

FACULTE D'AGRONOMIE/ UAM
BP: 10960 Niamey



Projet Assainissement Productif à
Aguié



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieurs des Techniques Agricoles (ITA)

Option : Productions Végétales

THEME :

EVALUATION DE L'EFFET DE L'APPLICATION PERIODIQUE DE L'URINE
HYGIENISEE SUR LA CULTURE DE MIL (*Pennisetum glaucum*)



Présenté par : YAHAYA ILLIASSOU

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

Dr. Guéro Yagi Maître de conférence enseignant chercheur à la faculté d'Agronomie/ UMA/
Niamey

Dr. Dan Lamso Nomaou Maître assistant enseignant chercheur à la faculté d'Agronomie/ UMA/
Niamey

Dr. Baragé Moussa Maître de conférence enseignant chercheur à la faculté d'Agronomie/ UMA/
Niamey

Mr. Kailou Hamadou Ingénieur Sanitaire et Environnement Chargé de Recherche au CREPA-
Niger

Année académique 2008-2009

INTRODUCTION

Au cours de la prochaine décennie, la croissance démographique serait la principale cause d'accroissement de la demande alimentaire dans le monde. En effet, la population mondiale serait de 6,7 milliards en 2050 (Fao, 2007). Cette augmentation qui concernera presque entièrement les pays en développement aura comme conséquence une diminution de la superficie cultivée par tête d'habitant. Ce qui compromettra d'avantage l'autosuffisance alimentaire du monde paysan.

Avec une superficie de 1.267.000 km², le Niger a une population estimée à 11.856.732 habitants en 2004 avec un taux d'accroissement démographique de 3,3% par an (RGPH, 2001) soit le plus élevé de l'Afrique.

Le secteur agricole représente environ 34,8% du PIB et emploie presque 85% de la population active, essentiellement sous la forme d'une agriculture de subsistance (INS, 2007). Le mil est l'alimentation de base de la population nigérienne. En effet il occupe 92% de la production céréalière avec 4870000 ha de terre emblavée (ICRISAT et FAO, 1997).

En 2007 le Niger est le 3^{ème} producteur du mil au monde avec une production de 2781928 tonnes suivi de l'Inde (12670000 tonnes) et du Nigeria (8090000 tonnes) (FAOSTAT, 2008). Ainsi, le mil a toujours joué le rôle de soupape de sécurité alimentaire.

Cependant, la persistance du déficit pluviométrique ces dernières années a focalisé logiquement les travaux de la recherche et du développement sur le problème de fertilité des sols et d'alimentation minérale des plantes. Effet, lorsque les besoins en eau des cultures sont satisfaisants, les paysans du fait des carences en éléments fertilisants, voient leur rendement du mil stagner ou même chuter alors qu'ils espéraient mieux, vu la répartition des pluies. Ainsi, l'agriculture ne répond même aux besoins fondamentaux des producteurs (alimentation, habillement, logement...) d'où le problème de sécurité alimentaire de manière chronique au Niger.

Dans ce contexte, l'adoption des nouvelles technologies simples et accessibles à tous, demeure impérative. C'est dans cette optique que le Projet Assainissement Productif à Aguié a testé avec succès l'hygiénisation et l'utilisation des déchets humains (urines et fèces) comme fertilisants en agriculture.

Au Niger nous avons une seule saison des pluies ne dure que de 3 à 4 mois. Si en cultures maraîchères l'urine peut être utilisée au fur et à mesure de la collecte et l'hygiénisation il faudrait alors la conservée pour une utilisation en saison pluvieuse. Cette conservation pouvant avoir un coût, des stratégies alternatives sont recherchées. Ainsi notre thème intitulé « **évaluation de l'effet de l'application périodique de l'urine hygiénisée sur la culture du mil** » tente de contribuer à la résolution de cette problématique.

Le présent document qui expose les résultats de cette recherche s'articule autour de trois chapitres à savoir :

- Le chapitre I qui fait une revue bibliographique ;
- Le chapitre II qui traite du matériel et méthode utilisés au cours de ce travail,
- Le chapitre III qui expose les résultats et discussion.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. : Généralités sur le département d'Aguié

1.1 : Situation géographique

Arrondissement depuis, 1972, Aguié devient département par la loi 9830 du 14 Septembre 1998 et couvre une superficie de 2800 km² soit 7,26% de la superficie totale de la région de Maradi (DDAT/DC Aguié, 2006). Le département d'Aguié est limité à l'Est par le département de Tessaoua, à l'Ouest par ceux de Guidan Roundji et Madarounfa, au Nord par le département de Mayahi et au Sud par la république fédérale du Nigeria. Il est situé entre les méridiens 7°13' et 8°9' Est et les parallèles 13°13' et 13°45' Nord.

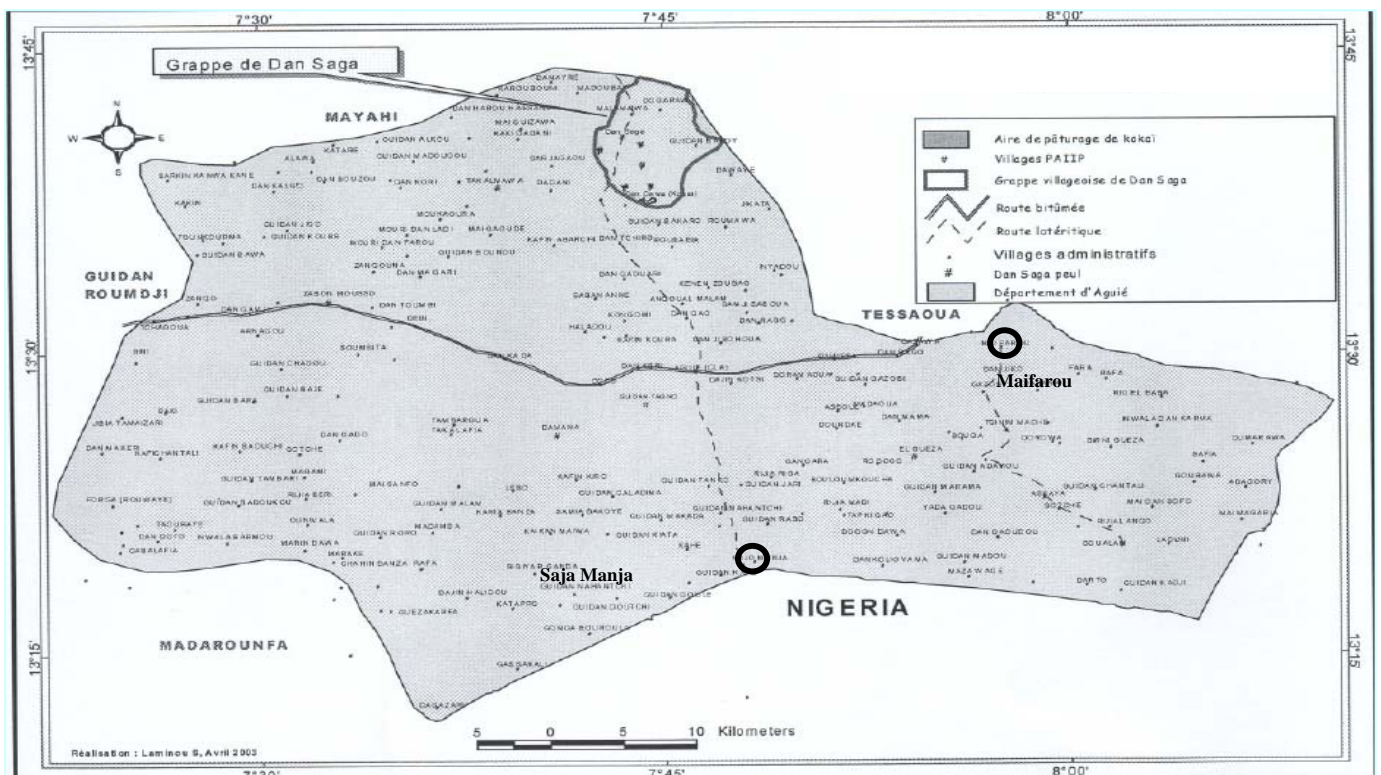


Figure 1 : Carte du département d'Aguié

Sur le plan organisation administrative, le département d'Aguié compte trois (3) communes rurales (Tchadoua, Gangara et Gazaoua), une (1) commune urbaine (Aguié) et un poste administratif (Gazaoua) créé en 1962. La répartition des villages par commune se présente comme suit : Aguié 81 villages ; Tchadoua 55 villages ; Gazaoua 66 villages et Gangara 29 villages (DDAT/DC Aguié, 2006).

1.2 : Aspects physiques

1.2.1 : Relief

Le relief d'Aguié est peu accidenté et les coordonnées altimétriques se situent entre 400 et 460 m, soit une cote moyenne de 430 m comme l'atteste la disposition assez lâche des niveaux. Les singularités géomorphologiques se limite aux vallées de Goulbi N'kaba et de ses

deux affluents : Maifarou (branche orientale) et El Fadama (branche occidentale), (YACOUBA, 2000 cité par Mourtala, 2008).

Le modelé général correspond à un bas plateau recouvert par un manteau à épaisseur variable et formant un système dunaire, plus ou moins aplani, fixé par une végétation steppique. (RAYNAUT, 2001 cités par Mourtala, 2008)

1. 2.2. Sol

On distingue trois types de sols à Aguié

Les sols dunaires peu différenciés ou « Jigawa » en haoussa : ils sont d'une texture sableuse à faible taux d'argile (2%) et occupe la majeure partie du département. Ce sont des sols peu sensibles à l'érosion hydrique du fait du faible ruissellement ; mais sensibles à l'érosion éolienne avec une tendance à l'encroûtement à la surface. Ces types de sols sont faciles à travailler bien qu'ayant une fertilité faible et un taux de rétention en eau bas (DDDA Aguié, 2004) :

Les arbres manifestent une plus grande régénération sur ces sols (YAMBA, 1993 cité par Mourtala, 2008).

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou « Guéza » : d'une texture limoneuse, leur teneur en argile les rend compacts, peu perméables et difficiles à travailler. Du fait de leur faible teneur en matière organique, ces sols sont caractérisés par le phénomène de prise en masse, à la dessiccation et à une tendance à l'induration. Une fois dépourvus de leur couvert végétal, ces sols sont exposés à l'érosion hydrique.

Les sols de bas-fond ou « Fadama » en haoussa : ils sont localisés dans la vallée du Goulbi et dans les dépressions inter dunaire. Ce sont des sols à hydromorphie temporaire formés d'alluvions argilo-sableux, à texture variable, et cohérents à sec. Les « Fadama » sont très riches en argile et en matière organique, et difficiles à travailler. Ces sols sont en général couverts par une importante végétation (Mourtala, 2008).

1.2.3 : Climat

Le département d' Aguié possède un climat de type sahélien caractérisé par une saison pluvieuse de quatre (4) à cinq (5) mois et une saison sèche de huit à sept (8 à 7) mois avec une étroite bande sahélo soudanienne le long de la frontière avec le Nigeria.

Le gradient pluviométrique varie du Nord au Sud de 400 à 600 mm ; ce qui fait du département d'Aguié une des zones les plus arrosées du Niger. Les températures atteignent 45° en saison sèche chaude et descendent jusqu'à 10° en saison sèche froide. Les températures moyennes se situent entre 27 et 29°.

L'évolution du cumul annuel de pluviométrie pendant ces dix (10) dernières années est traduite par la figure 2.

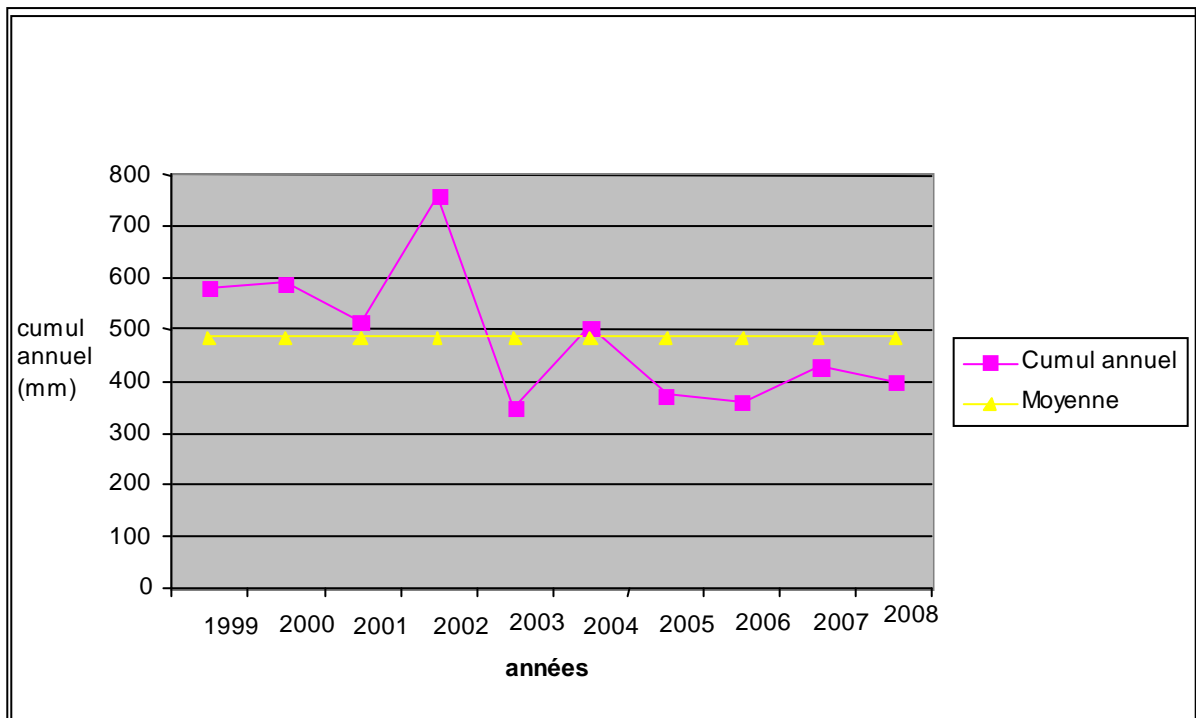


Figure 2: évolution du cumul annuel de pluviométrie sur ces dix dernières années à Aguié

La moyenne inter annuelle sur les dix dernières années à Aguié s'élève à 485.3 mm. On constate qu'à partir de 2004, la pluviométrie annuelle est inférieure à la moyenne.

1.2.4 : Végétation

Le département d'Aguié compte d'importantes ressources végétales. Ces dernières sont essentiellement localisées dans les forêts classées et dans la vallée de Goulbi N'kaba.

Dans les forêts classées, on rencontre les arbres et arbustes suivants : *Sclerocarya birrea*, *Commiphora africana*, *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*...

Quant au tapis herbacé il est composé de *Eragrotis trémula*, *Cenchrus biflorus*, *Brachiara disticophilla*, *Sida cordifolia*...

Les trois forêts classées d'Aguié couvrent une superficie de 14.330 ha soit 5% de la superficie totale du département (DDAT/AC, Aguié, 2004 cité par Mourtala, 2008) repartis comme suit :

- la forêt classée de Dan Kada Dodo : 6.888 ha ;
- la forêt classée de Dan gado : 4.742 ha ;
- la forêt classée de Bakabé : 2.700 ha.

La vallée de Goulbi N'kaba est dominée par *Hyphaene thebaica* ; on note aussi un important parc à *Faidherbia albida* dans toute la partie Sud du département et une forte régénération naturelle, surtout dans la partie Nord couvrant une superficie d'environ 110.000 ha dont 70.000 ha réalisés avec l'appui du PDRAA. (Service Départemental de l'Environnement, Aguié 2003, rapporté par Assama ,2004 cité par Mourtala, 2008).

1.3 : Aspects socio-économiques

1.3.1 : Population

La population d'Aguié s'élevait à 273.926 habitants en 2001 (RGP/H 2001).

Elle est estimée en 2006 à 357.249 habitants dont 182.865 femmes avec un taux d'accroissement de 3,7%. (DDAT/DC Aguié, 2006). Elle est en majorité composée des haoussas ; des peuhls et quelques touareg.

1.3.2 : Activités économiques

1.3.2.1 : Activités agricoles

L'agriculture est la principale activité économique des populations. L'activité agricole couvre 268260 ha sur les 279890 ha soit 96% des superficies cultivables (DDDA Aguié, 2007).

Les techniques culturales sont purement traditionnelles

Les cultures sont essentiellement sous pluies. Les principales cultures sont céréalières (notamment le mil, le sorgho) ; le niébé et l'arachide sont aussi produits dans toute la région où ils constituent les cultures de rente. Ces cultures sont pratiquées sur des grandes superficies par la majorité des producteurs. Les contraintes majeures de l'agriculture de la région sont l'irrégularité des pluies et la baisse de fertilités des sols.

La production maraîchère n'est aussi pas négligeable dans ce département. Elle est pratiquée le long de la vallée de Goulbi'n Kaba. Les principaux produits sont : la tomate, le poivron, l'oignon, la carotte le chou, la laitue. Ils sont non seulement produits pour le besoin familial mais aussi l'excédent est écoulé vers les marchés des villages frontaliers du Nigeria.

Le tableau N°1 expose l'évolution des productions des principales cultures pluviales dans le département d'Aguié ces six (6) dernières années.

Tableau N°1: Production agricole du département d'Aguié sur les six dernières années

Années cultures	Paramètres	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Arachide	Superficies (ha)	164340	170088	183439	172420	180830	193562
	Productions (tonnes)	85188	98765	75550	77775	90595	102394
	Rendements (kg/ha)	528	609	414	451	501	529
Mil	Superficies (ha)	126381	146584	141357	121201	120034	139295
	Productions (tonnes)	40525	40525	52345	44966	37091	44589
	Rendements (kg/ha)	528	609	414	451	501	529
Niébé	Superficies (ha)	90019	98220	106971	106678	168718	193189
	Productions (tonnes)	/	38025	/	19824	31382	57184
	Rendements (kg/ha)	/	385	/	186	186	296
Sorgho	Superficies (ha)	126381	146584	141357	121201	120034	139295
	Productions (tonnes)	40525	40252	52345	44966	37091	44589
	Rendements (kg/ha)	315	404	369	371	309	319

Source:DDDA/ Aguié, 2008

1.3.2.2 Elevage

L'élevage est la seconde activité économique. Elle est à dominance extensive (notamment pendant la saison sèche). Les animaux sont gardés en stabulation pendant l'hivernage par manque d'espace de pâturage. Les principales espèces rencontrées sont les bovins, les ovins, les caprins, les Asins, la volaille et les Equins. Les résidus des cultures et les feuilles des arbres comme le gao sont les principales alimentations du bétail. La plus grande proportion se trouve avec les peuhls (qui font de l'élevage leur activité de survie) mais aussi avec certains Haoussa.

L'évolution du cheptel pour les 3 dernières années est donnée par le tableau n°2.

Tableau N°2: évolution du cheptel du département d'Aguié sur trois dernières années

Cheptel	Bovins	Ovins	Caprins	Camelin	Equins	Asins	total
Années							
2007	142 232	184 183	255 995	13 219	945	17 015	613 589
2008	150 766	190 629	265 854	13417	954	17355	638 975
2009	159 812	197 301	276 400	13 618	963	17 702	665 796

.Source: DDE/IA, 2009

1.3.2.3 Artisanat

Le secteur artisanal est bien avancé car l'essentiel des matériels agricoles (charrue, semoir Batteuse de mil et d'arachide...) proviennent de l'artisanat local.

Il est animé par les tacherons, les forgerons, les cordonniers, les sculpteurs, les maçons, etc.

On y rencontre de petites transformations artisanales des produits agricoles à savoir l'extraction d'huile, la fabrication de la bière du mil, la fabrication de la pâte alimentaire et le tressage des cordes etc.

1.3.2.4 : Commerce

La transaction commerciale se concentre dans trois principaux centres urbains (Aguié, Gazaoua et Tchadoua). Elle concerne surtout des produits agro-sylvo-pastoraux et artisanaux. La position géographique du département d'Aguié lui permet de développer des transactions importantes avec le Nigeria notamment l'Etat de Katsina dont le village de Dan Kama situé à 15 km de la ville d'Aguié avec un important marché.

1.4 Présentation de la structure d'accueil : Le Projet Assainissement Productif à Aguié (APA)

1.4.1. Présentation

Le projet Assainissement Productif à Aguié découle du principe ECOSAN qui dans sa définition littéraire veut dire en anglais : *Ecological Sanitation (Assainissement Ecologique)*. C'est en réalité un système complet d'assainissement qui permet d'associer l'assainissement et l'agriculture pour améliorer le cadre de vie et assurer la sécurité alimentaire des populations. Il est créé en janvier 2009 pour une durée de 12 mois et intervient dans le département d'Aguié au sud du Niger. C'est un Projet rattaché au PPILDA qui est un grand projet de développement rurale basé à Aguié et financé par le FIDA.

L'assainissement productif est une innovation que le PPILDA a testé dans le département d'Aguié en collaboration avec le CREPA Niger. Cette collaboration est aussi appuyée par le SEI notamment pour la capitalisation des résultats du Projet. L'assainissement productif est fondée sur l'idée que les déchets naturels issus des ménages comme les eaux usées, les fèces, les urines et les résidus organiques au lieu d'être des déchets à s'en débarrasser sont tous possibles d'être traités et valorisés dans l'agriculture et ainsi fermer la boucle des nutriments entre la terre et l'homme : c'est le concept **ECOSAN** qui est le nom commun pour toutes les approches qui visent le recyclage productif et sain de ces différents déchets « naturels » issus des activité quotidiennes des ménages (Linus, 2009). En effet, une famille moyenne à Aguié produit par an l'équivalent d'un sac de 50 kg d'urée et d'un sac de 50 kg de NPK (15 :15 :15) à travers les urines et le fèces.

1.4.1.1 : Objectif Global

Le projet Assainissement Productif a pour objectif général, l'amélioration de la productivité agricole et de la santé pour les paysans agriculteurs à travers l'adoption des systèmes d'Assainissement Productif à faible coût.

1.4.1.2 : résultats attendus

1. L'assainissement productif est accepté et montre une amélioration mesurable de la production agricole dans les communauté pilotes (analyse comparative avec d'autres types de fertilisants et avec des parcelles témoin).
2. D'autres acteurs dans le domaine de l'assainissement / agriculture intègrent le concept de l'assainissement productif dans leur travail et leur politique.

1.4.1.3 : Volets du projet

Le projet Assainissement Productif à trois volets qui sont :

- ❖ Le volet agronomique qui s'occupe des modalités de collecte, d'hygiénisation et d'utilisation des déchets humains (urines et fèces) en agriculture ;
- ❖ Le volet social qui assure la sensibilisation des paysans pilotes de l'assainissement productif et
- ❖ Le volet technique qui s'occupe de la construction des ouvrages d'assainissement (latrines et urinoirs aménagés).

1.5 : Les urines humaines hygiénisées

L'urine est une source précieuse de nutriments utilisés depuis les temps anciens pour améliorer la croissance des plantes notamment les légumes à feuilles (Janson et al, 2004 cités par Dio, 2008). La plupart des éléments nutritifs nécessaires aux plantes contenus dans les excréta humains se trouvent dans les urines (Esrey et al, 2001 cités par Dio, 2008). Les nutriments contenus dans les urines sont sous forme ionique et leur disponibilité pour la plante rivalise bien avec l'engrais chimique (Jansson et al., 2004 cité par Dio,2008). L'azote (N) est en grande partie sous forme d'urée (80%) d'ammoniaque (7%) et de créatine (6%) et le restant étant sous la forme amonioacide ou des peptides (Almeida et al., 1999). Cette composition combinée aux activités biochimiques des uréases (Alfred et Nannipieri, 1995) transformant les urées en ammoniaque et en dioxyde de carbone (Vinnera et al, 1999) indique que les nutriments de l'urine peuvent être directement assimilés par les plantes. Le phosphore se trouve essentiellement sous la forme de phosphate inorganique (>95%) et le potassium sous forme ionique (Guyton, 1992 cité par Dio, 2008).

En revanche la quantité de métaux lourds dans l'urine (**Cu, Cr, Ni, Zn, Pb,...**) est faible. Les urines s'utilisent mieux comme engrais direct pour les cultures demandeuses d'azote (N) et les légumes à feuilles (Dembélé, 2008). Un litre d'urine contient en moyenne 5 g d'azote (N).

1.6 : Collecte et hygiénisation des urines

1.6.1 : Collecte

L'urine est collectée dans des bidons avec entonnoir et ampoule installés dans certaines ménages et ou des bidons installés au niveau des latrines ayant un dispositif spécial de collecte des urines construites par le projet AP dans les ménages de certaines catégories des personnes dénommées vulnérables. L'urine collectée est stockée dans les mêmes bidons jusqu'au minimum 30-45 jours au villages avant d'être utiliser comme fertilisant.

Les photos ci-dessous indiquent les différents dispositifs de collecte de l'urine humaine



Photo1 : latrine à compost pour la collecte séparée des urines et des fèces



Photo2 : collecte d'urine avec bidon



Photo3 : Urinoir aménagé

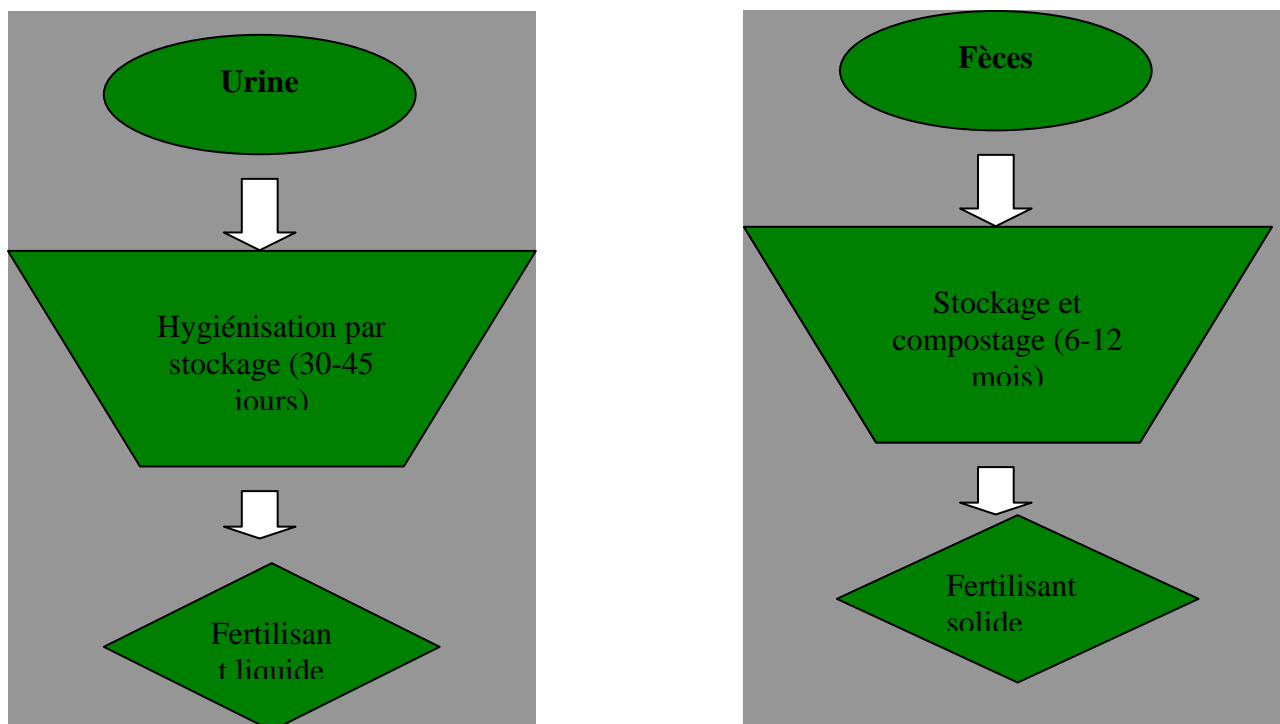


Photo4 : latrine sèche avec urinoir

1.6.2 : Hygiénisation

Après la collecte, les bidons, une fois remplis, sont hermétiquement fermés de façon à empêcher tout échange gazeux avec l'extérieur pouvant entraîner la volatilisation de l'azote. Ce qui provoque une élévation du pH, de la température et des conditions d'anaérobies. Cela crée un milieu défavorable aux germes pathogènes. Ce processus permet au bout de 30-45 jours de réduire le taux de germes pathogènes présents au moment de la collecte (Comoe, 2005 rapporté par Dembélé, 2008). Il permet donc d'hygiéniser l'urine d'où le terme «[urine hygiénisée](#)».

La figure 3 traduit les différentes étapes de l'assainissement écologique des déchets humains.



La figure 3 : Différentes étapes de l'assainissement écologique

1.7: GENERALITES SUR LE MIL

1.7.1 Importance et évolution de la culture du mil

Le mil est une culture très importante pour les habitants des régions tropicales semi-arides de l'Afrique et de l'Asie. Il est classé dans le groupe des céréales secondaires. Il occupe le sixième rang en termes de superficies cultivées en céréales pour la campagne 2003-2004 d'environ 82 millions d'hectares dont 57% en Afrique et 37% en Asie (FAO/STAT, 2002 cité par CMA/AOC, 2005 cité par Athman, 2008).

On estime que le mil a été domestiqué certainement il y'a 4000 ans au Sud du Sahara où existent des centres primaires de diversité renfermant des espèces cultivées et des espèces sauvages fertiles. De là, il s'est diffusé en Afrique de l'Est et par la suite ensuite étendue en Inde puis en Afrique australe il y a 2000 ans (Annonyme1, 2009).

La plus grande diversité morphologique du mil s'est produit en Afrique de l'Ouest, au sud du Sahara, et au nord de la zone forestière (Clément, 1985; Tostain et *al*, 1987 cité par Annonyme1, 2008). L'Inde est considérée comme le centre secondaire de diversité (Brunken et *al*, 1977 cités par Annonyme1, 2009).

Plante relativement rustique, le mil s'adapte bien à diverses conditions édapho-climatiques difficiles et joue un rôle important dans la sécurité alimentaire des régions tropicales semi-arides. La plante pousse surtout dans les zones tropicales sèches où la pluviométrie varie entre 200 et 800 mm répartie sur 3 à 6 mois. Il a le plus grand potentiel de rendement en conditions de sécheresse et de températures élevées (Annonyme2, 2009).

L'Afrique assure près de la moitié de la production mondiale, 70% de cette production se situe en Afrique occidentale dans la zone Sahélienne. C'est la grande zone de consommation et d'échanges lorsque les récoltes le permettent (CMA/AOC, 2005 cité par Athman, 2008).

Au Niger, le mil est essentiellement cultivé pour ses grains mais aussi pour la paille. C'est une culture vivrière traditionnelle qui occupe le premier rang dans la production agricole. Le Niger produit avec le Nigeria environ le ¼ de la production mondiale (Mémento de l'Agronome, 2002).

Le mil est fortement utilisé pour la consommation humaine. Il sert aussi dans l'industrie agro-alimentaire (biscuiterie, composant d'aliments de haute qualité nutritionnelle, fabrication de boissons alcoolisées, etc.) et l'alimentation animale.

1.7.2 Aspects botaniques

1.7.2.1 Systématique

Parmi les divers noms du mil issues de la taxonomie la dénomination *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., est la plus ancienne et la plus utilisée par les institutions de recherche sur le mil.

Le genre *Pennisetum* comprend environ 140 espèces, dont leur spécificité est la présence d'involucre à soies libres. Elles appartiennent à la famille des *Poacées*, sous-famille des *Panicoideae*.

Sur la base des épillets qui sont organisés en groupes entourés par l'involucre, Stapf et Hubbard (1934) et Bor (1960) ont placé ce genre dans la tribu *Paniceae*.

Le genre *pennisetum* est divisé en cinq sections, le mil appartient à la section *penicillaria*, qui se caractérise par un rachis cylindrique du faux épi et par la présence d'une touffe de poils sur l'apex des étamines.

Dans cette section on a trois sous espèces au sein de l'espèce *Pennisetum glaucum* : *P. glaucum subsp. glaucum*, le mil cultivé ; *P. glaucum subsp. Violaceum*, la forme sauvage; *P. glaucum subsp. Sieberianum*, qui rassemble les formes intermédiaires issues d'hybridations naturelles entre formes cultivées et formes sauvages (Van Der Zon, 1992 cité par André et al., 2007).

1.7.2.2 Caractères morphologiques

- **Les racines** sont fasciculées et prennent naissance sur les entre-nœuds très courts de la base des tiges. Elles sont minces et portent de fines radicelles. Il y'a une grande concentration racinaire dans les horizons superficiels du sol ce qui forment un chevelu très important.
- **Les tiges** sont formées d'entre-nœuds de 1 à 1,5 cm de diamètre chez les variétés traditionnelles et de 0,5 chez les mils sélections (Vossen, 1979).

La tige principale ou **brin maître** porte **des talles** qui sortent du **niveau de tallage** qui se trouve à la base de la plante. Il est constitué de plusieurs bourgeons. Une touffe peut comprendre un nombre de talles important : 5 à 15 au stade adulte suivant les variétés. Le mil

émet parfois des ramifications sur les nœuds supérieurs de la tige et donnent des panicules de petites dimensions. Les talles peuvent donner des grains si les conditions d'humidité restent favorables.

- **Les feuilles** sont, longues, étroites, disposées alternativement l'une et de l'autre par rapport à la tige et engainantes. Le limbe varie de 30-100 cm, les nervures sont parallèles. Au-dessous du limbe et de la gaine se trouve la ligule qui est courte et très ciliée.
- **L'inflorescence** est terminale, longue de 20 cm jusqu'à 1,5 m, épais de forme variable, c'est une panicule dense ou faux épi, les épillets sont contractés ce qui donne l'impression d'être un épi. On observe en générale deux à trois fleurs par épillet, une fleur mâle située dans la position inférieure, imparfaite, l'autre (ou les autres) généralement bisexuées et fertiles. Chaque épillet est soutenu par 25 à 90 poils raides dont l'ensemble forme un involucre de soie.

Les fruits sont **des caryopses**, enveloppés dans des membranes que sont les glumes et les glumelles. Les graines sont de 3 à 5 mm de long, globuleuses à elliptiques, de couleurs blanches, jaunâtres ou grises. Elles sont densément réparties sur l'épi.

1.7.2.3 Caractères biologiques

Le mil est une plante annuelle dont la croissance et le développement, passent par 4 principales phases ou stades phénologiques :

- Phase de germination et levée ;
- Phase de tallage et montaison ;
- Phase d'épiaison et de floraison ;
- Phase de maturation ;

Chacune de ces phases à une durée variable suivant les variétés.

C'est une plante à métabolisme photosynthétique en C4. Le mil résiste à la sécheresse par une meilleure fermeture des stomates, une diminution des surfaces foliaires (ce qui limite la transpiration), un système racinaire développé et par le pouvoir qu'elle possède d'arrêter sa croissance. Après la levée, le mil peut résister très fortement à la sécheresse en attendant le retour de la pluie (Chopart, 1990 cités par Tostain, 1993). Le mil est une plante monoïque à pollinisation souvent anémophile. La fécondation est protogynique avec un pourcentage d'allogamie supérieur à 75 pour cent.

1.7.3.1 Exigences écologiques

Le mil est cultivé en zones chaudes et sèches grâce à sa résistance à la sécheresse et à son adaptation aux sols sableux de ce fait qu'il constitue une des plus importantes céréales pour ces zones (Anonyme2, 2009).

- *Besoins en chaleur* : Le mil est exigeant en température et redoute le froid humide. Le zéro de végétation est de 15 °C environs. La température optimale est de 30 à 33°C (27 à 30°C selon les autres sources) et la température maximale est de 38 à 40°C. Le

mil résiste aux températures élevées même durant les périodes de sécheresse (Vossen, 1979).

- *Besoins en eau* : Pour germer le grain de mil n'a pas de gros besoins en eau. La seule période critique pour l'eau est l'épiaison. Le manque d'eau à ce moment précis provoque l'avortement des panicules. Une pluviométrie de 350 mm, bien répartie sur 75 jours au minimum, peut assurer une récolte de mil satisfaisante. Le rendement diminue aussi quand la pluie devient trop excessive (Vossen, 1979).
- *Besoins en lumière* : Le mil est une plante de pleine lumière qui ne peut pas pousser normalement à l'ombre. Bien qu'utilisant la lumière le mil cultivé sélectionné ne connaît pas de photo- respiration. Mais le mil qui a la capacité de produire de grandes quantités de matière sèche n'est pas capable de convertir cette matière sèche au maximum en une grande production de grains (Vossen, 1979).
- *Besoins en sol* : Le mil est une plante rustique, peu exigeante du point de vue de la fertilité mais sensible au type de sol. Ainsi, les meilleurs terrains à mil sont sableux ou argilo-sableux, un peu humifères, à pH légèrement acide et contenant de l'azote et de potasse (Adda, 1994). Cette culture préfère les sols profonds, aérés, peu compacts et bien drainés (il redoute l'eau stagnante). Dans les bas-fonds, elle souffre d'excès d'eau. Le mil talle peu ou pas du tout sur les sols durs, les sols lourds et dégradés (Anonyme2, 2009).

1.7.3.2 Conduite de la culture

Malgré sa rusticité, la culture du mil exige un minimum de soins culturaux comme le démariage précoce et le sarclage régulier, et un sol fertile. On rencontre les techniques suivantes dans le calendrier cultural :

- ❖ **La préparation du sol** : Elle peut se faire dès les premières pluies, par un labour à plat. Le mil répond bien au labour, avec une augmentation de rendement de 50 à 100%. A défaut un scarifiage est suffisant. En sol très sableux, la préparation du sol avant semis n'est pas prioritaire. Il vaut mieux labourer les sols sablo-argileux plus compact où l'eau pénètre plus difficilement. Si on craint l'inondation, cette préparation du sol devra être complétée par un billonnage.
- ❖ **Le semis** : Le mil se multiplie par semis direct. Le semis se fait en ligne et en poquet à 2 cm de profondeur. L'écartement du semis est de 0,80 m entre lignes et 0,80 m sur la ligne, soit 15.600 poquets par hectare. Au Niger, en sols sableux, on sème à 1 m x 1 m soit 10.000 poquets/ha.
- ❖ **Les entretiens** : Dans la première quinzaine qui suit le semis et jusqu'à la fin de la culture, les opérations suivantes sont réalisées en vue d'optimiser le rendement. Il s'agit du :
 - Remplacement des manquants par ressemis. Il faut essayer d'obtenir la densité de plantes optimale, c'est à dire au minimum 1 à 1,2 poquets de mil par mètre carré. Après une pluie abondante, on pourra aussi repiquer les plants provenant des poquets très fournis dans les poquets encore vides ;

- Démariage à trois plants par poquet. Il a lieu en même temps que le premier sarclage et le remplacement des manquants. Un retard au démariage risque de limiter le tallage car il y a alors concurrence entre les pieds ;
- Les sarclages pour détruire les mauvaises herbes. Le premier sarclage doit être effectué précocement au plus tard 15 à 20 jours après le semis. Le deuxième sarclage aura lieu 20 à 30 jours après le premier. Le troisième sarclage est parfois effectué, pour les variétés tardives. Il faut limiter au maximum l'enherbement qui puise une partie des réserves en eau du sol ;
- Buttage : lors du second sarclage on peut aussi effectuer un buttage cloisonné dans les parcelles à fort ruissellement ;
- ❖ **Fertilisation** : le besoin en fumure organique est de 15 à 20 T de fumier à l'ha qui sera enfouis lors de la préparation du sol (labour). La fumure minérale est essentiellement apportée par l'azote qui est le pivot de la fumure du mil. On estime qu'il faut apporter une fumure d'entretien 100 kg/ha de N (urée). Cet azote n'est complètement valorisé que si les quantités de phosphore et de potassium disponibles pour la plante sont suffisantes. Elles sont apportées par le NPK (15-15-15) avant la préparation du sol ou être épandu au semis dans le cas échéant.

- Récolte : Elle peut débuter dès que les grains de la base des panicules sont durs. On couche les tiges et on coupe les panicules au couteau. Les panicules coupées sont alors rassemblées en bottes. Elles sont ensuite placées dans des grainiers en pailles ou en banco surélevés par rapport au niveau du sol. La suite des opérations consistera au battage des épis pour enlever les glumes et les glumelles. Le triage des grains pour enlever les impuretés, suivi de l'ensachage dans des sacs de 100 kg.

1.7.4 Culture du mil

➤ Variétés cultivées

Les variétés de mil cultivées se repartissent généralement en variétés à cycle végétatif court ou variétés hâtives et en variétés à cycle long ou variétés tardives. Le Niger qui est un centre de diversification (Sentens, 1978) en possède plusieurs variétés de ces deux grands groupes :

Les mils tardifs (120 à 130 jours) : Maiwa ou Sommo, photosensibles, ils fleurissent en fin septembre dans les conditions du Niger. Ils sont surtout cultivés dans la partie sud du pays où la pluviométrie est généralement suffisante pour leur permettre d'accomplir leur cycle de développement. Leur contribution dans la production globale est inférieure à 10% (Jika et al, 1985 cités par Jika, 1993).

Les mils précoces (cycle 80 à 95 jours) : Tamangaji, Ankoutess, Ba angouré, Zongo, Batoukouché, Boudouma, Haini kirey, Gerguera, P3 Kollo, HKP, etc. , peu sensibles à la photopériode, ils fleurissent aux environs de 60 jours après le semis. La majeure partie de la production de mil du pays (90 à 92%) provient des variétés de ce groupe ; leur cycle cadre bien avec la durée de la saison des pluies.

Les variétés améliorées mises au point par l'INRAN et actuellement vulgarisées ou en pré-vulgarisation au Niger peuvent être classées en groupe à cycle intermédiaire (86 à 95 jours) et groupe à cycle court (80 à 85 jours).

➤ **Systèmes de culture**

Dans le système de production traditionnel, le mil est essentiellement cultivé en association avec d'autres espèces. Les associations les plus fréquemment rencontrées sont les suivantes (Jika, 1993)

- ❑ Mil-niébé : Mode d'association régulièrement pratiqué dans toutes les exploitations agricoles, mais prédominant dans l'ouest et le centre du pays.
- ❑ Mil-sorgho : Association courante dans le centre du pays, ce type d'association intervient généralement après une mauvaise levée du mil. Cette pratique permet de compenser, en semis croisés, les poquets manquants de mil.
- ❑ Mil-arachide : Association moins courante mais pratiquée dans le centre et l'est du Niger. Ces types d'associations utilisés, permettent de garantir un minimum de production alimentaire par unité de surface. (Santens P.

1.7.5 : Production au Niger

Situé dans la zone tropicale sèche, le Niger bénéficie annuellement d'une saison de pluie allant de juin à septembre avec généralement un maximum de précipitation au mois d'août. Les isohyètes, passent de 850 mm environs dans l'extrême sud du pays à 50 mm dans le nord. La zone utile de production agricole s'étend de la frontière sud à l'isohyète 250 mm. Dans cette bande de terre relativement large, le mil représente la culture principale. Environ 3 500 000 hectares de terres dunaires lui sont régulièrement consacrés (Jika, 1993).

Le tableau 1 donne la quantité de la production et les superficies cultivées sur 10 ans (1998-2007) le tableau N°3 indique l'évolution de la production du mil et de la superficie (en milliers) au Niger de 1998 à 2007.

Tableau N° 3 Evolution de la production du mil et de la superficie emblavée

Années	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Productions (milliers tonnes)	2391.3	2289.7	1678.6	2358.7	2504.0	2744.9	2037.7	2652.2	3015.3	2781.9
Superficies (milliers hectares)	5366.0	5351.2	5151.4	5231.9	5576.5	5771.3	5604.4	5903.7	6213.7	6170.2

Source : I N S, Département des productions vivrières.

L'évolution de la production globale de mil au Niger de 1998 à 2008 (en milliers de tonnes) montre une alternance de baisse et d'augmentation de la production ce qui est liée à plusieurs facteurs. La production de mil est étroitement liée à l'importance, mais surtout à la répartition des pluies dans l'espace et le temps. L'augmentation de la production est surtout le fait de l'accroissement progressif des superficies emblavées que de la vulgarisation en milieu paysan (variétés améliorées, densité de semis, engrais, traitements phytosanitaires, etc.). Le

rendement moyen des cultivars locaux dans le système de production traditionnel ne dépasse guère 500 kg à l'hectare (Jika, 1993).

1.7.5 : Contraintes à la culture du mil au Niger

Elles sont d'ordres environnementales, biotiques et socio-économiques.

La culture est généralement pratiquée dans des conditions de pluviométrie faible et irrégulière. Les sols sont peu fertiles car lessivés, pauvres en matière organique et sans apport d'engrais chimiques.

La culture subit aussi l'infestation de *Striga*, des attaques parasitaires (mildiou, Charbons, Ergot...), des dégâts causés par les insectes (mineuse des chandelles, boreurs des tiges, acridiens...) et les oiseaux. Si l'incidence des maladies signalées, sur les rendements en grain est assez faible, cependant, les dégâts occasionnés par les insectes sont parfois inquiétants. L'eau et les éléments nutritifs constituent les principaux facteurs limitant de la production du mil au Niger (INRAN, 1985, 1987 cité par Adda, 1994).

La culture du mil est surtout l'activité des paysans ne disposant pas de moyen suffisants pour investir dans les activités agricoles. Ils pratiquent une agriculture extensive avec peu d'utilisation d'intrants.

La pression démographique a entraîné une diminution de la période de jachère et, conséquemment, de la fertilité des sols, ainsi qu'une expansion de l'aire de culture du mil par l'exploitation de terres encore plus marginales. Dans ces conditions de culture extensive, les rendements sont généralement bas.

Chapitre II : MATERIELS ET METHODE

2.1 : Matériels

2.1.1 Matériel végétal

La variété de mil zatib constitue le seul matériel végétal utilisé. Ces caractéristiques sont les suivantes : (ROCAFREMI- ICRISAT- Direction de la coopération Suisse, 2002) ;(Sentens. P, 1978)

C'est une variété obtenue par sélection récurrente à partir du croisement entre les cultivars locaux Zanfawara et Tchib Bijini, originaire de l'INRAN.

La floraison se fait à 60 jours après semis et la maturité intervient à 95 jours. La Taille de la plante est environ de 190 à 200 cm, les talles sont de 4 par plante. La forme de l'épi est cylindrique et compacte, elle est longue 65 cm avec une circonférence de 9 cm.

la graine est de couleur gris jaunâtre, de forme ovale. Le Poids de 1000 graines est de 10,5 grammes.

La variété zatib est sensible à certains ravageurs notamment les foreurs de tige mais sensible aux chenilles de l'épi et résistante au mildiou.

Le rendement en grain est de 1,5 à 2,0 tonnes /hectare et celui en matière sèche 6,0 tonnes à l'hectare. L'indice de récolte est de 27%.

2.1.2 : Matériel technique

Le matériel technique est constitué

- des bidons de 25 L pour la collecte l'hygiénisation et le stockage des urines humaines ;
- de la fumure de parcage pour marquer les poquets ;
- d'un mètre ruban pour la délimitation des parcelles, la mesure de la hauteur des plants ;
- d'un rayonneur pour tracer les lignes ;
- d'un seau gradué, le gobelet, les gans, les cache-nez, pour l'application de Takin Ruwa (engrais liquide = urine hygiénisée);
- d'un appareil photo numérique Power Shot A80 pour la prise des photos ;
- des balances pour les différentes pesées
- d'une moto pour les déplacements sur les différents sites

2.1.3 Matériel fertilisant

L'urine humaine hygiénisée constitue le seul matériel fertilisant. Cette fertilisation organique a été faite à partir de l'urine humaine collectée dans le village où l'essai est conduit.

2.2 Méthodes

2.2.1 : Sites D'essais

L'essai est conduit dans le village de Saja Manja village situé à 14 km au sud-est de la ville d'Aguié. C'est l'un des villages les plus arrosés du département d'Aguié. Le sol est de type sablonneux. Les raisons du choix de Saja Maja sont entre autres : le village de est réputé pour la culture maraîchère et selon la répartition zonale des variétés par le projet PPILDA, la variété zatib produit mieux dans la partie sud du département d'Aguié.

2.2.2 : Préparation du terrain et conduite de l'essai

Après le défrichage et le dessouchage, un sarclage de l'ensemble de l'espace prévu pour l'expérimentation a été effectué avant le semis. Le sarclage est fait à la hilaire.

2.2.3 : Dispositif expérimental

L'essai est constitué de deux blocs randomisés aléatoires complets avec deux répétitions. Les blocs sont constitués de quatre (04) parcelles élémentaires constituant les traitements. Les parcelles ainsi que les blocs sont espacés de deux mètres.

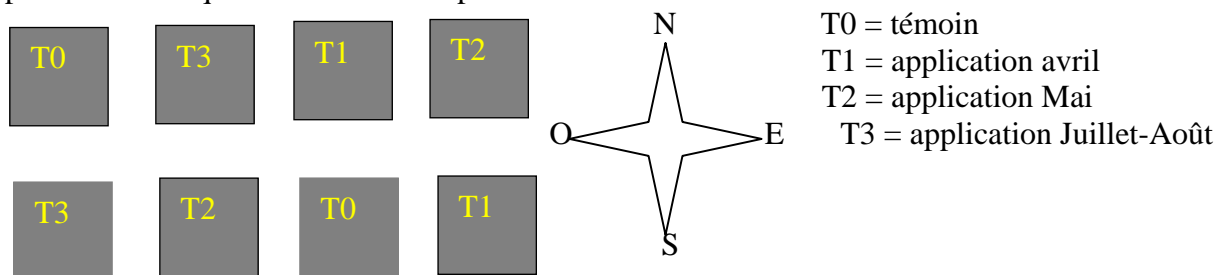


Figure N°4 Schéma du dispositif de l'essai

2.2.4 : Semis

Le semis est fait à la main, l'écart est de 1m *1m entre les poquets et entre les lignes. Ces dernières sont tracées avec un rayonneur à écartement fixe : 1m et à double ligne. Le semis a été effectué le 15/06/09 après une pluie de 18 mm.

2.2.5 : Entretien

Les travaux d'entretien sont constitués du démariage du contrôle des adventistes et ennemis de culture.

- ✓ Le démariage qui consiste à diminuer la densité du mil au niveau des poquets pour ne laisser que trois plants. Il a été effectué deux semaines après le semis et est couplé au premier sarclage ;
- ✓ Contrôle des adventistes : il a été effectué au besoin durant toute la conduite de l'essai, trois sarclages ont été effectués ;
- ✓ Contrôle des ennemis de culture : il a consisté surtout à combattre les criocères et est effectué à deux reprises avec le Titan chaque deux semaines entre les traitements.

2.2.6 : Fertilisation

L'essai est conduit en milieu paysan, les traitements sont des apports localisés de un (1) litre de l'urine hygiénisée par poquet de mil. Les apports sont effectués de la façon suivante : Pendant la saison sèche (Avril et Mai), un litre d'urine hygiénisée est appliqué par poquet dans deux parcelles élémentaires par mois ; traitements **T1** et **T2**. Dans le souci d'identifier les poquets au moment du semis, un poignet de fumure de parcage d'environ (50g) a été apporté par poquet même dans les parcelles témoins (**T0**).

Pour le traitement de juillet-août (**T3**) la dose d'urine de un litre a été fractionnée en deux (02). Une première dose de ½ litre de l'urine hygiénisée diluée dans les proportions 50% avec de l'eau au début du tallage et un autre au début de la montaison. Ces doses sont apportées après une pluie utile d'au moins 15 mm.

2.2.7 : Observations et mesures

2.7.1 : Pourcentage de levée : Il est évalué pour l'ensemble de la parcelle et est exprimé en pourcentage des poquets levée. Il est apprécié sept (7) jours après le semis. Par la suite le reste du suivi a été effectué au niveau des seize (16) poquets de chaque parcelle choisis au hasard en évitant l'effet bordure.

2.7.2 : Vigueur à la levée : C'est une appréciation visuelle qui permet d'évaluer la vigueur des plants après la levée. Elle est évaluée deux semaines après le semis. Les poquets sont notés selon l'échelle suivante :

0. pas de levée ;
1. très mauvaise vigueur ;
2. Vigueur médiocre ;
3. Vigueur passable ;
4. Vigueur moyenne ;
5. Excellente vigueur.

2.7.3 : Tallages : Son évolution est suivie chaque semaine au niveau des seize (16) poquets de chaque parcelle élémentaire préalablement choisis. Il est compté le nombre des talles secondaires chaque semaine du début tallage jusqu'à trouver un nombre constant.

2.7.4 : Date de 50 % montaison : Elle est atteinte lorsque la moitié des poquets suivis arrivent au stade montaison.

2.6.5 : Hauteur des plants : Elle est mesurée chaque semaine au niveau de chacun des seize poquets suivis dans chaque parcelle, du début de la montaison jusqu'à la maturité. Elle est mesurée du ras du sol jusqu'au point d'attache de la gaine de la dernière feuille.

2.7.6 : Date de 50 % floraison : Elle est atteinte lorsque la moitié des poquets suivis arrivent au stades floraison.

2.7.7 : Date de 50 % maturité : elle est atteinte lorsque la moitié des poquets suivis arrivent au stade de maturité technologique.

2.7.8 : Longueur des épis : Elle est mesurée de la base au sommet de l'épis.

2.7.9 : Rendement en grains : Après la récolte, le battage ainsi que le pesage de la production ont été fait par poquet et le rendement est exprimé en kg/ha.

2.7.10 Rendement en biomasse sèche: Après la récolte, les plants des seize (16) poquets suivis sont coupés au ras du sol et séchés au soleil pendant une semaine à dix (10) jours le pesage a été fait par poquet et le rendement est exprimé en kg/ha.

2.7.11 : Taux d'enherbement : Il est évalué dans des carré d'observation (trois carré de 1 m² / parcelle). Il exprime le taux de recouvrement en mauvaises herbes de la parcelle.

2.7.112 : Traitements des données : les données ont été traitées à l'aide du logiciel excel par la méthode d'analyse de variance a un seul facteur et la méthode de P.P.D.S.

Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Effet des traitements sur la levée

La levée a été effective (100%) sur les parcelles n'ayant pas été traitées (témoin et T3) pendant qu'elle est de 92,8 et 95,83 respectivement au niveau de T1 et T2.

Ainsi, l'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil 5%. La comparaison des moyennes par la méthode de P.P.D.S (5,29) montre que les traitements T0, T2 et T3 se trouvent dans le même groupe homogène. Cependant, il est à noter que le semis était suivi d'une période de sécheresse de dix-sept (17) jours et qu'il n'y a pas eu de remplacement de manquants. A la reprise de précipitations, certains poquets ont poussé dix-neuf (19) jours après le semis (JAS). L'urine aurait agi comme stabilisateur sur le processus de germination au niveau du traitement T1 et T2. Ce qui confirme l'effet conservateur de l'urine hygiénisée rapporté par Dembélé, 2008.

3.2 Effet des traitements sur la vigueur à la levée

C'est une appréciation visuelle de la vigueur des plants qui est faite deux semaines après la levée. Ainsi, comme pour le taux de levée, les meilleures valeurs de vigueur ont été observées au niveau des parcelles non traitées avant le semis qui ont une vigueur excellente (100%) suivies de T1 et T2 avec respectivement 85 et 85,4%. Le reste des poquets de T1 et T2 ont une vigueur moyenne à passable. Ces résultats montrent que l'urine apportée au champ un à deux mois avant le semis continue d'avoir effet sur la culture du mil.

3.3 Effet des traitements sur le tallage

La figure n°5 montre le nombre de talles par poquet et par traitement

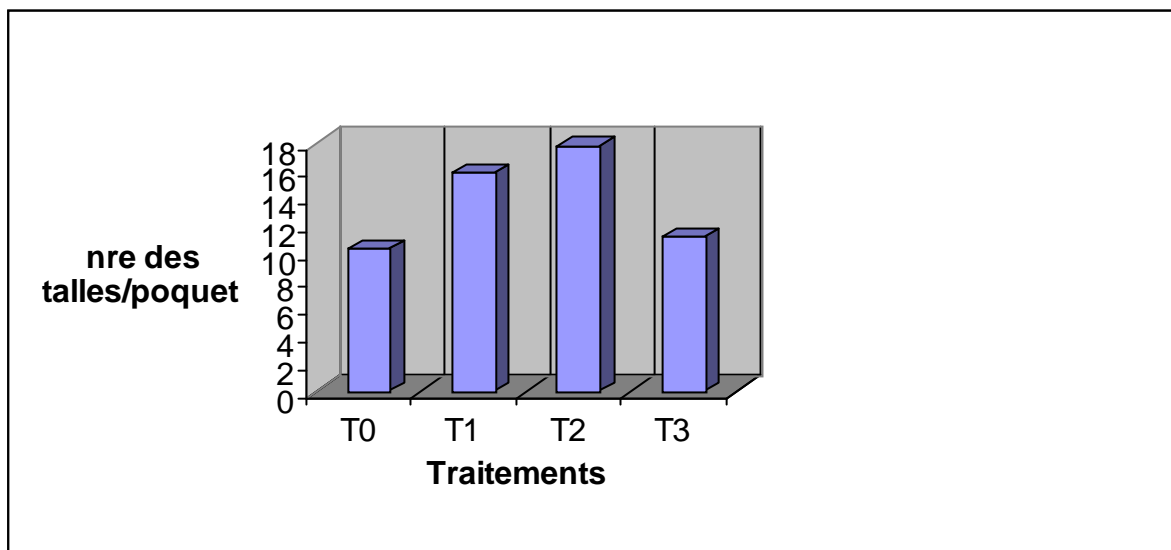


Figure 5 : Nombre de talles par poquet

L'analyse de variance montre qu'il n'existe pas de différence significative entre les traitements au seuil de 5%. Néanmoins, les traitements T1 et T2 semblent être plus performants quant à la production de talles avec respectivement 5,5 et 7,7 talles supplémentaires par rapport au témoin et 4,66 et 6,6 talles de plus que T3. L'urine hygiénisée apportée un à deux mois avant le semis favorise la production de talles. Notons également que ce stade a connu une rareté de pluies pendant treize (13) jours et une infestation sévère du criocère. Cela pourrait être préjudiciable au nombre de talles fertiles.

3.4 : Effet du traitement sur la montaison

❖ Effet du traitement sur la date de 50% montaison

Le nombre des plants au stade de montaison a été compté chaque semaine à fin de déterminer la date où 8/16 des poquets suivis arrivent au stade montaison. Le tableau n°4 indique les dates de 50% montaison par traitement.

Tableau N°4 : Date de 50% montaison par traitement

Traitements	T0	T1	T2	T3
Date de 50% montaison (JAS)	45,5	55,5	51	41

L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements au seuil de 5%. Néanmoins, la date de 50% montaison est atteinte le plus tôt sur les parcelles n'ayant pas été traitées avec l'urine hygiénisée jusqu'à la date du semis. Elle est aussi précoce au niveau de T3 que chez le témoin (41 JAS contre 45.5 JAS). Ces résultats sont similaires à ceux de Athman, 2008 (48 JAS).

❖ Effet du traitement sur la hauteur des plants à la maturité :

La hauteur des plants a été suivie chaque semaine du début de la montaison jusqu'à la récolte au niveau de chaque parcelle élémentaire. Les résultats sont traduits par la figure n° 6.

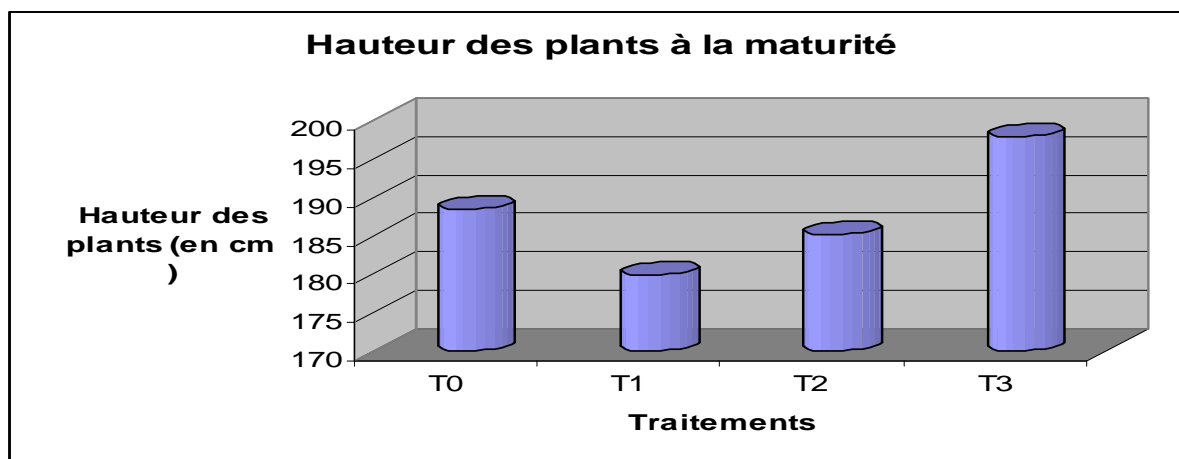


Figure 6 : hauteur moyenne des plants par poquet

L'analyse de variance montre qu'il n'y a de différence significative entre les traitements pour la hauteur des plants au seuil de 5%. Cependant, les traitement T0 et T3 (188,53 et 197,96 cm) ont donné des plants plus élancés contre 176,54 et 185,21 cm pour T1 et T2. Ceci peut s'expliquer par les moments difficiles vécu après le semis et pendant le tallage. L'urine hygiénisée utilisée comme fertilisant un à deux mois avant le semis n'a pas favorisé l'élongation des plants car cette variété peut atteindre 200 cm dans de bonnes conditions culturales.

3.5 : Effet du traitement sur la floraison

Le nombre de plants au stade de floraison a été compté chaque semaine à fin de déterminer la date où 8/16 des poquets suivis arrivent au stade floraison. Le tableau n°5 montre les dates de 50% floraison par traitement en jours après le semis (J A S).

Tableau N°5 : Date de 50% floraison par traitement.

Traitements	T0	T1	T2	T3
Date de 50% floraison (JAS)	74	80	77	70 ,5

L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements au seuil de 5%. Cependant, les parcelles n'ayant pas reçu l'apport de l'urine hygiénisée jusqu'au semis ont atteint leur date de 50% floraison le plus tôt que les autres (T1, T2). Cette date est atteinte 70 JAS sur T3. L'urine hygiénisée apportée au stade de tallage-montaison accélère le développement de la culture du mil. Toutefois, ces résultats sont distincts de ceux contenus dans la fiche technique de la variété Zatib (floraison 60 JAS).

3.6 : Effet du traitement sur la date de 50% maturité

Le nombre de plants au stade de maturité a été compté chaque semaine à fin de déterminer la date où 8/16 des poquets suivis arrivent au stade de maturité technologique. Le tableau n°6 montre les dates de 50% maturité par traitement en jours après le semis (J A S).

Tableau N°6 : Date de 50% maturité par traitement

Traitements	T0	T1	T2	T3
Date de 50% maturité (JAS)	83	93,5	93,5	80

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil de 5%. La comparaison de moyennes par la méthode de P.P.D.S (1,88) montre que les traitements T1 et T2 sont homogènes. Le traitement T3 est différent de T0 avec une avance de 3 jours qui lui-même diffèrent de T1 et T2 avec 10,5 jours d'avance. L'urine hygiénisée a donc accéléré la maturation sur la culture du mil pour l'apport direct.

3.7 : Effets des traitements sur le nombre des talles fertiles (nombre d'épis récoltés/poquet)

Il est compté au niveau de chaque parcelle le nombre d'épis récoltés par poquet. La moyenne des épis récoltés par poquet est indiquée dans le tableau n° 7

Tableau N°7 : Nombre d'épis par poquet/traitement.

Traitements	T0	T1	T2	T3
Nombre d'épis récolté/poquets	3,09375	4,9375	5,71875	5,8125

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil de 5%. La comparaison de moyennes par la méthode de P.P.D.S (1,75).montre que les

traitements T1, T2 et T3 sont statistiquement homogènes. Par contre, ils sont tous différents de T0 avec des suppléments d'épis récoltés par poquet respectifs de 1,84, 2,62 et 2,72.

3.8 : Effets du traitement sur la longueur des épis :

La longueur des épis est mesurée après la récolte sur les épis des poquets suivis au niveau de chaque parcelle élémentaire. Elle est mesurée de la base au sommet de l'épi. Le tableau n°8 indique la longueur des épis par traitement.

Tableau N°8: Longueur des épis par traitement (en cm)

Traitements	T0	T1	T2	T3
Nombre des épis (cm)	56,37	61,09	63,875	63,56

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil de 5%. La comparaison de moyennes par la méthode de P.P.D.S (5,4) montre que les traitements T1, T3 et T2 sont statistiquement homogènes et que T1 et T0 sont homogènes. T3 et T2 sont différents de T0 avec respectivement 7,49 et 718 cm de différence que les épis du témoin. Ces résultats sont similaires à ceux de la fiche technique de Zatib (60 cm) et sont différents des résultats de Athman, 2008 (69 JAS).

3.9 : Effets du traitement sur le rendement en grains

Après la récolte et le battage, la production de chacun des 16 poquets suivis au niveau des parcelles élémentaires a été pesée et les rendements sont exprimés en kg/ha. Les résultats sont indiqués dans le tableau n°9.

Tableau N°9 : Rendement en grains (kg/ha)

Traitements	T0	T1	T2	T3
Rendement grains (kg/ha)	2134,37	3215,62	3818,75	3906,25

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil de 5%. La comparaison des moyennes par la méthode de P.P.D.S (94,6 en g) montre que les traitements T1, T2 et T3 sont statistiquement homogènes. Tous les traitements sont significativement différents du Témoin avec des suppléments respectifs de production par poquet de 108,25 ; 168,56 et 177,31 g. Ces rendements dépassent largement le rendement moyen national qui est de 250-900kg/ha. Ils sont également supérieurs à ceux rapportés par Athman, 2008 (1640 kg/ha) Ainsi que ceux de la fiche technique de la variété Zatib. L'urine hygiénisée améliore la productivité en grains de la culture du mil. L'apport fait 1 et 2 mois avant le semis a un effet similaire à celui fait en cours de culture.

3.10 : Effets du traitement sur le rendement en biomasse

Après la coupe et le séchage, la biomasse sèche des poquets suivis au niveau de chaque parcelle élémentaire a été pesée et le rendement est exprimé en kg/ha. Les résultats sont contenus dans le tableau n°10.

Le tableau N°10 : Rendement en biomasse sèche en Kg/ha par traitement

Traitements	T0	T1	T2	T3
Rendement grains (kg/ha)	3790.62	4800	5218,75	5453,12

L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence significative entre tous les traitements y compris le témoin au seuil de 5%. Néanmoins, les traitements T3 et T2 ont donné un rendement en biomasse sèche plus important que les autres traitements avec des suppléments respectifs de production en kg/ha de 1662,5 et 1428,13 par rapport au témoin. Le traitement T1 a produit 1009,38 kg de plus que le témoin.

Ces rendements montrent que l'azote subit une perte considérable au cours du stockage dans le sol, ce qui pourrait s'expliquer par l'intense chaleur du mois d'Avril et de Mai qui pourrait augmenter la volatilisation de l'azote sous forme gazeuse (N₂). Malgré ces pertes, la production est bien meilleure pour les parcelles fertilisées pendant le mois d'avril et de mai que pour le témoin ainsi qu'au rendement moyen national.

3.11 Effets des traitements sur le taux d'enherbement des parcelles

Le taux d'enherbement des parcelles a été évalué à travers des carrés de 1m² (3 carrés par parcelle élémentaire). Il exprime le taux de recouvrement de la parcelle par les mauvaises herbes. IL est traduit par la figure n°7.

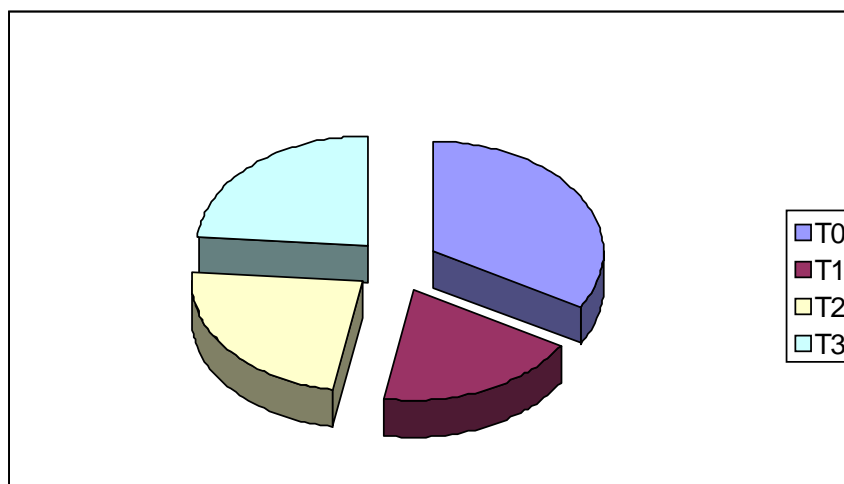


Figure 7 : Taux d'enherbement des parcelles par traitement

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre les traitements au seuil de 5%. La comparaison de moyennes par la méthode de P.PD.S (7,58) montre que les traitements T1 et T2 sont statistiquement homogènes. Le traitement T1 est le moins envahit par les mauvaises herbes (27,89%) contre 32,78% pour T2, 40,33% pour T3 et 57,07% pour le témoin qui est le plus contaminé. L'urine hygiénisée aurait exercé un effet herbicide qui réduit la densité des mauvaises herbes ce qui confirme l'observation de Dembélé, 2008.

Conclusion et Recommandations

Au vu des résultats de cette étude on peut retenir que l'urine hygiénisée apportée pendant la saison sèche comme fertilisant sur la culture du mil a réduit le taux de levée suite à un arrêt de pluies. Néanmoins, le taux s'est rehaussé à 100% 19 JAS avec le retour des précipitations. Ce a qui aurait réduit la vigueur des plants sur ces parcelles à 85 et 85,4% pour T1 (apport d'Avril) et T2 (apport pendant le mois de Mai) contre 100% d'excellente vigueur pour les traitement T3 et le témoin.

Ce fertilisant a par contre augmenté le nombre de talles supplémentaires de 5,5 et 7,7 pour T1 et T2 par rapport au témoin. Cela a permis aussi d'obtenir un nombre supplémentaire d'épis récoltés par poquets de 1,84, 2,62 et 2,72 pour T1, T2 et T3 (application fractionnée au stade de tallage et de montaison) par rapport au témoin.

L'urine hygiénisée a par ailleurs retardé la date de 50% montaison sur T1 et T2 de 10 et 4,5 jours par rapport au T0 mais elle l'a favorisé de 4,5 jours d'avance pour T3 sur T0. Ces phénomènes se sont répercutés sur les autres phases phénologiques de la culture. Ainsi, l'urine hygiénisée a retardé la date de 50% floraison de 6 et 3 jours pour T1 et T2 par rapport à T0 et une avance de 3,5 jours pour T3 par rapport au T0. De même, ce fertilisant a retardé la date de 50% maturité de 10 jours au niveau de T1 et T2 par rapport au témoin, elle a par contre permis une avance de 7 jours au niveau de T3 comparé au témoin.

Ce fertilisant organique a aussi agit sur la hauteur des plants a la maturité où les traitements T1 et T2 ont donné des plants longs de 176,54 et 185,21 contre 188,53 cm pour le témoin et 197,96 pour T3. De même L'urine hygiénisée a permis d'obtenir des épis plus longs que celles du témoin notamment de 4,72 ; 7,18 et 7,49 cm pour T1, T2 et T3 de plus par rapport au témoin.

L'utilisation de l'urine hygiénisée a permis d'améliorer la productivité de la culture du mil de 3906,25 kg/ha pour T3; 3818,75 kg/ha pour T2 et 3215,62 kg/ha pour T1 contre 2134,37 kg/ha pour le témoin. La fertilisation faite un et deux mois avant l'installation des pluies produit des pertes respectives de 690,63 et 87,5 kg/ha par rapport a l'apport direct.

Ainsi, malgré la perte indiquée, la fertilisation pendant la saison sèche (un à deux mois avant le semis) semble la mieux indiquée pour le paysan à faible revenu compte tenu du coût de stockage.

Les parcelles fertilisées avec l'urine hygiénisée ont donné des rendements en biomasse sèche plus élevés que le témoin. Le surplus de production en biomasse par rapport au témoin varie de 1662,5 kg/ha pour T3, 1428,13 kg/ha pour T2 et 1009,38 kg/ha pour T1.

Les parcelles fertilisées avec l'urine hygiénisée présentent un taux d'envahissement par les mauvaises herbes inférieur aux parcelles témoins ; 27,89% pour T3 ; 40,33% pour T2 et 32,78% pour T1 contre 57,07% pour T0.

En effet, l'utilisation de l'urine hygiénisée aurait amélioré la fertilité du sol. Face à la crise alimentaire et énergétique, le pouvoir d'achat déjà faible des paysans, l'adoption de cette alternative pourrait non seulement contribuer à garantir l'autosuffisance alimentaire mais aussi contribuer à la protection de l'environnement ; principale problématique du siècle. Cependant, la durabilité de ce système dépendra de la mise en œuvre d'un système de collecte et l'hygiénisation adéquat pouvant permettre la disponibilité de ce fertilisant pour les paysans.

A l'issu de ce travail il parait judicieux de formuler les recommandations suivantes :

1. **A l'endroit du projet CREPA :**

- Reconduire le projet Assainissement Productif (AP) dans d'autres régions agricoles du Niger ;
- Reconduire cette étude en appliquant différentes doses d'urine pour retenir la dose non seulement optimale mais aussi économique ;
- Faire préalablement une étude du sol et conduire les différents traitements sur une échelle plus grande (un hectare par traitement par exemple) pour non seulement retenir la dose optimale par type de sol mais aussi améliorer la fiabilité des résultats à vulgariser ;
- Soutenir jusqu'à convaincre les paysans sur la rentabilité et les avantages du principe de l'assainissement productif ;
- Faire une étude économique comparative de la marge supplémentaire obtenue par une application pendant le stade tallage-montaison et le coût de stockage de l'urine durant toute la saison sèche à l'échelle d'un hectare; évaluer aussi la perte de production pour une application pendant la saison sèche. Cela pour retenir l'option économique.
- Faire une étude comparative de quantité et de qualité de produits issus d'une culture de mil fertilisée à base de l'urine hygiénisée et ceux issus de la même culture fertilisée ou non avec les engrais chimiques ;

2. **A l'endroit de l'Etat**

- Soutenir cette nouvelle alternative au engrais chimiques qui pourrait non seulement réduire le coût économique mais aussi environnemental en appui à la réduction de la pollution notamment celle des eaux ;
- Subventionner la construction de dispositifs de collecte (notamment les latrines) pour non seulement garantir un environnement sain mais aussi permettre une meilleure production pour les paysans à faible revenu.

2. **A l'endroit de la recherche**

- Approfondir la recherche sur les effets des urines hyginisée sur les principales cultures au Niger
- Approfondir également la recherche sur l'effet de l'urine sur les mauvaises herbes

Bibliographie

- Abdoul-Kadri Zakari**, 2004. Comparaison des Caractéristique Agronomiques de deux Variété de Maïs : P3 Kollo et Maïs doux 36 Pages.
- Adamou I. Karimou**, 2008. Estimation des paramètres quantitatifs génétique du mil *Pennisetum glaucum* (LR. Br) sous deux niveaux de fertilité du sol, dans quatre séries de croisements factoriels entre les variétés locales. 83 Pages.
- Anonyme1**, 2009 [http://www.vulgarisation.net/bul_115, htm](http://www.vulgarisation.net/bul_115.htm) Fertilisation minérale des cultures. Fertilisants minéraux majeurs (Azote, Potassium, Phosphore) 08/08/09.
- Anonyme2**, 2009. Pearl Millet Taxonomy, [http://www.icrisat.org/perle millet/perle millet.htm](http://www.icrisat.org/perle_millet/perle_millet.htm), 15/10/2009.
- Anonyme3**, Millet perle, 2008. http://fr.wikipedia.org/wiki/Millet_perle, 06/07/2009
- Athman M. Ousmane**, 2008. Suivi des phases phénologiques de 2 variétés de mil
- Dembélé D. Dramane**, 2008. Effets des urines humaines hygiénisée sur la productivité du riz irrigué, *Oryza sativa* Variété « Bouaké 189 » à Katiola (Centre de la côte d'Ivoire) 56 Pages.
- ECOSAN INFO**, Bulletin 'information N°09_ juin 2009.
- ECOSAN**, 2009. Notes descriptives des fertilisants du Burkina Faso, 2009 18 Pages.
- Mourtala I. Zakari**, 2008. Evaluation du taux d'adoption des technologies et variétés vulgarisées à travers des dispositifs de transfert des technologies en milieu paysan : cas des champs de diversité (C D) et des parcelles d'initiatives paysannes (PIP) dans les grappes de Guidan Tangno et Elgueza : Aguié ! Maradi.
- ROCAFREMI**, 2002. Sélection et mise à la disposition des paysans de variétés et semences appropriées ; résultats du projet P1 1991-1996 42 Pages.

ANNEXES

Annexe N°1 : Photo application avril, vigueur à la levée et attaque de criocère.



Application au mois d'Avril



Délimitation des parcelles et ouverture des poquets



Photo N°1 vigueur à la levée T1



Photo N°2 vigueur à la levée sur T0



Photo N°5 Attaque de criocère sur T2



Photo N°6 Attaque de criocère sur T0

Annexe N°2 phase reproductrice sur les différents traitements



T0



T1



T2



T3

Annexe N°3 Rapports Détaillés des différentes analyses de variance

Annexe 3.1 Rapport détaillé analyse de variance taux de levée

ANALYSE DE VARIANCE		Taux de levée				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	73,81935	3	24,60645	10,6482247	0,02233934	6,59138212
A l'intérieur des groupes	9,2434	4	2,31085			
Total	83,06275	7				

		Taux de levée			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	0	2,31931024	1,96575685		0

Annexe 3.2 Rapport détaillé analyse de variance nombre des talles/poquet

ANALYSE DE VARIANCE		nombre des talles/ poquet				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	620,761719	3	206,920573	0,63842566	0,5932267	2,75807832
A l'intérieur des groupes	19446,6406	60	324,110677			
Total	20067,4023	63				

		nombre des talles/ poquet			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	1,41421356	2,12132034	1,76776695	3,53553391	

Annexe 3.3 Rapport détaillé analyse de variance date de 50% montaison

ANALYSE DE VARIANCE		Date de 50% montaison				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	240,5	3	80,1666667	3,60299625	0,12377616	6,59138212
A l'intérieur des groupes	89	4	22,25			
Total	329,5	7				

		Date de 50% montaison			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	4,94974747	3,53553391	7,07106781	1,41421356	

Annexe 3.4 Rapport détaillé analyse de variance hauteur moyen des plants à la maturité

ANALYSE DE VARIANCE		hauteur moyenne des plants				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3761,2998	3	1253,7666	2,41061789	0,07568425	2,75807832
A l'intérieur des groupes	31206,1055	60	520,101758			
Total	34967,4053	63				

		hauteur moyenne des plants			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	0,70710678	11,160502	8,98025612	7,4246212	

Annexe 3.5 Rapport détaillé analyse de variance date de 50% floraison

ANALYSE DE VARIANCE		Date de 50% floraison				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	99,375	3	33,125	1,87943262	0,27404342	6,59138212
A l'intérieur des groupes	70,5	4	17,625			
Total	169,875	7				

		Date de 50% floraison			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	2,82842712	2,82842712	7,07106781	2,12132034	

Annexe 3.6 Rapport détaillé analyse de variance date de 50% maturité

ANALYSE DE VARIANCE		Date de 50% maturité				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	297	3	99	20,8421053	0,00664109	6,59138212
A l'intérieur des groupes	19	4	4,75			
Total	316	7				

		Date de 50% maturité			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	4,24264069	0,70710678	0,70710678		

Annexe 3.7 Rapport détaillé analyse de variance nombre des talles fertiles par poquet

ANALYSE DE VARIANCE		nombre des talles fertiles				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	76,265625	3	25,421875	11,1362081	6,5786E-06	2,75807821
A l'intérieur des groupes	136,96875	60	2,2828125			
Total	213,234375	63				

		Nombre des talles fertiles			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	0,35355339	0,35355339	0,35355339	1,41421356	

Annexe 3.8 Rapport détaillé analyse de variance longueur des épis

ANALYSE DE VARIANCE		Longueur des épis				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	576,417969	3	192,139323	4,44587388	0,00691304	2,75807832
A l'intérieur des groupes	2593,04688	60	43,2174479			
Total	3169,46484	63				

		Longueur des épis			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	7,77817459	2,12132034	2,82842712	9,54594155	

Annexe 3.9 Rapport détaillé analyse de variance rendement en grains (g/poquet)

ANALYSE DE VARIANCE		rendement en grains (g/poquet)				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	319765,625	3	106588,542	16,0763242	8,7815E-08	2,75807821
A l'intérieur des groupes	397809,375	60	6630,15625			
Total	717575	63				

		Rendement en grains /poque (g)			
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	35,3553391	70,7106781	49,4974747	42,4264069	

Annexe 3.10 Rapport détaillé analyse de variance rendement

ANALYSE DE VARIANCE		Rendement en biomasse				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	259165,625	3	86388,5417	2,60883789	0,05973592	2,75807832
A l'intérieur des groupes	1986828,13	60	33113,8021			
Total	2245993,75	63				

Rendement en biomasse sèche/poquet (g)					
ECART	T0	T1	T2	T3	
TYPE	134,350288	123,743687	70,7106781	123,743687	

Annexe 3.11 Rapport détaillé analyse de variance taux d'enherbement

ANALYSE DE VARIANCE		taux d'enherbement				
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1468,02923	3	489,343075	21,7738791	0,00033318	4,06618056
A l'intérieur des groupes	179,790867	8	22,4738583			
Total	1647,82009	11				

taux d'enherbement				
Ecart type	T0	T1	T2	T3
	0,79903066	4,3487067	5,02045815	4,92853426