevée et positive de ce coefficient d'efficacité correspond à une meilleure maîtrise des adventices du niébé. Par contre une valeur faible et négative traduit un niveau de contrôle bas ou très bas des adventices par rapport au témoin non traité.

### **2.3.3.3 Influence de VEZIR 240 SL sur la biomasse sèche des adventices du niébé**

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 à température ambiante et pesés après les avoir débarrassés de leurs racines. Les coefficients d'efficacité biologique des doses de VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche ont été également calculés par la formule de Vilitsky (1989).

### **2.3.3.4 Influence du VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé**

Les adventices ont été identifiés au 60<sup>ème</sup> jour après traitement (JAT) à l'aide des clés d'identification de Merlier et Montegut (1989), Terry (1983) et celle d'Akobundu et Agyakwa (1989).

### **2.3.3.5 Influence du VEZIR 240 SL sur les propriétés chimiques du sol**

#### **➤ Méthode de prélèvement du sol**

Des prélèvements de sol ont été faits sur chaque parcelle utile du bloc II et du bloc IV suivant la diagonale, à une profondeur de 0 à 20 cm à l'aide d'une tarière. Le premier a été effectué au stade croissance après l'application des herbicides, le deuxième au stade montaison, le troisième au stade floraison et le quatrième au stade maturité. 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). Ces analyses ont porté sur la détermination du nitrate, du phosphore assimilable et du potassium disponible des échantillons de sol.

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

L'extraction se fait avec une solution de chlorure de potassium 1 N avec un rapport sol/solution d'extraction de 1/10. Le nitrate et l'ammonium sont dosés à partir de l'extrait obtenu par colorimétrie avec l'acide disulfophénique en milieu alcalin à 410 Nanomètre (nm). L'ammonium est dosé aussi à 410 nm au calorimètre avec le réactif de Nessler. L'intensité de la coloration du complexe est fonction de la quantité d'ammonium dans l'échantillon.

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

Le phosphore a été extrait avec une solution mixte de fluorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>F) 1 M et d'acide chlorhydrique (HCl) 0,5 M. 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 du sol s'est faite avec de l'acide chlorhydrique 0,1 M et de l'acide oxalique (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 0,4 N. 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.

#### **2.3.4 Analyse statistique**

Les données obtenues ont subi une analyse de variance au seuil de 5% (Diospiehov, 1985), suivi du test de Newman – keuls à l'aide du logiciel STAT –ITCF (Version 5 –copyright 1991). Les moyennes du nombre et du poids de la biomasse sèche des adventices ont préalablement subi une transformation par la formule  $\sqrt{x + 1}$  avant d'être analysées afin de réduire la grande variabilité entre les données récoltées. L'effet moyen des herbicides a été calculé en faisant la somme des moyennes des parcelles traitées aux herbicides divisé par le nombre de parcelles concernées. Cette valeur permet de vérifier le niveau d'infestation des

adventices pour l'ensemble des parcelles traitées aux herbicides par rapport au témoin non traité. La corrélation entre le nombre des adventices ou le poids de la biomasse sèche des adventices et/ou le nombre de gousses et le poids des gousses avec le rendement du niébé a été réalisé à l'aide du logiciel Origin 3.0. Les logiciels comme le Microsoft Word, Excel, (office 2010,2013) ont été également utilisés pour la saisie de texte, la construction de graphique et l'élaboration des tableaux.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 RESULTATS

#### 3.1.1 Phytotoxicité du VEZIR 240 SL

Nous n'avons pas observé de symptômes de phytotoxicité du VEZIR 240 SL sur les plants de niébé au cours de nos observations. C'est donc dire que tous les traitements ont été sécuritaires pour la culture. L'analyse au seuil de 5% montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les traitements et par rapport au témoin non traité.

**Tableau IV : Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur le nombre de plants de niébé**

Traitements	Nombre de plants de niébé/parcelle élémentaire	Phytotoxicité (durant le cycle de développement de la plante)
Témoin non traité	149,00 a	0
sarclage manuel	141,75 a	0
IKOKADIGNE 900 ml/ha	147,75 a	0
VEZIR 100 ml/ha	138,00 a	0
VEZIR 200 ml/ha	140,75 a	0
VEZIR 333,33 ml/ha	138,50 a	0
VEZIR 400 ml/ha	142,00 a	0
VEZIR 600 ml/ha	138,25 a	0
<b>Moyenne</b>	<b>142</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>6,3</b>	
<b>ETR (ddl=21)</b>	<b>8,92</b>	
<b>ETM (Sx)</b>	<b>4,46</b>	
<b>Probabilité</b>	<b>0,5275 (NS)</b>	

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ). NS : Non Significatif ; CV : Coefficient de variation, ETR : écart type résiduel ; ETM : écart type moyen

#### 3.1.2 Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la densité de population des adventices du niébé

La densité de population des adventices varie d'une observation à une autre jusqu'au 60<sup>e</sup> jour après traitement. Avant l'application des herbicides, les parcelles à traiter aux herbicides en moyenne (13,56 pieds/m<sup>2</sup>) affichent une réduction de 6,29 % par rapport au témoin non traité. Il n'y a pas de différence significative entre les parcelles à traiter aux herbicides et les parcelles à sarcler manuellement sauf les parcelles à traiter au VEZIR 400 ml/ha qui affichent une baisse de 12,50% par rapport aux parcelles à sarcler manuellement (Tableau V).

Au 7<sup>e</sup> jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (11,85 pieds / m<sup>2</sup>) sur les adventices est une réduction de 23,60% par rapport au témoin non traité et une hausse de plus de 100% par rapport au sarclage manuel. La dose 600 ml/ha affiche une réduction importante (31,72%) par rapport au témoin non traité pendant qu'IKOKADIGNE 900 ml/ha affichait une réduction de (19,73%).

Au 14<sup>e</sup> jour après application des doses, l'effet moyen des herbicides (11,85 pied/m<sup>2</sup>) sur les adventices est une réduction de 21,73% par rapport au témoin non traité. La dose VEZIR 600 ml/ha présente une grande maîtrise des adventices avec une réduction de 41,22% suivi du VEZIR 400 ml/ha, VEZIR 333,33 ml/ha; VEZIR 200 ml/ha; VEZIR 100 ml/ha et IKOKADIGNE 900 ml/ha qui enregistre une réduction de 7,13% par rapport au témoin non traité.

Au 30<sup>ème</sup> jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (11,29 pied/m<sup>2</sup>) sur les adventices est une réduction de 28,72% par rapport au témoin non traité. Il ressort que VEZIR 100 ml/ha, 200 ml/ha, et 333,33 ml/ha ne sont pas statistiquement différents. Il en est de même pour la dose VEZIR 400 ml et 600 ml. La dose forte (VEZIR 600 ml) a plus contrôlé les adventices après le sarclage avec une réduction de 42,61% par rapport au témoin non traité, suivi du VEZIR 100 ml/ha, 200 ml/ha et 333,33 ml/ha. Le produit témoin, lui enregistre une réduction de 8,84% par rapport au témoin non traité.

Au 60<sup>e</sup> jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (11,93 pied/m<sup>2</sup>) sur les adventices est une réduction de 10,57% par rapport au témoin non traité et une augmentation de 7,09% par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre le témoin non traité et la dose VEZIR 200 ml/ ha de même pour la dose VEZIR 400 ml/ha, 333,33 ml/ha et le sarclage manuel. La dose VEZIR 600 ml/ha s'est montrée plus efficace à la maîtrise des mauvaises herbes avec une réduction de 25,49% par rapport au témoin traité. IKOKADIGNE 900 ml/ha affiche une augmentation de 5,70% du nombre d'adventices par rapport au témoin non traité.

**Tableau V : Influence du VEZIR 240 SL sur le nombre d'adventices (pied/m<sup>2</sup>).**

Traitements	Jours après traitement (JAT)									
	0		7		14		30		60	
	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	211,50	<b>14,47 a</b>	250,25	<b>15,51 a</b>	236,00	<b>15,14 a</b>	252,25	<b>15,84 a</b>	190,50	<b>13,34 ab</b>
Sarclage manuel	199,50	<b>14,07 ab</b>	33,00	<b>5,65 f</b>	51,00	<b>7,19 h</b>	30,75	<b>5,62 e</b>	127,00	<b>11,14 cd</b>
IKOKADIGNE 900 ml/ha	194,00	<b>13,92 ab</b>	162,00	<b>12,45 c</b>	198,75	<b>14,06 b</b>	218,75	<b>14,44 b</b>	202,75	<b>14,10 a</b>
VEZIR 100 ml/ha	179,75	<b>13,32 b</b>	162,75	<b>12,73 c</b>	180,50	<b>13,38 c</b>	126,5	<b>11,20 c</b>	156,50	<b>12,13 bc</b>
VEZIR 200 ml/ha	196,75	<b>13,94 ab</b>	176,25	<b>13,26 b</b>	160,75	<b>12,68 d</b>	133,25	<b>11,50 c</b>	189,50	<b>13,41 ab</b>
VEZIR 333,33 ml/ha	192,75	<b>13,89 ab</b>	117,75	<b>10,83 de</b>	133,25	<b>11,53 e</b>	151,5	<b>12,17 c</b>	127,00	<b>11,21 cd</b>
VEZIR 400 ml/ha	156,00	<b>12,31 c</b>	126,50	<b>11,25 d</b>	112,75	<b>10,57 f</b>	91,00	<b>9,35 d</b>	119,50	<b>10,80 cd</b>
VEZIR 600 ml/ha	195,50	<b>13,99 ab</b>	113,00	<b>10,59 e</b>	78,50	<b>8,90 g</b>	84,50	<b>9,08 d</b>	99,50	<b>9,94 d</b>
Moyenne		<b>13,74</b>		<b>11,53</b>		<b>11,68</b>		<b>11,15</b>		<b>12,01</b>
CV (%)		<b>3,20</b>		<b>3,20</b>		<b>3,50</b>		<b>7,30</b>		<b>6,10</b>
ETR (ddl=21)		<b>0,44</b>		<b>0,37</b>		<b>0,41</b>		<b>0,81</b>		<b>0,73</b>
ETM (Sx)		<b>0,22</b>		<b>0,18</b>		<b>0,20</b>		<b>0,40</b>		<b>0,36</b>
Effets moyen des herbicides		—		<b>11,85</b>		<b>11,85</b>		<b>11,29</b>		<b>11,93</b>
Probabilité		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>
		(THS)		(THS)		(THS)		(THS)		(THS)

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS). (p<0,05) (THS : Très Hautement Significatif)

Sans transf : sans transformation ; ETR : Ecart Type Réel ; ETM : Ecart Type Moyen ; CV : Coefficient de variation

### 3.1.3 Coefficients d'efficacité biologique de différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport au nombre des adventices.

Évalué à l'aide de la formule de Vilitsky (1989), les coefficients d'efficacité ont varié d'une observation à une autre (Tableau VI).

Les parcelles sarclées ont eu des coefficients d'efficacité allant de 86,02% au 7<sup>ème</sup> jour à 29,32% au 60<sup>ème</sup> jour après application des produits par rapport au témoin non traité. Notons qu'une valeur élevée et positive du coefficient d'efficacité correspond à une meilleure maîtrise des adventices du niébé. Par contre, une valeur faible et négative traduit un niveau de contrôle bas ou très bas des adventices par rapport au témoin non traité.

Quant aux coefficients d'efficacité du produit témoin (IKOKADIGNE 900 ml/ha), ils ont marqué une baisse allant de 29,43 au 7<sup>ème</sup> jour à -16,03 au 60<sup>ème</sup> jour par rapport au Témoin non traité. La valeur -16,03 traduit une augmentation du nombre d'adventices de 16.03% par rapport au témoin non traité. IKOKADIGNE 900 ml/ha a maîtrisé faiblement l'enherbement jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour après traitement.

Pour la dose VEZIR 100 ml/ha, les coefficients d'efficacité ont varié de 3,34% à 40,99% durant les périodes d'observation avec un coefficient moyen de 19,45%. Le plus fort coefficient se situe au 30<sup>e</sup> jour après traitement (40,99).

**Tableau VI : Coefficients d'efficacité biologique des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport au nombre des adventices**

Traitements	Périodes d'observations (jours après traitement)					Coefficient moyen d'efficacité par rapport au témoin non traité(%)
	0	7	14	30	60	
Témoin non traité	—	—	—	—	—	—
Sarclage manuel	—	86,02	77,09	87,08	29,32	69,88
IKOKADIGNE 900 ml/ha	—	29,43	8,19	5,46	- 16,03	6,76
VEZIR 100 ml/ha	—	23,48	9,88	40,99	3,34	19,45
VEZIR 200 ml/ha	—	24,29	26,78	43,22	- 6,93	21,84
VEZIR 333,33 ml/ha	—	48,37	38,05	30,1	26,85	28,67
VEZIR 400 ml/ha	—	31,47	35,23	51,09	14,95	33,19
VEZIR 600 ml/ha	—	51,15	64,02	63,76	43,49	55,61

NB : Le signe (-) signifie une augmentation du nombre des adventices

Les coefficients d'efficacité pour la dose VEZIR 200 ml/ha connaissent une évolution positive allant de 24,29% au 7<sup>ème</sup> jour à -6,93% au 60<sup>ème</sup> jour durant les périodes d'observation avec un

coefficient moyen de 21,84%. On note donc une augmentation de 6,93% du nombre des adventices par rapport au témoin non traité.

Les coefficients d'efficacité pour la dose VEZIR 333,33 ml/ha ont évolué à la baisse du 7<sup>ème</sup> jour (48,37%) à 26,85% au 60<sup>ème</sup> jour. Le coefficient moyen est de 28,67% durant la période d'observation.

Pour la dose VEZIR 400 ml/ha les coefficients d'efficacité biologique varient de 14,95% à 51,09% durant la période d'observation par rapport témoin non traité avec un coefficient moyen de 33,19%. La maîtrise de l'enherbement a été du 7<sup>ème</sup> jour (31,47) jusqu'au 30<sup>ème</sup> jour (51,09%) suivi d'une baisse au 60<sup>e</sup> jour de 14,95% par rapport au témoin non traité.

Les coefficients d'efficacité biologique de la dose forte VEZIR 600 ml/ha ont varié de 43,49% à 64,02% par rapport au témoin non traité avec un coefficient moyen de 55,61% durant la période d'observation. Une maîtrise de l'enherbement a été observé du 7<sup>ème</sup> jour (51,15%), 14<sup>ème</sup> jour (64,02%) jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour (43,49%) par rapport au témoin non traité. Le meilleur coefficient est obtenu au 14<sup>e</sup> jour après traitement.

En somme, les coefficients d'efficacité biologique ont varié de -6,93% à 87,09% dans l'ensemble par rapport au témoin non traité. Le coefficient d'efficacité moyen du VEZIR 600 ml/ha (55,61%) a surpassé celui des autres doses de VEZIR 240 SL et ce, suivant la décroissance des doses. Le produit témoin (IKOKADIGNE) enregistre la plus faible valeur (6,76%).

#### **3.1.4 Influence des différents traitements sur l'accumulation de la biomasse sèche des adventices**

Avant application des herbicides, en moyenne les parcelles à traiter aux herbicides (4,08 g/m<sup>2</sup>) est une réduction de 4,45% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. (Tableau VII).

Au 7<sup>ème</sup> jour après traitement, L'effet moyen des herbicides (5,04 g/m<sup>2</sup>) est une réduction de 35,30% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. Après le sarclage manuel, IKOKADIGNE 900 ml/ha s'est montré plus efficace avec une réduction de 40,18% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité suivi de la dose VEZIR 600 ml/ha et 333,33 ml/ha avec une réduction de 38,25% du poids de la biomasse sèche des adventices. La dose 200 ml/ha s'est mieux comportée par rapport à la dose VEZIR 100 ml/ha et elle par rapport à la dose VEZIR 400 ml/ha, qui enregistre une

réduction de 29,27% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité.

Au 14<sup>ème</sup> jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (6,19 g/m<sup>2</sup>) est une réduction de 42,36% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. Après le sarclage manuel, le traitement comportant la dose forte VEZIR 600 ml/ha s'est montré plus efficace avec une réduction de 54,47% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité suivi du produit témoin (IKOKADIGNE) avec une réduction de 44,23%.; les traitements VEZIR 333,33 ml/ha, 400 ml/ha ne diffèrent statistiquement quant à la réduction de l'accumulation de la biomasse sèche des adventices. Il en est de même pour VEZIR 200 ml/ha et VEZIR 100 ml/ha. Le traitement VEZIR 100 ml/ha était le plus enherbé après le témoin non traité.

Au 30<sup>ème</sup> jour après application des produits, l'effet moyen des herbicides (7,92g/m<sup>2</sup>) est une réduction de 35,66% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. Toujours après le sarclage, la dose forte VEZIR 600 ml/ha enregistre une réduction de 51,34% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité suivi du VEZIR 400 ml/ha (43,54%) ; le produit témoin (26,73%). La dose VEZIR 200 ml/ha a été la moins efficace par rapport aux autres traitements avec une réduction de 24,73% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité.

Au 60<sup>ème</sup> jour après traitement, l'effet moyen des herbicides (13,32g/m<sup>2</sup>) est une réduction de 22,20% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. De toutes les doses, la dose VEZIR 600 ml/ha a agi efficacement avec une réduction de 32,71% du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité, suivi de la dose VEZIR 400 ml/ha (32,01%) ; VEZIR 100 ml/ha (25,76%) ; IKOKADIGNE 900 ml/ha (24,12%) ; VEZIR 200 ml/ha (11,68%) ; VEZIR 333,33 ml/ha (7,07%) de réduction du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité.

En somme, le produit témoin (IKOKADIGNE 900 ml/ha) s'est montré efficace par rapport aux autres doses de VEZIR 240 SL aux 7<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> jours après traitement quant à la réduction du poids de la biomasse sèche des adventices. Néanmoins, il est à remarquer qu'à partir du 14<sup>e</sup> jour jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour après traitement les deux dernières doses de VEZIR 600 ml/ha et 400 ml/ha ont été les plus efficaces sur la réduction du poids de la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité.

**Tableau VII : Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices (g/m<sup>2</sup>).**

Traitements	Jours après traitement (JAT)									
	0		7		14		30		60	
	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	17,29	4,27 ab	62,21	7,79 a	116,58	10,74 a	154,11	12,31 a	305,84	17,12 a
Sarclage manuel	18,74	4,43 a	3,49	2,07 d	13,24	3,58 e	19,17	3,62 f	60,49	7,53 e
IKOKADIGNE 900 ml/ha	12,60	3,60 d	21,01	4,66 c	37,77	5,99 c	60,54	7,80 cd	180,74	12,99 c
VEZIR 100 ml/ha	14,61	3,93 c	27,90	5,25 bc	56,07	7,18 b	74,13	8,44 bc	166,80	12,71 c
VEZIR 200 ml/ha	17,19	4,25 ab	26,81	5,20 bc	48,87	6,91 b	92,02	9,31 b	240,57	15,12 b
VEZIR 333,33ml/ha	19,06	4,46 a	23,06	4,81 c	38,33	6,11 c	83,26	9,02 bc	259,33	15,91 b
VEZIR 400 ml/ha	15,61	4,06 bc	30,40	5,51 b	37,00	6,03 c	52,40	6,95 de	138,08	11,64 d
VEZIR 600 ml/ha	17,08	4,19 abc	23,01	4,81 c	24,49	4,89 d	40,36	5,99 e	139,70	11,52 d
<b>Moyenne</b>		<b>4,15</b>		<b>5,01</b>		<b>6,43</b>		<b>7,93</b>		<b>13,07</b>
<b>CV (%)</b>		<b>3,8</b>		<b>6,1</b>		<b>5,9</b>		<b>9,2</b>		<b>4,6</b>
<b>ETR (ddl=21)</b>		<b>0,16</b>		<b>0,30</b>		<b>0,38</b>		<b>0,73</b>		<b>0,59</b>
<b>ETM (Sx)</b>		<b>0,08</b>		<b>0,15</b>		<b>0,19</b>		<b>0,36</b>		<b>0,29</b>
<b>Effets moyen des herbicides</b>		—		<b>5,04</b>		<b>6,19</b>		<b>7,92</b>		<b>13,32</b>
<b>Probabilité</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>		<b>0,0001</b>
		<b>(THS)</b>		<b>(THS)</b>		<b>(THS)</b>		<b>(THS)</b>		<b>(THS)</b>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS). (p<0,05) (THS : Très Hautement Significatif)

Sans transf : sans transformation

### 3.1.5 Coefficient d'efficacité biologique des différentes doses du VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices

D'une façon générale, les coefficients d'efficacité ont évolués de 18,91% à 94,82% au cours des différentes périodes d'observation (Tableau VIII). On remarque qu'à partir du 14<sup>e</sup> jour après traitement tous les coefficients d'efficacité des différentes doses ont connu une évolution à la baisse jusqu'au 60<sup>e</sup> jour. Les trois dernières doses (VEZIR 333,33 ml/ha, 400 ml/ha, 600 ml/ha) ont présenté des coefficients d'efficacité relativement élevés par rapport au produit témoin (IKOKADIGNE 900 ml/ha). Entre les différentes doses de VEZIR 240 SL, la dose 200 ml/ha mentionne un faible coefficient d'efficacité de 20,88% au 60<sup>e</sup> jour.

Au 7<sup>ème</sup> jour après application des produits, après le sarclage manuel la dose VEZIR 333,33 ml/ha affiche la meilleure réduction avec 66,37% suivi de la dose VEZIR 200 ml/ha (56,65%). Aussi le produit témoin a tout de même marqué une meilleure réduction (53,66%) par rapport au VEZIR 100 ml/ha et 400 ml/ha.

**Tableau VIII : Coefficients d'efficacité biologique des différentes doses de VEZIR 240 SL par rapport à la biomasse sèche des adventices**

Traitements	Périodes d'observations (jours après traitement)					Coefficient moyen d'efficacité par rapport au témoin non traité
	0	7	14	30	60	
Témoin non traité	—	—	—	—	—	—
Sarclage manuel	—	94,82	89,52	88,52	81,75	88,65
IKOKADIGNE 900 ml/ha	—	53,66	55,54	46,09	18,91	43,55
VEZIR 100 ml/ha	—	46,93	43,08	43,07	35,46	42,14
VEZIR 200 ml/ha	—	56,65	58,84	39,94	20,88	44,08
VEZIR 333,33 ml/ha	—	66,37	70,17	50,99	23,08	52,65
VEZIR 400 ml/ha	—	45,87	64,85	62,34	49,99	55,76
VEZIR 600 ml/ha	—	62,56	78,73	73,49	53,76	67,13

Au 14<sup>ème</sup> jour après traitement la dose la plus forte (VEZIR 600 ml/ha) enregistre le plus grand coefficient (78,73%) après le sarclage manuel. A cette date, seule la dose VEZIR 100 ml/ha s'est avérée moins efficace (43,08%) que IKOKADIGNE 900 ml/ha (55,54%).

Au 30<sup>ème</sup> jour après traitement la même tendance est observée qu'au 14<sup>e</sup> jour, sauf au niveau du VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 200 ml/ha qui ont manifesté respectivement une efficacité moindre de 43,07% et 39,94% par rapport au produit témoin (46,09%).

Au 60<sup>ème</sup> jour après traitement, après le sarclage toutes les doses de VEZIR 240 SL ont marqué une efficacité relativement supérieure à celle du produit témoin qui est de 18,91%. Après le sarclage (88,65%), les coefficients d'efficacité moyens montrent une évolution à la baisse respectivement de la dose la plus forte à la dose la plus faible. VEZIR 600 ml/ha (67,13%), VEZIR 400 ml/ha (55,76%), VEZIR 333,33 ml/ha (52,65%), VEZIR 200 ml/ha (44,08%), VEZIR 100 ml/ha (42,14%) et IKOKADIGNE 900 ml/ha (43,55%).

### 3.1.6 Effets des différentes doses du VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé

Au 60<sup>e</sup> jour après application des produits, les Poacées ont constitué la flore adventice la plus importante de la parcelle expérimentale suivie des Césalpiniacées, des cypracées et des Malvacée. D'autres familles d'adventices se sont présentées mais à de nombres relativement faibles (Tableau IX).

Le plus important peuplement a été rencontré au niveau des parcelles témoin non traité (491 pieds/m<sup>2</sup>) suivi de IKOKADIGNE (490 pieds/m<sup>2</sup>), les parcelles traitées à la dose 100 ml/ha, ensuite 200 ml/ha, VEZIR 400 ml/ha, VEZIR 333,33 ml/ha et enfin VEZIR 600 ml/ha. Les deux dernières doses de VEZIR (400 ml/ha et 600 ml/ha) se sont mieux comportées sur la densité de la population d'adventices par rapport au témoin non traité, au sarclage manuel et au produit témoin avec respectivement 241 et 170 pieds/m<sup>2</sup>. Cependant la dose VEZIR 333,33 ml/ha a agi au même niveau que le sarclage manuel sur la densité floristique des adventices durant la période d'observation en se référant à la moyenne (127 pieds/m<sup>2</sup>). Par contre, les faibles doses en moyenne de VEZIR 100 ml/ha (156,5 pieds/m<sup>2</sup>) et 200 ml/ha (189,5 pieds/m<sup>2</sup>) se sont montrées efficaces par rapport au témoin non traité et au produit témoin (202,75 pieds/m<sup>2</sup>) durant la période d'observation.

Dans les parcelles témoin non traité, *Cynodon dactylon* est l'espèce qui a été la plus abondante soit 64,44% du nombre d'adventices ; suivi de *Paspalum scrobiculatum* (22,44%).

Dans les parcelles sarclées, *Cyperus sp* ont été les plus abondantes représentant 48,03% des adventices dénombrés. Ces mêmes espèces ont été également les plus abondantes au niveau des parcelles traitées avec IKOKADIGNE 900 ml/ha suivi de *Cassia mimosoides*.

Dans les parcelles traitées avec VEZIR 200 ml/ha, *Cynodon dactylon*, suivi de *Cassia mimosoides* étaient les plus abondante avec respectivement 54,62% ; 34,56% du nombre d'adventices.

Dans les parcelles traitées avec VEZIR 400 ml/ha, *Cynodon dactylon* représente 50,42% suivi de *Paspalum scrobiculatum* 24,06% du nombre d'adventice.

Dans les parcelles traitées avec VEZIR 600 ml/ha, 42,71% et 29,40% des adventices dénombrés étaient respectivement *Cassia mimosoides* et *Paspalum scrobiculatum*

En définitive nous retenons que les différentes doses de VEZIR 240 SL n'ont pas eu de contrôle véritable sur les Poacées, les Césalpiniciées mais peu sur les Malvacées. Par contre leur efficacité est beaucoup appréciée sur le reste de la famille des adventices récoltées et identifiées. Quant au produit témoin, il présente une inefficacité face aux Cypéracées et aux Césalpiniciées. Le sarclage, qui au 60<sup>e</sup> jour a été moins efficace face à la bonne gestion des adventices.

Tableau IX: Effets des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la flore adventice du niébé au 60<sup>ème</sup> JAT (pieds/m<sup>2</sup>).

Genres et espèces	Familles	Témoin non traité	Sarclage manuel	Ikokadigné 900 ml/ha	VEZIR 100 ml/ha	VEZIR 200 ml/ha	VEZIR 333,33 ml/ha	VEZIR 400 ml/ha	VEZIR 600 ml/ha
<i>Paspalum scrobiculatum</i> Linn.	Poaceae	171	74	71	38	50	41	115	117
<i>Cynodon dactylon</i> Linn.	Poaceae	491	74	1	466	414	171	241	88
<i>Euphorbia heterophylla</i> Linn.	Euphorbiaceae	1	3	3	3	0	1	1	0
<i>Melochia corchorifolia</i> Linn.	Malvaceae	35	6	59	15	19	35	27	4
<i>Cassia mimosoides</i> Linn.	Caesalpinaceae	12	3	108	83	262	215	61	170
<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	Euphorbiaceae	3	0	0	1	0	0	1	0
<i>Spigelia anthelmia</i> Linn.	Loganiaceae	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Corchorus olitorius</i> Linn.	Malvaceae	3	1	5	0	0	2	11	4
<i>Setaria pallide-fusca</i> Schum	Poaceae	3	1	0	3	5	19	15	8
<i>phyllanthus amarus</i> Schum. et thonn	Phyllanthaceae	1	3	13	1	1	0	3	0
<i>Cyperus pustulatus</i>	Cyperaceae	2	0	23	0	2	0	0	0
<i>Ludwigia abyssinica</i> A. Rich.	Onagraceae	1	89	1	0	0	1	0	0
<i>Corchorus tridens</i> Linn.	Malvaceae	5	2	1	0	0	0	0	0
<i>Cyperus sp.</i>	Cyperaceae	33	244	490	14	5	1	1	0
<i>Bidens pilosa</i> Linn.	Asteraceae	0	6	3	0	0	0	0	0
<i>Fimbristylis littoralis</i> Gaudet	Cyperaceae	0	1	29	0	0	20	0	0
<i>Sida acuita</i> Brum. F.	Malvaceae	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Ocimum sp.</i>	Liamiaceae	0	0	0	1	0	2	2	0
<i>Pennisetum polystachyon</i> Linn.	Poaceae	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Poaceae	0	0	0	0	0	0	0	7
<b>TOTAL</b>		762	508	811	626	758	508	478	398
<b>MOYENNE</b>		190,5	127	202,75	156,5	189,5	127	119,5	99,5

L'inventaire réalisé au 60<sup>ème</sup> jour après traitement fait ressortir 20 espèces dont 14 ont été obtenu respectivement au niveau des parcelles témoin non traité, sarclage manuel et IKOKADIGNE 900 ml/ha soit 70% des espèces rencontrées. 35% et 40% des espèces totales sont respectivement rencontrées au niveau des parcelles traitées à la dose VEZIR 600 ml/ha et VEZIR 200 ml/ha.

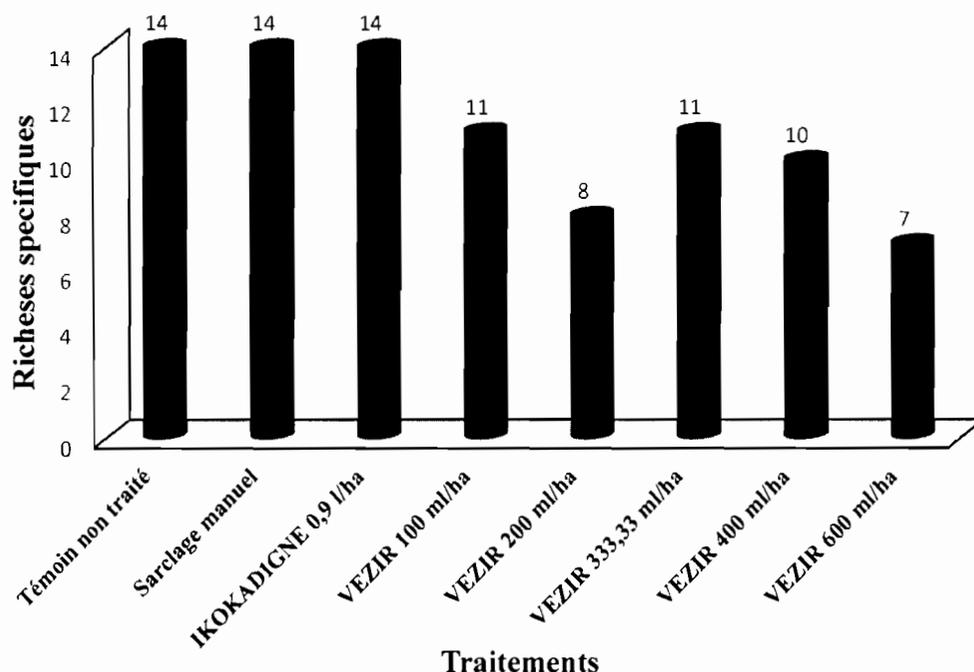


Figure 5: Richesses spécifiques des adventices rencontrées au 60<sup>ème</sup> jour après traitement.

### 3.1.7 Influence du VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) sur les propriétés chimiques du sol

#### 3.1.7.1 Influence du VEZIR 240 SL sur la teneur en azote ammoniacal du sol

La dynamique de la teneur en azote ammoniacale du sol est caractérisée de façon générale par une baisse de la période avant application des herbicides, à la montaison puis suivi d'une hausse de cette teneur jusqu'à la maturité (Tableau X)

Ainsi avant l'application des herbicides c'est-à-dire au stade croissance, la teneur en ammonium du sol était comprise entre 1,00 et 2,95 mg/kg. Le témoin non traité affiche la plus faible valeur et le VEZIR 400 ml/ha la plus forte soit une augmentation de 195% et 121,80% respectivement par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. L'analyse statistique au seuil de 5% montre qu'il existe une différence significative. Cependant cette différence n'est pas observée entre les parcelles à traiter aux doses VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 200 ml/ha et aussi entre IKOKADIGNE 900 ml/ha et VEZIR 333,33 ml/ha.

**Tableau X : Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en azote ammoniacal du sol (mg/kg).**

Traitements	Stades phénologiques			
	Avant application	Montaison	Floraison	Maturité
Témoin non traité	1,00 f	0,74 a	1,12 a	2,47 c
Sarclage manuel	1,33 e	0,48 bc	0,49 c	3,01 b
IKOKADIGNE 900 ml/ha	2,49 c	0,64 ab	0,51 c	2,09 c
VEZIR 100 ml/ha	1,94 d	0,55 bc	0,52 c	2,19 c
VEZIR 200 ml/ha	1,95 d	0,65 ab	0,58 c	3,88 a
VEZIR 333,33 ml/ha	2,43 c	0,42 c	0,52 c	1,51 d
VEZIR 400 ml/ha	2,95 a	0,50 bc	0,67 bc	1,63 d
VEZIR 600 ml/ha	2,72 b	0,43 c	0,76 b	1,24 d
<b>Moyenne</b>	<b>2,1</b>	<b>0,55</b>	<b>0,65</b>	<b>2,26</b>
<b>CV (%)</b>	<b>3,2</b>	<b>8,8</b>	<b>8,6</b>	<b>7,8</b>
<b>ETR (ddl=7)</b>	<b>0,07</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,18</b>
<b>ETM (Sx)</b>	<b>0,035</b>	<b>0,025</b>	<b>0,03</b>	<b>0,9</b>
Teneur moyenne des parcelles traitées	—	0,53	0,59	2,09
<b>Probabilité</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0034 (HS)</b>	<b>0,0002(THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ) (THS : Très Hautement Significatif)/ HS : Hautement Significatif)

Au stade montaison, la teneur moyenne en ammonium du sol des parcelles traitées aux herbicides est estimée à 0,53 mg/kg soit une baisse de 28,15% par rapport au témoin non traité et une augmentation de 10,41% par rapport au sarclage manuel. A cette période la forte teneur est affichée par le témoin non traité. Des différences significatives n'ont pas été observées entre le traitement sarclage manuel, VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 400 ml/ha. Il en était de même pour VEZIR 400 ml et IKOKADIGNE 900 ml/ha. Le même constat est fait pour le VEZIR 600 ml/ha et VEZIR 333,33 ml/ha.

Au stade floraison, la teneur moyenne en ammonium du sol des parcelles traitées aux herbicides est de 0,59 mg/kg ce qui correspond à une baisse de 47,02% par rapport au témoin non traité et une augmentation de 20,41% par rapport au sarclage manuel. Le témoin non traité affiche toujours la forte valeur suivi du VEZIR 600 ml/ha. A part ces deux traitements, l'analyse statistique au seuil de 5% ne témoigne pas de différence significative entre les autres traitements.

Au stade maturité, la teneur en ammonium du sol a évolué en hausse comparativement au stade précédent. Ainsi la teneur moyenne en ammonium du sol des parcelles traitées aux herbicides est 2,09 mg/kg, ce qui correspond à une baisse de 15,38% par rapport au témoin non

traité et 30,56% par rapport au sarclage manuel. La forte teneur est observée au niveau du traitement VEZIR 200 ml/ha suivi D'IKOKADIGNE 900 ml/ha et du témoin non traité. L'analyse statistique au seuil de 5% montre qu'il existe une différence significative entre les différents traitements.

En définitif pour les teneurs moyennes en ammonium du sol des parcelles traitées aux herbicides, les valeurs sont en hausses de 0,53 mg/kg du stade montaison à 0,59 au stade floraison puis à 2,09 au stade maturité.

### 3.1.7.2 Influence du VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) sur la teneur en nitrate d'azote du sol

La dynamique de la teneur en nitrate d'azote du sol est caractérisée par une baisse considérable du stade montaison au stade maturité après application des produits. Seul les traitements témoin non traité et sarclage manuel ont connu une hausse au stade montaison et le VEZIR 600 ml/ha au stade maturité comme indiqué le tableau (XI).

**Tableau XI : Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en nitrate d'azote (mg/kg) du sol**

Traitements	Stades phénologiques			
	Avant application	Montaison	Floraison	Maturité
Témoin non traité	4,20 e	7,00 a	4,67 b	3,45 b
Sarclage manuel	6,07 d	7,47 a	4,57 b	3,17 b
IKOKADIGNE 900 ml/ha	7,47 c	7,00 a	4,95 b	2,89 b
VEZIR 100 ml/ha	7,47 c	7,00 a	5,04 b	2,89 b
VEZIR 200 ml/ha	9,33 b	6,53 a	4,57 b	2,89 b
VEZIR 333,33 ml/ha	11,20 a	7,00 a	6,16 a	3,08 b
VEZIR 400 ml/ha	11,67 a	7,00 a	4,39 b	2,99 b
VEZIR 600 ml/ha	7,93 c	6,53 a	4,39 b	9,33 a
Moyenne	<b>8,17</b>	<b>6,94</b>	<b>4,84</b>	<b>3,84</b>
CV (%)	<b>4,3</b>	<b>5</b>	<b>5,3</b>	<b>5,9</b>
ETR (ddl=7)	<b>0,35</b>	<b>0,34</b>	<b>0,26</b>	<b>0,23</b>
ETM (Sx)	<b>0,175</b>	<b>0,17</b>	<b>0,13</b>	<b>0,115</b>
Teneur moyenne des parcelles traitées	—	<b>6,84</b>	<b>4,92</b>	<b>4,01</b>
Probabilité	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,2928 (NS)</b>	<b>0,0048 (HS)</b>	<b>0,0001(THS)</b>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ) (THS : Très Hautement Significatif/ NS : Non significatif/ HS : Hautement Significatif)

Avant l'application des produits les plus fortes teneurs se rencontraient au niveau des parcelles devant recevoir les doses 400 ml/ha et 333,33 ml/ha de VEZIR 240 SL avec

respectivement un surplus de 177,86% et 166,67% de la teneur de cet élément par rapport au témoin non traité ; 92,26% et 84,51% par rapport au sarclage manuel. En effet pour les parcelles à traiter aux doses VEZIR 333,33 ml/ha et VEZIR 400 ml/ha, il n'y a pas de différence pour ce qui est de la teneur en nitrate. Il en est de même pour le traitement IKOKADGNE 900 ml/ha, VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 600 ml/ha. La teneur moyenne en nitrate du sol des parcelles traitées aux herbicides est de 9,18 mg/kg, ce qui correspond à une augmentation de 118,53% par rapport au témoin non traité et 51,24% par rapport au sarclage manuel. La parcelle traitée à la dose VEZIR 200 ml/ha a une teneur en nitrate du sol estimé à 2,22 fois de plus que le témoin non traité.

Au stade montaison, la teneur moyenne en nitrate du sol des parcelles traitées aux herbicides est 6,84 mg/kg soit une baisse de 2,24 par rapport au témoin non traité et de 8,43% par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre les différents traitements pour la teneur en nitrate du sol. La plus forte teneur en nitrate est observée sur la parcelle dont le sarclage manuel est effectué (7,47 mg/kg).

Au stade floraison, la teneur moyenne en nitrate du sol des parcelles traitée aux herbicides (4,92 mg/kg) est une augmentation de 5,28% par rapport au témoin non traité et 7,66 % par rapport au sarclage manuel. Outre le traitement VEZIR 333,33 ml/ha, l'analyse statistique ne témoigne pas différence significative entre les différents traitements. Cette dose montre une augmentation de 31,91% par rapport au témoin non traité.

A la maturité, la teneur moyenne en nitrate du sol des parcelles traitées aux herbicides (4,01 mg/kg), est une augmentation de 16,28% par rapport au témoin non traité et 26,50% par rapport au sarclage manuel. Les teneurs en nitrate du sol dans les différentes parcelles ont connu une baisse par rapport au stade précédent. Statistiquement, excepté la dose VEZIR 600 ml/ha, il n'existe pas de différence significative entre les autres traitements et par rapport au témoin non traité.

En somme, nous remarquons que les teneurs en nitrate du sol des différentes parcelles ont été en baisse progressive suivant les différents stades phénologiques de la plante. De plus par rapport au témoin non traité la teneur moyenne en nitrate du sol des parcelles traitées aux herbicides a connu également une baisse durant le cycle de la plante, allant de 9,18 mg/kg à 4,01 mg/kg.

### 3.1.7.3 Influence du VEZIR 240 SL sur la teneur en phosphore assimilable

Avant application des produits la teneur en phosphore assimilable du sol est évolutive suivant les différents traitements dont la plus forte teneur est affichée par IKOKADIGNE 900 ml/ha (6,32 mg/kg) et la plus faible est enregistrée par le traitement VEZIR 600 ml/ha (1,29 mg/kg). La teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des parcelles à traiter aux herbicides est de 2,41 mg/kg soit une augmentation de 14,22% par rapport au témoin non traité. L'analyse statistique montre la présence de trois groupes. Statistiquement les traitements VEZIR 200 ml/ha ; 333,33 ml/ha ; 400 ml/ha et 600 ml/ha sont identiques pour la teneur en phosphore assimilable du sol. Il en est de même pour VEZIR 100 ml/ha ; témoin non traité et le sarclage manuel (Tableau XII).

**Tableau XII: Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur la teneur en phosphore assimilable (mg/kg) du sol**

Traitements	Stades phénologiques			
	Avant application	Montaison	Floraison	Maturité
Témoin non traité	2,11 bc	1,97 cd	2,05 c	0,70 d
Sarclage manuel	2,39 b	2,47 b	2,28 c	0,88 c
IKOKADIGNE 900 ml/ha	6,32 a	7,64 a	4,05 a	1,01 b
VEZIR 100 ml/ha	2,19 bc	2,25 bc	2,53 b	0,70 d
VEZIR 200 ml/ha	1,77 cd	2,22 bc	2,11 c	0,37 e
VEZIR 333,33 ml/ha	1,49 d	1,89 cd	1,72 d	0,37 e
VEZIR 400 ml/ha	1,405 d	2,14 c	1,80 d	1,18 a
VEZIR 600 ml/ha	1,29 d	1,80 d	1,69 d	0,43 e
<b>Moyenne</b>	<b>2,37</b>	<b>2,8</b>	<b>2,28</b>	<b>0,75</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,1</b>	<b>6,8</b>
<b>ETR (ddl=7)</b>	<b>0,15</b>	<b>0,1</b>	<b>0,09</b>	<b>0,05</b>
<b>ETM (Sx)</b>	<b>0,075</b>	<b>0,05</b>	<b>0,045</b>	<b>0,025</b>
<b>Teneur moyenne des parcelles traitées</b>	—	<b>2,99</b>	<b>2,32</b>	<b>0,68</b>
<b>Probabilité</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ) (THS : Très Hautement Significatif)

Au stade montaison, la teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des traitements herbicides est de 2,99 mg/kg, ce qui correspond à une augmentation de 51,78% en cet élément par rapport au témoin non traité et 21,05% par rapport au sarclage manuel. La plus forte teneur en phosphore assimilable est toujours observée au niveau des traitements IKOKADIGNE 900 ml/ha (7,64 mg/kg) soit 3,88 fois de plus que le témoin non traité. L'analyse statistique ne

témoigne pas de différence significative entre les traitements VEZIR 100 ml/ha et 200 ml/ha. Il est conforme pour VEZIR 333,33 ml/ha et le témoin non traité.

Au stade floraison, l'analyse statistique révèle une différence significative entre les différents traitements pour la teneur en phosphore assimilable. Ainsi la teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des parcelles traitées aux herbicides est estimée à 2,32 mg/kg soit une augmentation de 13,01% en cet élément par rapport au témoin non traité. On constate également qu'à ce stade, au fur et à mesure que les doses ont été élevées, les teneurs en phosphore assimilable du sol sont en baisse.

Au cours de la maturité, la teneur moyenne en phosphore assimilable du sol des traitements herbicides est 0,68 mg/kg ce correspond à une diminution de 3,33% et 22,73% respectivement par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre les traitements. Aussi à ce stade les teneurs en phosphore assimilable du sol ont subi une baisse importante en se référant au stade précédent. Cette fois-ci la teneur la plus forte est retrouvée au niveau du traitement VEZIR 400 ml/ha soit 1,69 fois de plus que le témoin non traité avec une augmentation de 68,57%. Statistiquement, il n'y a pas de différence entre les traitements VEZIR 100 ml/ha et le témoin non traité, tout comme le traitement VEZIR 200 ml/ha, 333,33 ml/ha et VEZIR 600 ml/ha.

En somme, nous mentionnons que de la montaison de façon générale les teneurs en phosphore assimilable du sol ont connu une hausse et suivi d'une baisse jusqu'à la maturité. Le traitement IKOKADIGNE 900 ml/ha présente la plus forte teneur en phosphore assimilable du sol par rapport aux autres traitements jusqu'au stade floraison. Les teneurs moyennes en phosphore assimilable du sol ont connu une augmentation qui va de 51,78% en montaison à une baisse de 3,33% à la maturité.

#### **3.1.7.4 Influence du VEZIR 240 SL 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 phénologiques de la plante (Tableau XIII).

Ainsi avant l'application des herbicides c'est-à-dire au stade croissance la teneur en potassium est comprise entre 39 et 76 mg/g. Les plus fortes teneurs étaient respectivement au niveau du témoin non traité et le sarclage manuel. L'analyse statistique montre la présence de quatre groupes. De cette analyse on remarque qu'il n'existe pas de différence significative entre le sarclage et le témoin non traité, tout comme IKOKADIGNE 900 ml/ha ; VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 600 ml/ha. Il est de même pour VEZIR 200 ml/ha et VEZIR 400 ml/ha.

Au stade montaison la teneur moyenne en potassium disponible des parcelles traitées aux herbicides est estimée à 82,17 mg/kg ce qui explique une augmentation de 80,59% et 84,65% respectivement par rapport au témoin non traité et au sarclage manuel. Les teneurs en potassium disponible au niveau du témoin non traité et le sarclage manuel, VEZIR 100 ml/ha; 200 ml/ha et 400 ml/ha ont connu une baisse. Par contre, sur les autres traitements, on a assisté à une hausse. La parcelle traitée au produit témoin affiche la plus forte teneur soit 5,67 de plus que celle présentée au niveau du témoin non traité. Des différences significatives n'ont pas été observées au seuil de 5% entre les parcelles traitées au VEZIR 333,33 ml/ha; témoin non traité ; sarclage manuel et VEZIR 100 ml/ha. Il en est de même pour VEZIR 200 ml/ha ; 600 ml/ha; témoin non traité ; sarclage manuel et VEZIR 100 ml/ha.

**Tableau XIII : Influence des différentes doses de VEZIR sur la teneur en potassium disponible (mg/kg) du sol**

Traitements	Stades phénologiques			
	Avant application	Montaison	Floraison	Maturité
Témoin non traité	76,00 a	45,50 b	40,50 cd	47,00 ab
Sarclage manuel	73,00 a	44,50 b	42,00 cd	52,00 a
IKOKADIGNE 900ml/ha	51,00 c	258,00 a	35,50 d	36,50 c
VEZIR 100 ml/ha	50,50 c	48,00 b	47,50 c	41,50 bc
VEZIR 200 ml/ha	60,50 b	52,00 b	55,50 b	46,00 ab
VEZIR 333,33 ml/ha	39,00 d	41,00 b	40,00 cd	35,00 c
VEZIR 400 ml/ha	58,50 b	42,00 b	47,00 c	49,00 ab
VEZIR 600 ml/ha	45,50 c	52,00 b	259,50 a	54,00 a
<b>Moyenne</b>	<b>56,75</b>	<b>72,88</b>	<b>70,94</b>	<b>45,13</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5,1</b>
<b>ETR (ddl=7)</b>	<b>2,67</b>	<b>3,68</b>	<b>2,86</b>	<b>2,19</b>
<b>ETM (Sx)</b>	<b>1,34</b>	<b>1,84</b>	<b>1,43</b>	<b>1,10</b>
<b>Teneur moyenne des parcelles traitées</b>	—	<b>82,17</b>	<b>80,83</b>	<b>43,67</b>
<b>Probabilité</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0001 (THS)</b>	<b>0,0019 (HS)</b>

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ) (THS : Très Hautement Significatif / HS : Hautement Significatif)

Durant la période de floraison, la teneur en potassium disponible du sol est relativement en baisse sauf au niveau du traitement VEZIR 200 ml/ha, 400 ml/ha et 600 ml/ha. Ainsi la teneur moyenne en potassium disponible des parcelles traitées aux herbicides est 80,83 mg/kg ce qui correspond à une augmentation de 99,59% par rapport au témoin non traité et 92,45% par rapport au sarclage manuel. La plus forte teneur est observée au niveau du VEZIR 600 ml/ha ce qui correspond à une augmentation de plus de 100% par rapport au témoin non traité.

Des différences statistiques ont été observées entre les traitements VEZIR 600 ml/ha, VEZIR 200 ml/ha et le reste des autres traitements.

A la maturité, la teneur moyenne en potassium disponible du sol des parcelles traitées aux herbicides est 43,67 mg/kg soit une baisse de 7,09% par rapport au témoin non traité et 16,02% par rapport au sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre le témoin non traité et le VEZIR 200 ml/ha tout comme entre le produit témoin IKOKADIGNE 900 ml/ha et le traitement VEZIR 333,33 ml/ha.

### **3.1.8 Effets des différentes doses de VEZIR 240 SL sur les composantes du rendement et sur les rendements du niébé**

Au critère nombre de gousses (moyenne/parcelle élémentaire) (tableau XIV), le sarclage manuel enregistre le plus grand nombre de gousses suivi du traitement VEZIR 600 ml/ha. Le plus faible nombre de gousses est affiché par le témoin non traité. Le nombre moyen des gousses des parcelles traitées aux herbicides est estimé à 1726,67 gousses. Cela traduit une augmentation de 96,72% du nombre de gousses par rapport au témoin non traité et une baisse de 34,25% par rapport au sarclage manuel. L'analyse statistique au seuil de 5% ne révèle pas de différence significative entre les parcelles traitées au VEZIR 333,33 ml/ha et VEZIR 400 ml/ha. Il en est de même pour VEZIR 100 ml/ha et VEZIR 200 ml/ha. De cette analyse, on constate qu'en dehors du sarclage, l'accroissement du nombre de gousses a été fonction de l'augmentation du niveau de la dose de VEZIR 240 SL appliquée.

Le poids moyen des gousses des parcelles traitées aux herbicides est de 966,29 kg/ha soit une augmentation de 95,83% du poids des gousses par rapport au témoin non traité (tableau XIV). Les résultats de l'analyse témoignent qu'il n'existe pas de différence significative entre les parcelles traitées aux doses 333,33 ml/ha, 400 ml/ha et 600 ml/ha. Aussi, les parcelles traitées à la dose VEZIR 200 ml/ha ne diffèrent pas statistiquement des parcelles traitées aux produits témoin (IKOKADIGNE 900 ml/ha). La dose VEZIR 200 ml/ha affiche un poids qui est 1,71 fois supérieur à celui de témoin non traité.

Au critère poids des 1000 graines (en g), l'analyse statistique effectuée au seuil de 5% ne révèle pas différence significative entre les différentes parcelles.

**Tableau XIV: Influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur les composantes du rendement et sur le rendement du niébé**

Traitements	Nombre de gousses (par parcelle utile)	Poids des gousses (kg/ha)	Poids des 1000 graines (g)	Rendement grain (kg/ha)	% par rapport témoin non traité
Témoin non traité	877,75 f	493,42 e	158,86 a	355,86 f	-
Sarclage manuel	2626,25 a	1603,62 a	157,01 a	1198,75 a	236,86
IKOKADIGNE 900 ml/ha	1614,00 d	884,05 c	157,35 a	666,50 d	87,29
VEZIR 100 ml/ha	1401,25 e	719,57 d	155,86 a	510,64 e	43,49
VEZIR 200 ml/ha	1427,25 e	842,93 c	153,58 a	623,26 d	75,14
VEZIR 333,33ml/ha	1902,00 c	1089,64 b	163,21 a	796,84 c	123,92
VEZIR 400 ml/ha	1922,75 c	1110,20 b	157,72 a	843,05 bc	136,9
VEZ 600 ml/ha	2092,75 b	1151,32 b	155,49 a	885,19 b	148,75
<b>Moyenne</b>	<b>1733,00</b>	<b>1986,84</b>	<b>157,39</b>	<b>735,01</b>	
CV (%)	3,7	7,2	1,1	5,2	
ETR (ddl=21)	64,12	0,17	1,68	38,29	
ETM (Sx)	32,06	0,09	0,84	19,15	
Probabilité	0,0001 (THS)	0,0001 (THS)	0,3325 (NS)	0,0001 (THS)	

NB : Les moyennes d'une même colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% (test de NEWMAN KEULS) ( $p < 0,05$ ) (THS : Très Hautement Significatif/ NS : Non significatif)

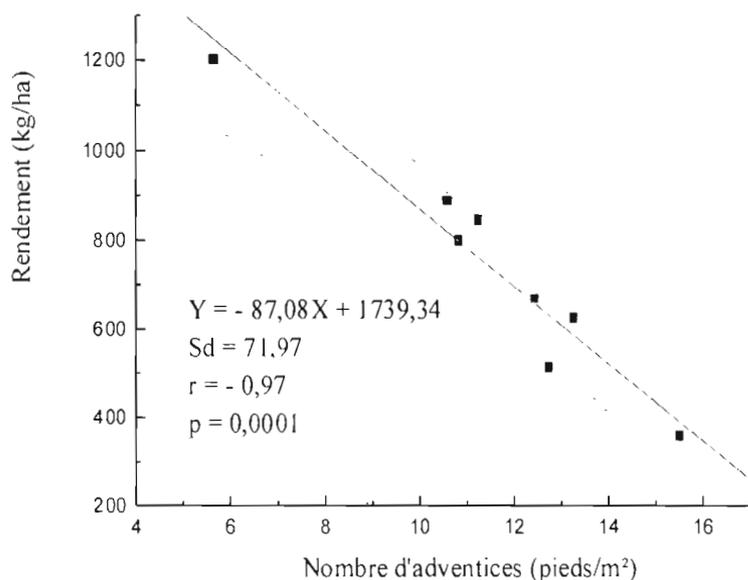
Pour l'influence des différentes doses de VEZIR 240 SL sur le rendement grain du niébé, le rendement moyen des différentes parcelles traitées aux herbicides (720,99 kg/ha), correspond à une augmentation de 102,58% par rapport au témoin non traité. Les résultats obtenus montrent que les rendements (kg/ha) ont évolué de 355,86 kg/ha pour le traitement témoin non traité à 1198,75 kg/ha (1,199 t/ha) pour le sarclage manuel. Il n'y a pas de différence significative entre le traitement VEZIR 200 ml/ha et le produit témoin (IKOKADIGNE 900 ml/ha) au seuil de 5% tout comme VEZIR 333,33 ml/ha et VEZIR 400 ml/ha. La dose recommandée affiche un rendement qui est 1,75 fois plus élevé que le témoin non traité. Quant à la dose la plus forte (VEZIR 600 ml/ha) son rendement est supérieur de 2,49 fois à celui du témoin non traité.

### 3.1.9 Corrélations entre des différents facteurs étudiés

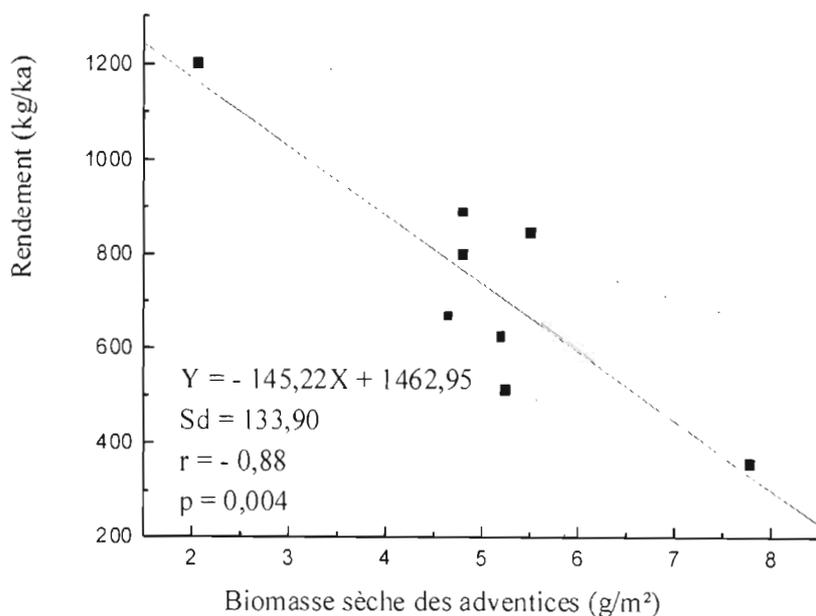
La corrélation étudiée entre le nombre d'adventices récoltés au 7<sup>ème</sup> jour après traitement et le rendement grain du niébé a pour équation de régression  $y = -87,08x + 1739,34$  avec un coefficient de corrélation  $r = -0,97$  (Figure 6) et une précision expérimentale  $p = 0,0001$ .

Pour celle de la biomasse sèche avec le rendement, l'équation de la régression  $y = -145,22x + 1462,95$ ,  $r = -0,88$  et  $p = 0,004$  (Figure 7).

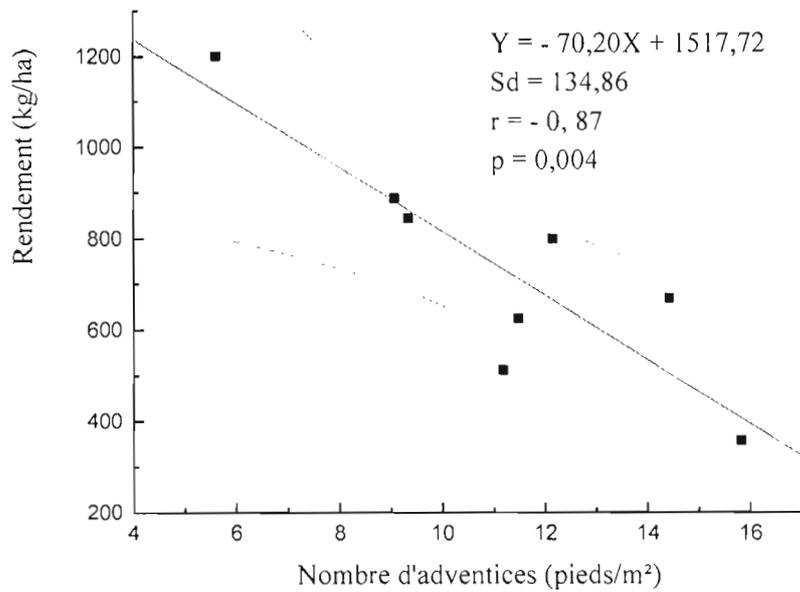
De plus, au 30<sup>ième</sup> jour après traitement, la corrélation établie entre le nombre d'adventices et le rendement graine ; biomasse sèche et le rendement grain donne respectivement l'équation de régression  $y = -70,20x + 1517,72$  avec  $r = -0,87$ ,  $p = 0,004$  et  $y = -92,66x + 1469,83$  avec  $r = -0,92$  et  $p = 0,001$  (Figures 8 et 9).



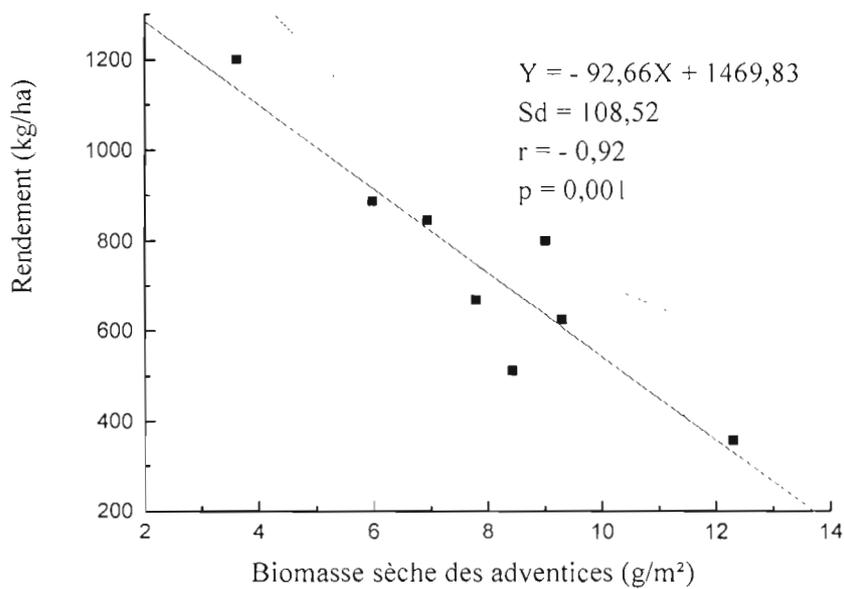
**Figure 6 : Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 7<sup>ième</sup> jour après application des herbicides**



**Figure 7 : Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 7<sup>ième</sup> jour après application des herbicides**



**Figure 8 : Corrélation entre le nombre d'adventices et le rendement du niébé au 30<sup>ième</sup> jour après application des herbicides**



**Figure 9 : Corrélation entre la biomasse des adventices et le rendement du niébé au 30<sup>ième</sup> jour après application des herbicides**

Pour ce qui concerne la corrélation entre le nombre de gousses et le rendement, de même que pour le poids de gousses et le rendement, les figures 10 et 11 montrent que ces paramètres sont fortement corrélés et sont traduits par les équations de régression  $y = 0,48x - 104,45$  et  $y = 0,77x - 25,39$  avec  $r = 0,99$  dans les deux cas.

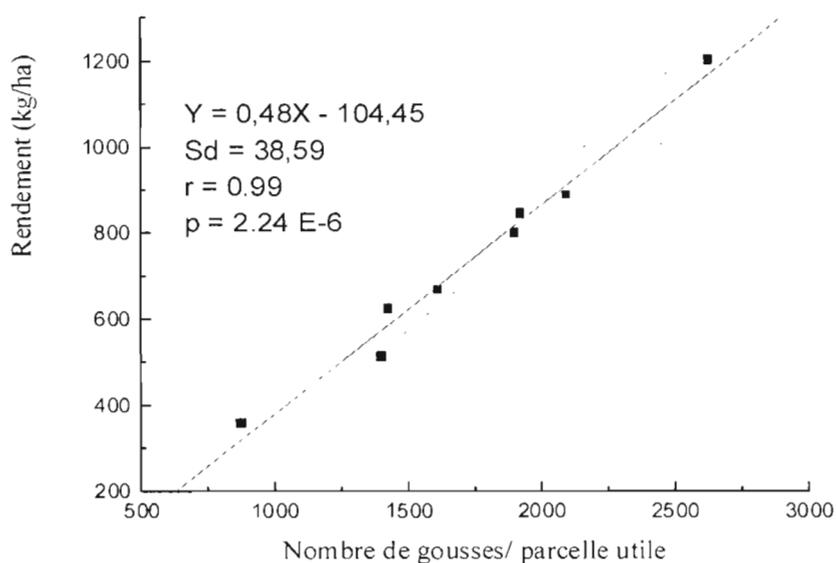


Figure 10 : Corrélation entre le nombre de gousses et le rendement du niébé.

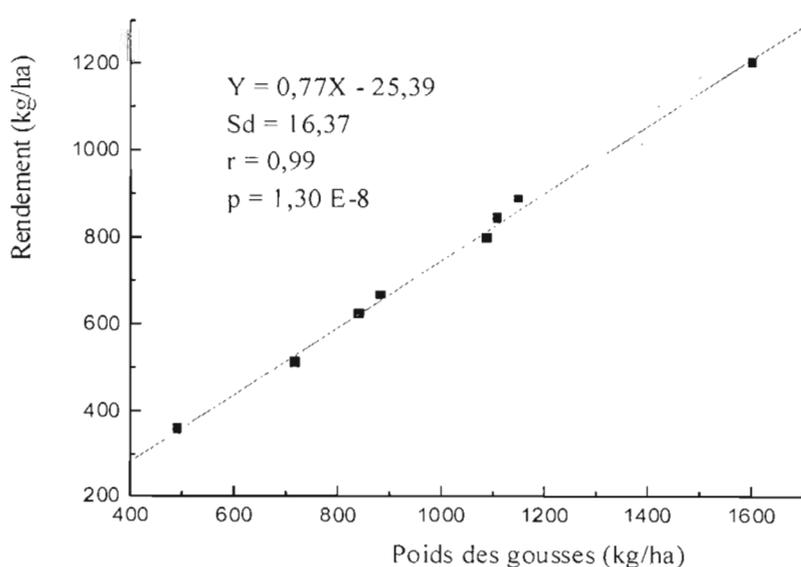


Figure 11 : Corrélation entre le poids des gousses et le rendement du niébé.

### 3.2 DISCUSSION

Les variations obtenues au facteur rendement ont été déterminées par les propriétés des différentes matières actives, les doses appliquées, la date d'application ainsi que par la persistance d'action de ces molécules. Cela s'est vérifié par les différentes corrélations établies entre certains facteurs étudiés et le rendement (figures 6, 7, 8, 9, 10, 11). Du reste, celle établie entre le nombre d'adventices et le rendement témoigne de la précocité de la nocivité de ces adventices sur le niébé et de la sensibilité de cette culture vis-à-vis des adventices (figure 6).

Le VEZIR est un herbicide systémique et sélectif de pré ou post-levée dont le mode d'action est le blocage de l'activité de l'enzyme AHAS. Ce qui empêche la plante de croître et entraîne une senescence prématurée (EL Azzouzi, 2013). Du point de vue toxicologique, les risques que présente l'Imazethapyr pour les espèces sauvages sont négligeables (El Azzouzi, 2013, Boschetto, 2013, Santé Canada, 2010).

Jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour après application du produit, des cas de phytotoxicité n'ont pas été observés dans les parcelles traitées aux différentes doses de VEZIR. En effet, étudiant l'absorption, la translocation et le métabolisme de la molécule dans le niébé, Baerg *et al.* (1996) sont arrivés à la conclusion que la tolérance du niébé vis-à-vis de l'Imazethapyr est liée à sa capacité à métaboliser l'herbicide en de métabolites non toxiques. Cependant, Chandrusan *et al.*, (2007) ont observé l'effet phytotoxique de l'Imazethapyr à des doses élevées (200 g/ha) sur le soja. Ceci suppose la présence d'enzymes dégradant cette molécule au niveau du niébé contrairement au soja qui est par conséquent plus sensible. De plus, Hoseiny *et al.* (2011) ont noté que cette molécule en arrière effet peut affecter les paramètres biochimiques, les fréquences mitotiques et le devenir chromosomique des semences de blé.

L'Imazethapyr a eu un effet sur *Lidwigia abyssinica*, *Phyllanthus amarus*, *Corchorus olitorius*, *Corchorus tridens*, *Spegelia anthelmia*, les *Cyperacées*, *Bidens pilosa*, *Digitaria horizontalis*, et *Euphorbia heterophilla* qui, pour la plupart sont des graminées, des Cypéracées et dicotylédones annuels. Ces résultats corroborent avec les résultats de Burgos et Talbert (1996) et de Kambou *et al.* (2013) qui soutiennent la très importante réduction des adventices causée par VEZIR 240 SL.

L'identification des adventices au 60<sup>ème</sup> jour après traitement a permis de voir que si le VEZIR 240 SL contrôle une large gamme de mauvaises herbes, certains adventices surtout vivaces ont marqué une résistance à l'Imazethapyr et au produit témoin en témoigne la supériorité de leur nombre par rapport au témoin non traité. Il s'agit principalement de

*Paspalum scrobiculatum*, *Cynodon dactylon*, *Melochia corchorifolia*, *Fimbristilis littoralis*, *Setaria pallide-fusca* et *Cassia mimosoides* qui sont d'office résistants aux herbicides. De tels cas ont été mentionnés par Fadayomi et Olafintoye (2005) pour la résistance de *Paspalum orbiculare* et *Vernonia galamensis* vis-à-vis de Imazethapyr même associé à la PENDIMETHALINE. L'étude montre également que la dose d'IKOKADIGNE 900 ml/ha appliquée s'est avérée inefficace contre les Cypéracées et les Césalpiniacées. Ce qui pourrait expliquer l'égalité de rendement entre le VEZIR 200 ml/ha et le produit témoin, tandis que la forte dose permettait d'obtenir un rendement supérieur au produit témoin.

Les végétaux puisent dans le sol une partie des éléments nécessaires à leur développement. Ces éléments assimilables sous forme d'ions dans la solution du sol sont principalement l'azote sous la forme ammoniacale et nitrate, le phosphore assimilable et le potassium disponible.

Pour ce qui concerne la teneur en azote ammoniacal, en nitrate d'azote du sol, en potassium disponible et en phosphore assimilable, les résultats des analyses d'échantillons de sol témoigneraient de l'influence des herbicides sur l'absorption de ces éléments par le niébé. Ces éléments sont des produits de l'activité de microorganismes du sol comme les bactéries ammonifiantes, nitrifiantes, bactéries cellulolytiques et des champignons microscopiques qui peuvent être affectés par des pesticides notamment des herbicides comme le souligne CHICHU LO (2010). Cependant, rappelons que la disponibilité de ces éléments nutritifs est aussi influencée par de nombreux facteurs qui sont entre autres, le taux d'humidité du sol, les minéraux d'argile ou des composés humiques, les cristaux micacés, les minéraux difficilement solubles lorsqu'ils sont liés à ces derniers, ou stockés dans la biomasse, et aussi le P<sup>H</sup> du sol.

Par rapport à la teneur en azote ammoniacal, il est caractérisé par sa baisse progressive de la levée à la floraison en passant par la montaison suivie d'une augmentation à la maturation complète. Les variations au niveau des traitements pourraient être liées soit à une absorption plus ou moins importante par la plante ou par les mauvaises herbes. Ainsi pendant la floraison, stade critique du niébé, l'absorption de l'azote ammoniacal serait importante aux traitements herbicides et se situe au même niveau que celle du sarclage manuel. L'augmentation de cette teneur à la maturation par rapport à la floraison pourrait être liée à la physiologie du niébé. Cette même tendance s'est maintenue au niveau de la teneur en nitrate d'azote avec une baisse à la maturation par rapport à la floraison à cause de l'augmentation du taux d'humidité du sol. L'absorption s'est avérée plus importante aux doses fortes de 400 ml/ha et 600 ml/ha que celle

du sarclage manuel dû à la forte réduction de l'enherbement. L'absorption du nitrate d'azote au niveau du traitement VEZIR 200 ml/ha à ce stade phénologique de la plante, est au même niveau que le sarclage manuel.

Pour les teneurs en phosphore assimilable, l'étude a révélé qu'au cours de la montaison, les teneurs en phosphore assimilable des parcelles traitées aux différentes doses de VEZIR 240 SL ont été presque au même niveau que le témoin non traité. Cela pourrait s'expliquer par le fait que le phosphore se trouve lié, adsorbé par les ions alumines ou ferreux caractéristiques des sols de la vallée du Kou. Néanmoins l'absorption de cet élément a été importante aux doses fortes de VEZIR pendant la floraison. L'humidité semble avoir réduit la teneur en phosphore assimilable à la maturité d'où les teneurs faibles par rapport à la période d'avant application des herbicides.

Par rapport au potassium disponible, les teneurs au niveau des parcelles traitées au VEZIR ont été sensiblement égales à celles du sarclage manuel au cours de la période montaison et floraison. Les différentes doses du VEZIR 240 SL n'auraient donc pas inhibé l'absorption de cet élément pendant la floraison sauf à la dose forte de 600 ml/ha qui se caractérise par une forte teneur témoignant d'une faible absorption par le niébé.

L'analyse de la dynamique d'évolution de ces éléments est confirmée par Perucci *et al.* (1994) et XU *et al.* (2013) soulignant que l'Imazethapyr à la dose recommandée n'affecte pas le processus microbologique du sol. Une inhibition intervenait lorsque la dose appliquée était de 10 à 100 fois supérieure à la dose préconisée mais un recouvrement intervenait en fin de cycle végétatif de la plante. Ce fait a été confirmé aussi par Zhang *et al.* (2010) qui ont noté que l'addition de l'Imazethapyr modifie la structure de la communauté microbienne du sol qui se reconstitue après une période d'incubation. Néanmoins, malgré le fait que l'Imazethapyr puisse être dégradé aussi par des microorganismes de manière intensive dans des sols très riches en matière organique, un risque peut se poser en monoculture du fait de l'application de fortes doses (Perucci *et al.*, 1994 ; Flint *et al.*, 1997). De ce fait comme nos sols ne sont pas très riches en matière organique, il est nécessaire d'en tenir compte dans la vulgarisation d'une dose de l'Imazethapyr.

L'ensemble de ces facteurs ont permis donc d'obtenir des surplus de gousses importantes tant en nombre qu'en poids et un surplus de rendement par rapport au témoin non traité mais moindre que le sarclage manuel du fait des phénomènes de résistances de certains adventices très nocifs du niébé.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude avait pour objectif de contribuer à l'accroissement de la production à travers le VEZIR 240 SL (Imazethapyr 240 g/l) pour le désherbage chimique en culture du niébé au Burkina Faso. Les résultats obtenus montrent que le VEZIR 240 SL n'entraîne pas de phytotoxicité sur les plantes de niébé. Aussi une action répressive de la part du produit a été portée sur le nombre et la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité, et au produit témoin en témoigne les valeurs des coefficients d'efficacité. L'Imazethapyr 240 g/l diminue la population des *Cyperacées*, *Bidens pilosa*, *Digitaria horzonthalis*, *Euphorbia heterophilla*, *Spegelia anthelmia*, *Lidwigia abyssinica*, *pyllantus amarus*, *Corchorus olitorius*, *Corchorus tridens*, etc. Néanmoins, il faut noter que les différentes doses de VEZIR 240 SL n'ont pas eu un contrôle efficace sur certains adventices tels que *Cynodon dactylon*, *Paspalum scrobiculatum*, *Melochia corchorifolia*, *Setaria pallide-fusca* etc. L'étude a révélé que la dose moyenne et la dose forte ont été très efficaces sur la réduction du nombre et la biomasse sèche des adventices par rapport au témoin non traité. Une association de plusieurs méthodes de lutte peut alors s'avérer nécessaires pour un contrôle total des adventices des champs cultivés. Ces différentes doses de VEZIR 240 SL n'ont véritablement pas inhibé l'absorption du nitrate disponible, du phosphore assimilable et du potassium dans la solution du sol. Ce produit aurait une persistance d'action de plus de un (01) mois. Ce qui a permis d'obtenir un surplus de rendement grain de 440,98 kg/ha ; 487,19 kg/ha et 529,33 kg/ha par rapport au témoin non traité. respectivement pour la dose VEZIR 200 ml/ha ; 400 ml/ha et 600 ml/ha.

Cette étude pourrait également être complétée par une évaluation de la performance économique et son effet sur les propriétés biologiques du sol.

Au regard de l'efficacité et de la sélectivité du VEZIR 240 SL, nous recommandons la poursuite de l'étude pour la pré-vulgarisation à la dose VEZIR 200 ml/ha en vue d'une homologation par le comité sahélien des pesticides (CSP).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acta, 2009.** Index phytosanitaire. Mame. Tours 804p.
- Acta, 2014.** Index phytosanitaire. 50 ème édition. ACTA-le réseau des instituts des filières animales et végétales, paris. ISBN : 978.2.85794.281.8. 956 p.
- Acta., 2002.** Eléments de biologie des mauvaises herbes : Les leviers de gestion de la flore adventice. 170p.
- Adjei-nsiah S.; Kuvper T. W.; Leuwis C.; Abekoe M. K.; Cobbina J.; Sakyi-Dawson O. et Giller K. E., 2006.** Productivity, yield and N<sub>2</sub>-fixation in cowpea varieties and their subsequent residual N effects on a succeeding maize crop: farmers' agronomy and social indicators. *In: Cropping systems, land tenure and social diversity in Wenchi, Ghana implications for soil fertility management*, pp. 75 - 101.
- AFPP., 2011.** Répertoire terminologique en protection des plantes. 6ème édition, commission des essais biologiques, France. 104 p.
- Agra-ost.,2006.**([www.glea.net/AGRAOST/doc\\_Herbicides\\_genealites\\_2006\\_Fpdl](http://www.glea.net/AGRAOST/doc_Herbicides_genealites_2006_Fpdl)). Consulter le 15-12-2015 à 16h 22.
- Akobundu O. I., Agyakwa C. W., 1989.** Guide des adventices d'Afrique de l'ouest. IITA. Ibadan. 522p.
- Alene A.D., Coulibaly, O., et Abdoulaye T., 2012.** The world cowpea and soybean economies: Facts, trends, and outlook. Lilongwe, Malawi: Institut International d'agriculture tropicale.
- Atachi P., Dannon A. E., Arodokoun D. Y. et Tamo M., 2002.** Distribution and sampling of *Maruca vitrata* (FABRICIUS) (Lep., Pyralidae) larve on *Lonchocarpus sericeus* (PÜIR) H. B. and K. J appl. Ent. 126, pp. 188 - 193.
- Azzouzi E.H., 2013.** Processus physico-chimiques d'élimination des pesticides dans l'environnement : cas de l'Imazéthapyr ; Université Mohammed V, AGDAL, Facultés des sciences, Rabat, Thèse de doctorat, 109 p.
- Bado V. B., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de doctorat. Département des sols et de génie agroalimentaire, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec, Canada. 184 p.

**Baerg J.R., ET Barrett M., 1996.** The basis of Imazethapyr tolerance in cowpea (*Vigna senensis*) weed science. Vol.44. n° 4. 769-775.

**Borget M., 1989.** Le technicien d'agriculture tropicale: les légumineuses vivrières, Moissonneuse et Larose, CTA, 162 p.

**Boschetto G., 2013.** Evaluation de la pertinence de l'utilisation des herbicides en lien avec le développement durable, 86 p.

**Bossu J., 2007.** Segmentation d'images pour la localisation d'adventices. Application à la réalisation d'un système de vision pour une pulvérisation spécifique en temps réel. 147p.

**Burgos N. R., Brandenberger L.P., STiers E N., Motes S.D., Wells L. Eaton S., Martin L.W. and Morelock T.E., 2007.** Tolerance of selected advanced cowpea (*Vigna unguiculata*) Breeding lines to fomes afen. Weed technology. Vol 21. (4) 863-868.

**Burgos N. R., ET Talbert R.E., 1996.** Weed control by spring cover crops and Imazethapyr in motill southern pea (*Vigna unguiculata*). Weed technology. Vol 10. N°4.893-899.

**Chandrusan., 2007.** Efficacité de l'imazethapyr sur la productivité du soja et son effet résiduel sur les cultures suivantes, Département d'agronomie, Université agricole de Tamil Nadu, Coimbatore, Tamil Nadu 641 003

**CIRAD, 2000. Les herbicides** ([www. Agroecologie.cirad.fr](http://www.Agroecologie.cirad.fr))

**CIRAD-GRET, 2002.** *Memento de l'agronome*. Editions du GRET, éditions du CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères. ISBN : 2-86844-129-7. 1700 p.

**Dabiré L. C. B., 2001.** Etude de quelques paramètres biologiques et écologiques de *Clavigralla tomentosicollis* STAL., 1855 (Hemiptera: Coreidae), punaise suceuse des gousses du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.], dans une perspective de lutte durable contre l'insecte au Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès-Sciences Naturelles. Université de Cocody, UFR Biosciences, 179 pages.

**Dabiré L. C., 1992.** Contribution à l'étude des problèmes phytosanitaires du niébé au Burkina. In : Lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, INSAH, pp. 295-304.

**Debaeke P., 1997.** Le désherbage intègre en grande culture : bases de raisonnement perspectives d'application. Cahiers Agricultures. pp. 185-194.

- Dospiehov B.A., 1985.** Méthodes d'expérimentation en champ. M. Kolos, 270 p.
- Dugje Y. I., Omoigui O. L., Ekelem F., Kamara YA., et Ajeigbe H., 2009.** Production du niébé en Afrique de l'Ouest: guide du paysan. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 20 p.
- Ecophyto, 2013.** Méthodes alternatives de gestion des adventices. Focus n°3. 13p
- Fadayomi O., ET Olofintoye J.A., 2005.** Weed control in cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) with imidazoline herbicide mixtures. Journal of Agricultural research and development. Vol 4. N°2. 104-121.
- FAO, 2003.** Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides. Version révisée et adoptée lors de la 23<sup>ème</sup> session du conseil de la FAO en 2002, 36 p
- Flint L.J., Witt W. W., 1997:** microbial degradation of imazaquin and imazethapyr. Weed science. 45.586-591.
- Hoseiny RADM., Aivazi A.A, et Jagannath S., 2011.** Cytogenetic and biochemical effects of Imazethapyr in wheat (*Triticum durum*). Turk J. Biol. Vol 35. 663-670.
- Ibrahim A., 2005.** Performance agronomique de 8 variétés de niébé à double usage, leur qualité fourragère et leur tolérance vis à vis des principaux ennemis. Université Abou moumouni de Niamey.
- Ishikawa H., I. Drabo, S. Muranaka, and Boukar O., 2013.** Guide pratique sur la culture de niébé pour le Burkina Faso. Ibadan, Nigeria. Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 32p.
- Jacques P, et Pierre J., 2005.** La fertilisation organique des cultures. Les bases ; fédération d'agriculture de Québec 52 p.
- Jaunard D., Monty A., Mahy G., Henriët F., Anseau F., Roisin C., DE Proft M. et Bodson B., 2013.** Contrôle des populations de mauvaises herbes. Livre Blanc « Céréales ». 32 p
- Kabore B., 2004.** Les contributions en azote des légumineuses, des amendements organo-minéraux dans les systèmes de culture: impact sur les rendements des céréales et sur la fertilité des sols à long terme. Mémoire IDR Agronomie Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 77 p.

**Kabore K, H., 2013.** Effet de microdosage de la fumure organo-minérale sur la dynamique et *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., agent causal de la pourriture charbonneuse du niébé, Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), Institut du Développement Rural. 47p.

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

**Kambou G., et Miramadje P S., 2013.** Efficacité biologique du Vezir 240 sl (Imazéthapyr 240 g/l) contre les adventices du niébé, 20p.

**Kima F., 1983.** Evaluation de variétés améliorées de riz dans trois Agro-écologiques du Burkina Faso (Douna, Karfiguéla, Vallée du Kou). Mémoire de fin d'étude. Institut du Développement Rural. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 60p.

**Kouanda N., 2014.** Etude de l'efficacité de l'IMPOSTER 750 WP, sa sélectivité sur la canne à sucre (*Saccharum officinarum* L) et ses effets sur les propriétés agrochimiques du sol périmètre sucrier de Beregadougou 83p.

**Lawane G., Sougnabe.S.P., Lendzeno V., Gnokreo F., Djimasbeye N., et Ndoutamia., 2009.** Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains, et la lutte contre *Striga hermonthica* (Del).savane africaine en développement, innover pour durer ; Garoua Cameroon Cirad ; 8p.

**Le Bourgeois T et Marnotte P., 2010:** Agriculture générale; la lutte contre les mauvaises herbes. 22p.

**Likov A.M., et Tulikov A.M., 1985.** Manuel pratique de malherbologie à base de pédologie. M. Agropromizdat. 207 p.

**IITA, 1983.** Manuel de production du niébé. Ibadan, Nigeria, 1.1 - 12.7.

**Marechal R., Mascherpa J. M., and Stainier F., 1978.** Etude taxonomique d'un groupe d'espèces des genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées pour l'analyse informatique, Boissiera, 28,361 – 383.

**Margoum C., 2003.** Contribution à l'étude du devenir des produits phytosanitaire lors d'écoulement dans les fosses : caractérisation physico-chimique et hydrodynamique. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier-Grenoble I, France, 243 p.

**Marnotte P., 2000.** La gestion de l'enherbement et l'emploi des herbicides dans les systèmes de culture en zone soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest et du Centre. CIRAD-CA –G.E.C. – AMATROP. 70 p.

**Mazollier C., 2014.** *Désherbage Alternatif en Maraîchage*. Collection 1F, document 1 : les techniques alternatives. Ressources. France. 4p.

**Mazzela-Second C., Laura P., Fall C.T., Sylla-Drame F., Renato Y., Rival A., Leplaideur M-A., Barrot P., Wybrecht B., Castellanet C., et Ouattara S., 2002.** Memento de l'agronome, CIRAD - GRET, Paris, France, 1691 p.

**Merlier H. ET MonteguT J., 1989.** Adventices tropicales. ISBN : 2-11-084491-4, 491 p.

**Ministère de L'Agriculture (MA),2000:** élaboration d'un plan d'actions pour le développement de la filière niébé étude-diagnostic sur l'organisation, les performances et perspectives de la filière niébé burkinabè, janvier 2002, 54p.

**Moné R., 2008.** Distributions et abondance des populations *demaruca vitrata* fab. (lépidoptère : pyralidae), foreuse des gousses du niébé (*vigna unguiculata* (l.) walp.) en relation avec les plantes hôtes en zone sud soudanienne du Burkina Faso, mémoire de fin de cycle. diplôme d'ingénieur en agronomie, institut du développement rural (IDR). 76p.

**Muleba N., Dabre C., Suh J.B., Drabo T., et Ouedraogo J.T., 1997;** Technologies for cowpea production based on genetic and environmental manipulations in the Semi-Arid Tropics. *Technology options for sustainable agriculture in Sub-Saharan Africa, OAU/STRC-SAFGRAD*, pp. 195 -206.

**Nebié B., 1992 :** étude de quelques éléments de lutte intégrée contre les punaises suceuses de gousse de niébé (*vigna unguicula* L walp) à la station de recherches agricoles de kanboinsé.

**Ouedraogo M. R., Tagnan A. I., Toe J. B. ET Tourigny G., 1995.** *Guide de protection des cultures du Burkina Faso*. Première édition, MARA et MESSRS. pp. 2-40.

**Ouedraogo N O.G., 1996.** Les pratiques médicinales et les pratiques médicales du Burkina Faso, cas du plateau central. Thèse de doctorat ès sciences naturelles, FASTIUO, Burkina Faso, Tome 2, 259 p.

**Ouedraogo S., 2000.** Evaluation économique de l'impact des variétés améliorées du niébé sur le revenu des exploitants agricoles du plateau central du Burkina Faso, INERA/Farako - Bâ. 16 pages.

**PAFASP., 2007.** Filière d'appui spécifique « niébé » bulletin n° 1 (15-06-2015 à 16h 56).

**Pasquet R. S., ET Baudoin J-P., 1997.** Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: L'amélioration des plantes tropicales. Ed. Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D., Montpellier (France), CIRAD-ORSTOM. pp 483-505.

**Perucci P., et Scarponi L., 1994:** effects of the herbicide imazethapyr on soil microbial biomass and various soil enzyme activities. *Biologies and fertility of soil*. Vol 17. Issue 3. 237-240.

**Quin F. M., 1997.** Introduction. In: *Advances in Cowpea Research*- Singh, B. B., Mohan Raj, Oashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. (eds)- 375p.

**SANTE CANADA., 2010.** Projet de décision de réévaluation Imazéthapyr, 124p.

**Sawadogo F., 2004.** Etude de la résistance des lignées de Niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) et effet des extraits végétaux vis-à-vis de la punaise suceuse de gousses. (*CLAVIGRALLA TOMETOSICOLLIS* STAL.) Université Polytechnique de Bobo (UPB) ; Institut du Développement Rural (IDR) Mémoire de fin de cycle 56p.

**Schaub C., 2010.** Mieux connaître les mauvaises herbes pour mieux maîtriser le désherbage. 18 p.

**Schiffers B. et Mar A., 2011.** Sécurité des opérateurs et bonnes pratiques phytosanitaires. Manuel 4, PIP-COLEACP, 245 p.

**Tanzubil P. B., 1991.** Control of some insect pest of cowpea (*Vigna unguiculata* WALP.) with neem (*Azadirachta indica* A. JUSS.) in northern Ghana. *Tropical pest management*, 37 (3) ,216-217.

**Terry P.J., 1983.** Quelques adventices banales des cultures de l'Afrique occidentale et la lutte contre ceux-ci. *Some common crop weeds of West Africa and their control*, Melbourne, Australie, Inkatapress, 132p.

**Toé A. M., 2005.** Protéger l'environnement contre les pesticides. Vulgarisation scientifique. Pesticide 3 ; Institut de Recherche en Sciences de la Santé (IRSS/CNRST). 4 p.

**Traoré F., 2007.** Méthodes d'estimation de l'évapotranspiration réelle à l'échelle du bassin versant du Kou au Burkina Faso, Mémoire de fin d'étude de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Sciences et Gestion de l'Environnement ,Université de Liège, Faculté des Sciences , Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, 133 p.

**Valantin-morisson M., Guichard L. ET 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

**Verdcourt B., 1970.** Studies in the Leguminosae-Papilionoideae for the flora of tropical East Africa. IV. Kew bulletin, 24, 507 - 569.

**Vilitsky L.M., 1989.** Technologie d'emploi des herbicides. L. Agropromizdat, 176p.

**Webb D., 2007.** Herbicide Formulation and Delivery in Weed Management Handbook. Ninth Edition. British Crop Protection Enterprises. ISBN: 9780470751039. pp. 171 à 191.

**Wellens j., et Compaore N.F., 2003.** *Renforcement de la capacité de gestion des ressources en eau dans l'agriculture moyennant des outils de suivi-évaluation – GE eau. Rapport Annuel No 1 (Décembre 2001 –Novembre 2002)*, Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques des Hauts Bassins 123 p.

**Wopereis M.C.S, Diack S, et Idinoba, P., 2008** Manuel technique. Reference 14 les éléments nutritifs, 4 p.

**Xu J., Guo L., Dong F., Liu X., Wu X., Sheng Y., et Zhang Y., 2013:** Reponse of the soil microbial community to imazethapyr application in a soy bean field. Journal of environmental science and health, part B, food contaminants and agricultural wastes.

**Zhang C., Xu J., Guo L., Dong F., Liu X., Wu X., Sheng Y., et Zheng Y., 2010.** Impact of imazethapyr on the microbial community **structure in agricultural soils.** Vol 8.6.800-806.

## **WEBOGRAPHIE**

<http://fr.wikipedia.org/> www.'Lutte intégrée' l'encyclopédie libre, consulté le 06/01/ 2016, 10h15mn.

[http:// www. Echange tv. Le valentin.free.fr/Cours/Agronomie/cours agro/E. Chapitre 3 Chimie du sol.pdf.](http://www.Echange.tv) Consulté le 19/02/2016 12h55mn.

<http://fr.wikipedia.org/> www.Nutrition végétale," l'encyclopédie libre, consultée 19/02/2016 12h 40mn.

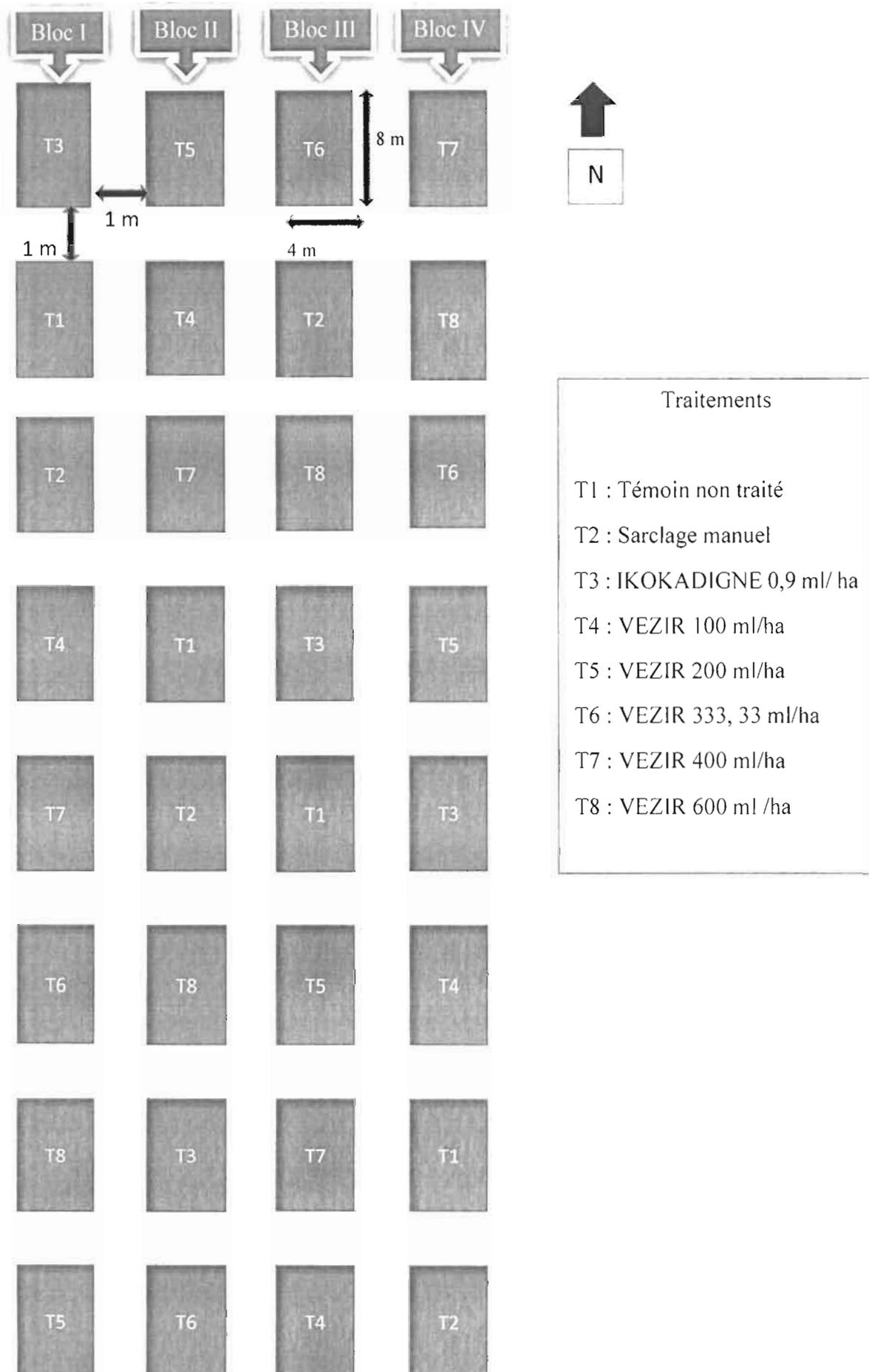
<http://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/MauvaisesHerbes.pdf> le 12 03 2016 17h 24.

[http://fr .Wikipedia .org](http://fr.Wikipedia.org) / Www. Dicotylédones, l'encyclopédie libre "Dicotylédone, Page consultée le 12 03 2016 17h 28.

[http:// Foot.PP.DB,/](http://Foot.PP.DB/) www. haloxyfop-R-methyl consulté le 30/12/2015 10h 11mn

# ANNEXES

## Annexe 1 : Dispositif expérimental



**Annexe 2: Echelle de notation visuelle de la commission des essais biologiques (C.E.B.) de l'union européenne**

Note	Phytotoxicité	
0	Nulle	
1	Très faible	Limités 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 : Commission des Essais Biologiques (C E B) de l'association française de protection des plantes (A F P P)., 2015

**Annexe 3 : Superficie (hectares) et production (tonnes) nationale du niébé de 2005 à 2014 au Burkina Faso**

Année	Production en tonnes	Superficie en hectares
2 005	444 712	64 154
2 006	436 156	62 647
2 007	253 190	77 453
2 008	537 680	119 492
2 009	453 629	114 012
2 010	626 112	121 405
2 011	441 015	99 368
2 012	598 525	133 522
2 013	599 804	167 196
2 014	562 937	168 337

**Annexe 4 : Fiche d'observation**

ESSAI Niébé

Etude de la sélectivité du VEZIR 240 SL contre les adventices du niébé.

Campagne .....

Nom.....

Stade phenologique.....

Produit.....

Date.....

Répétition.....

JAT.....

N°	Nombre d'adventices							
Traitements								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
Total								
Moyenne								

Annexe 5 : Sélectivité du VEZIR 240 SL au 14<sup>ème</sup> JAT sur les plants de niébé



Photo 1: Témoign non traité



Photo 2: Sarclage manuel



Photo 3: VEZIR 600 ml/ha



Photo 4: VEZIR 200 ml/ha

+



Photo 5: VEZIR 400 ml/ ha



Photo 6: IKOKADIGNE 900 ml/ha