



MASTER SPÉCIALISÉ GÉNIE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENT

2008-2009



**CONTRIBUTION A LA VALORISATION DES PRODUITS ECOSAN
DANS LA COMMUNE RURALE DE TORODI AU NIGER**



**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER SPECIALISE EN : GENIE
SANTAIRE ET ENVIRONNEMENT**

Présenté et soutenu publiquement le 23 Octobre 2009 par :
Hamidou Soumana

Encadreurs :

Dr. WETHE Joseph (Enseignant-chercheur au ZiE)
M. HAMADOU Kailou (Chercheur au CREPA-Niger)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. WETHE Joseph Enseignant-chercheur au ZiE

Membres et correcteurs : M.BEGA Ouédraogo Enseignant-chercheur au ZiE
M.YACOUBA Konaté Enseignant-chercheur au ZiE
M. HAMADOU Kailou Chercheur au CREPA-Niger

Promotion 2008/2009

Dédicaces

*Au nom de Dieu, le Clément, le Miséricordieux, le Tout
Puisant qui m'a créé et m'a donné la faculté de connaître et
de comprendre ; il est certes avec les endurants
Louange à son Prophète (Paix et Salut sur Lui).*

Je dédie ce travail :

- ☞ A mon Père Hamidou Garba que j'ai perdu au cours de
cette formation, que son âme repose en paix, que Dieu
le Tout Puissant lui accorde le Paradis amen.*
- ☞ A ma mère Kissa Salou qui m'a donné la vie et qui m'a
toujours soutenu dans la recherche du savoir et de la
réussite, qu'elle trouve ici sa joie*
- ☞ A mes frères et sœurs qui ont toujours été présents
quand j'ai besoin d'eux.*

Remerciements :

Ce travail est le résultat d'une étude menée au Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût au niveau de la Représentation du Niger

Au terme de ce travail qui représente une modeste contribution à la valorisation des produits ECOSAN dans la Commune Rurale de Torodi au Niger permettez-moi d'adresser mes remerciements :

- A la Coopération Technique Belge du Niger (CTB) pour m'avoir financé cette formation que le Tout Puissant leur aide ;
- Dr. WETHE Joseph, mon encadreur aux 2^{ie}, vous avez participé considérablement à ce travail et aussi à notre formation, vos indications et suggestions nous ont beaucoup servies pour la réussite de ce travail ;
- A Monsieur ZABEIROU Yacouba, Directeur Résident du CREPA-Niger, vous m'avez chaleureusement accueilli dans votre structure sans ménager aucun effort pour la réussite de ce stage ;
- A Monsieur HAMADOU Kailou, Coordonnateur ECOSAN du CREPA-Niger et aussi mon encadreur au niveau de la structure, votre intérêt à notre travail ainsi que vos suggestions nous ont beaucoup servis, votre dévouement et votre abnégation nous serviront de leçon. Que le Tout Puissant vous rétribue vos efforts. Merci !
- Pr. BARAGE Moussa, spécialiste en horticulture/biotechnologiste, enseignant-chercheur à l'université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté d'Agronomie, chef du Département Production Végétale, d'avoir accepté d'assurer mon encadrement scientifique; son appui technique dans le cadre du programme ECOSAN;
- Pr. YACOUBA Hama Chef UTER GVEA (Gestion et Valorisation de l'Eau et de l'Assainissement) aux 2^{ie}.
- A Monsieur ZOUNGRANA Denis, responsable pédagogique de la formation FPU/GSE, enseignant aux 2^{ie}, votre sens de responsabilité élevé, votre ponctualité et surtout votre engagement en faveur du Génie Sanitaire et Environnement ;
- Au Maire, aux conseillers municipaux et cadres techniques de la Commune Rurale de Torodi ;
- A toute la population de Torodi, votre compréhension durant notre phase d'exécution nous a beaucoup aidé ;
- A tout le personnel du CREPA-Niger, Messieurs TIMBO Abdel Kader, ISSOUFOU Sandao, SOUMAILA Mahamadou ; Mesdames Maimouna GUINDO , Hadiara BALO, sans oublier tous les stagiaires pour votre collaboration et le climat qui a régné durant toute la durée de notre stage .Que Dieu nous assiste tous.
- A tous les étudiants de la formation GSE 2008-2009, merci d'avoir fourni tant d'efforts pour l'entraide. Nous ne saurons jamais vous payer mais souhaitons que la reconnaissance s'en suive à jamais ;
- A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à cette présente étude.

Résumé

La gestion des déchets solides et liquides constitue une préoccupation majeure de toutes les communautés. Les actions menées en matière d'évacuation et de traitement sont loin de résoudre le problème au vu des volumes de déchets produits qui sont de plus en plus croissants avec l'accroissement de la population. Par ailleurs, la baisse de la fertilité des sols et la hausse des prix des engrais sur le marché constituent aujourd'hui l'un des principaux défis auxquels font face notre agriculture. Dans ces conditions le traitement et la réutilisation des déchets dans la production agricole dévient une nécessité.

Le Centre Régionale pour l'Eau potable et l'Assainissement à Faible Coût (CREPA -Niger), dans l'optique d'atteindre la sécurité alimentaire et l'assainissement se propose d'améliorer la fertilité des sols par le biais des ressources naturelles locales que sont les déchets solides et liquides.

C'est dans ce cadre que cette étude s'est portée avec comme objectif de contribuer à la valorisation des produits ECOSAN dans la Commune Rurale de Torodi.

La méthodologie de mise en œuvre a nécessité deux étapes :

Une étape de production de compost enrichi avec de l'urine hygiénisée. Cette étape a permis la mise en compétition de cinq traitements à savoir : Compost sans urine (C.0), compost avec 80 litres d'urine hygiénisée (C.80), compost avec 160 litres d'urine hygiénisée (C.160), compost avec 240 litres d'urine hygiénisée (C.240), compost avec 320 litres d'urine hygiénisée (C.320) ;

Une étape d'application de l'urine hygiénisée sur la culture du mil mettant en compétition quatre traitements qui sont : T0 : sans apport d'urine, T1 : avec 1 litre d'urine hygiénisée, T2 : avec 1,5 litres d'urine hygiénisée et T3 : avec 2 litres d'urine hygiénisée. Ces traitements sont mis en compétition selon un dispositif en bloc de Fisher avec trois répétitions

Les résultats obtenus montrent que la quantité d'urine hygiénisée apportée par compostière est un facteur qui influence sur le processus de minéralisation de la matière organique

Aussi, la quantité d'urine apportée seul a un effet positif sur la croissance et le développement de la plante.

En conclusion, des recommandations ont été également portées à l'endroit de toutes les parties prenantes en vue d'une bonne utilisation des produits ECOSAN en agriculture au Niger.

Mots clés : ECOSAN, Compostage, Compost, Urine, Déchets solides.

Summary

The management of solid and liquid waste is a major concern of all communities.

Actions in evacuation and treatment are far from solving the problem in view of the volumes of waste products that are increasingly rising with population growth.

Moreover, declining soil fertility and higher fertilizer prices on the market today are one of the main challenges which face our agriculture. Under these conditions the treatment and reuse of waste in agricultural production is becoming a necessity.

The Regional Center for Water and Sanitation at Low Cost (CREPA-Niger) with a view to achieving food security and sanitation plans to improve soil fertility by using local natural resources that are solid and liquid waste. It is in this context that this study be carried with the objective of contributing to the recovery of ECOSAN products in the Rural Municipality of Torodi.

The methodology of implementation required two steps:

A steps production of compost enriched with urine made hygienic. This step has enabled a competitive five treatments namely: Compost without urine (C.0), compost with 80 liters of hygienic urine (C.80), compost with 160 liters of hygienic urine (C.160) , compost with 240 liters of hygienic urine (C.240), compost with 320 liters of hygienic urine (C.320);

A step of applying urine on the hygienic and millet competition involving four treatments are: T0: no input urine, T1: with 1 liter of hygienic urine, T2 with 1.5 liters of hygienic urine and T3: with 2 liters of hygienic urine. These treatments are put into competition out with a block with three repetitions Fisher.

The results obtained show that the amount of urine made hygienic compost is made by a factor influencing the process of mineralization of organic matter Also, the amount of urine made only a positive effect on growth and plant development.

A conclusion, recommendations were also brought to the location of all stakeholders for effective use of agricultural products ECOSAN.

Keywords: ECOSAN, Composting, Compost, Urine, solid Waste.

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

AEPHA	: Approvisionnement en Eau Potable, Hygiène et Assainissement
AFNOR	: Association Française de Normalisation
CN	: Centre National.
CNEDD	: Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable
CREPA	: Centre Régional pour l'Eau Potable et Assainissement à faible coût.
CRT	: Commune Rurale de Torodi
CS	: CREPA Siège.
DIEPHA	: Décennie Internationale pour l'Eau Potable Hygiène et Assainissement.
ECOSAN	: Ecological Sanitation.
FAO	: Food and Agriculture Organization
GVEA	: Gestion et Valorisation de l'Eau et de l'Assainissement
IGNN	: Institut Géographique Nationale du Niger
INS	: Institut National de la Statistique
LUCOP	: Lutte Contre la Pauvreté
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé.
PDC	: Programme Développement Communautaire
PIB	: Produit Intérieur Brute
PNUD	: Programme des Nations Unies pour un Développement
PU	: Prix Unitaire
PVC	: Poly Veny de Chlorure
RGP/H	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
RIF	: Réseau International de Formation pour la gestion de l'eau et des déchets.
RN	: Représentation Nationale.
SCB	: Service Communautaire de Base.
TDR	: Terme de Référence.
TN	: Terrain Naturel.
UBT	: Unité Bétail Tropical.
UTER	: Unité Thématique d'Enseignement et de Recherche
2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : SCHEMA SIMPLIFIE DE L'EVOLUTION CONTINUE DES DECHETS ORGANIQUES LORS DU COMPOSTAGE	11
FIGURE 2 : DIAGRAMME DU CONCEPT ECOSAN	14
FIGURE 3: SCHÉMA DE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS	35
FIGURE 4 : SCHÉMA DU DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL	38
FIGURE 5: LOCALISATION DE LA COMMUNE RURALE DE TORODI.	42
FIGURE 6 : RAPPORT CARBONE-AZOTE	57
FIGURE 7 : NOMBRE DE TALLE MOYEN	60
FIGURE 8 : HAUTEUR MOYENNE DES PLANTES	61
FIGURE 9 : NOMBRE DE JOURS DE 50% MONTAISON	62
FIGURE 10 : NOMBRE DE JOURS DE 50% FLORAISON.....	62
FIGURE 11 : LONGUEUR MOYENNE DE L'ÉPI DES DIFFERENTS TRAITEMENTS	63

LISTE DES PHOTOS

PHOTO 1.§.2 : DECHARGES SAUVAGES ET LIEUX DE DEVERSEMENT DES BOUES DE VIDANGE A NIAMEY	8
PHOTO 3.§.4: VUE DE LATRINES ECOSAN A TORODI.....	15
PHOTO 5.§.6: COLLECTE DES ORDURES MENAGERES ET DES DEJECTIONS DES ANIMAUX	28
PHOTO 7: TRANSPORT DES BIDONS D'URINE AU SITE DE COMPOSTAGE	29
PHOTO 8.§.9: CONFECTION DES FOSSES.....	29
PHOTO 10.§.11: TRI DES ORDURES MENAGERES	30
PHOTO 12.§.13: MISE EN PLACE DES DIFFERENTES COUCHES	32
PHOTO 14.§.15: ARROSAGE DES MATERIAUX ORGANIQUES AVEC L'URINE HYGIENISEE	33
PHOTO 16.§.17: COMPOST AU DEUXIEME RETOURNEMENT	34
PHOTO 18.§ 19 : COMPOSTS MUR.....	34
PHOTO 20.§.21 : DE GAUCHE A DROITE, LA PREMIERE ET LA DEUXIEME APPLICATION SUR LE MEME SITE	37

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DIFFERENTES NORMES DE COMPOST SELON AFNOR ET FAO.....	13
TABLEAU 2: LES CRITERES D'HYGIENISATION DE L'URINE HUMAINE	17
TABLEAU 3: COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE DE L'URINE	18
TABLEAU 4 : CARACTISTIQUES AGRONOMIQUES ET MORPHOLOGIQUES DES PRINCIPALES VARIETES DE MIL VULGARISEES AU NIGER ...	24
TABLEAU 5: EQUIPEMENT ET OUTIL POUR LE COMPOSTAGE	27
TABLEAU 6 : LA COMPOSITION GRANULOMETRIQUE DES ORDURES MENAGERES EN 2008 DANS LA VILLE DE TORODI.....	30
TABLEAU 7: QUANTITE DES MATERIAUX ORGANIQUES PAR COMPOSTIERE	31
TABLEAU 8 : QUANTITES D'URINES UTILISEES POUR CHACUNE DES VARIANTES	33
TABLEAU 9 : DIFFERENTES QUANTITES D'URINE APORTEES AU MIL	37
TABLEAU 10 : PLUVIOMETRIE ENREGISTREE SUR LES 10 DERNIERES ANNEES DANS LA CRT	43
TABLEAU 11 : EVOLUTION DE LA POPULATION DE LA COMMUNE RURALE DE TORODI (2001-2012)	46
TABLEAU 12: CHEPTEL DE LA COMMUNE RURALE DE TORODI	50
TABLEAU 13 : COMPOSITION CHIMIQUES DES COMPOSTS	56

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LES DECHETS ET APPROCHE METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	3
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES DECHETS.....	4
1.1. DEFINITIONS ET CLASSIFICATION DES DECHETS	4
1.1.1. DEFINITIONS :	4
1.1.2. Classification des déchets :	4
1.2. TYPES DE POLLUTIONS	5
1.3. PRINCIPAUX PROBLEMES DE LA GESTION DES DECHETS SOLIDES DANS LES VILLES AFRICAINES	5
1.4. CONSEQUENCES ENVIRONNEMENTALES ET SANITAIRES	6
1.4.1. Effets sur la population et le cadre de vie	6
1.4.2. Effets sur les écosystèmes.....	7
1.5. CADRE INSTITUTIONNEL ET REGLEMENTAIRE AU NIGER	7
1.6. COMPOSTAGE DES DECHETS URBAINS SOLIDES.....	10
1.6.1. Concept.....	10
1.6.2. Paramètres intervenant sur le processus de compostage	11
1.6.3 Normes de composition d'un compost en certains éléments.....	13
CHAPITRE 2 : ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE (ECOSAN).....	14
2.1. DEFINITION ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE (ECOSAN)	14
2.2. MODE D'ACQUISITION DES PRODUITS ECOSAN	15
2.2.1. Technique de séparation des flux.....	15
2.2.2. Hygiénisation à travers le stockage.....	16
2.3. QUELQUES CONNAISSANCES SUR L'URINE HUMAINE.....	17
2.4. PRECAUTIONS ET SECURITE POUR L'UTILISATION DE L'URINE EN AGRICULTURE	18
CHAPITRE 3: MIL PENNISETUM TYPHOÏDES.....	20
3.1. HISTORIQUE	20
3.2. CARACTERES BOTANIQUES	20
3.3. EXIGENCES ECOLOGIQUES	21
3.4 CYCLE DE LA PLANTE	21
3.5. LA CULTURE DU MIL	22
3.6. ENNEMIS ET MALADIES DU MIL.....	22
3.6. QUELQUES VARIETES CULTIVEES AU NIGER.....	23
CHAPITRE 4 : APPROCHE METHODOLOGIE DE L'ETUDE	25
4.1. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	25
4.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	25
4.2.1. Objectif général.....	25
4.2.2. Objectifs spécifiques.....	25
4.3. METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE	26
4.3.1 Phase préparatoire.....	26
4.3.2 Phase d'élaboration du protocole de travail.....	27
4.3.2.1. Processus de production du compost enrichit avec l'urine hygiénisée	27
4.3.2.1.1. Matériels	27
a. Equipements et Outils de compostage.....	27
b. Substrats du compostage.....	27
4.3.2.1.2. Méthodes	28
A- Collecte, transport et stockage des matériaux organiques	28
B- Implantation des fosses de compostage.....	29
C- Préparation du mélange de compostage	30
D- Mise en fermentation.....	31
E- Conduite de la fermentation	33
F- Méthode de prélèvement des échantillons de compost.....	34

G- Estimation de la maturité du compost	35
4.3.2.2. Processus d'application de l'urine hygiénisée sur la culture du mil.....	36
4.3.2.2.1. Matériel végétal	36
4.3.2.2.2. Intrants agricoles.....	36
4.3.2.2.3. Méthodes	36
A- Traitements	36
B- Mode et période d'apport de l'urine	37
C- Dispositif expérimental.....	38
D- Conduite de l'essai.....	38
E- Semis	38
F- Entretien	39
G- Observations et mesures.....	39
4.3.3. Phase des travaux sur le terrain.....	39
DEUXIEME PARTIE : CADRE GENERAL DE L'ETUDE	41
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	42
1.1. MILIEU PHYSIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	42
1.1.1. Situation géographique	42
1.1.2. Climat	43
1.1.3. Relief.....	43
1.1.4. Hydrographie	44
1.1.5. Sol.....	44
1.1.6. Végétation	45
1.2. MILIEU HUMAIN	45
1.2.1. Situation démographique	45
1.2.2. Religion.....	46
1.2.3 Organisation socio-politique.....	46
1.2.3.1. Organisations traditionnelles.....	46
1.2.3.2. Organisation moderne.....	48
1.3. PRINCIPALES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES.....	48
1.3.1. Agriculture	48
1.3.2. Elevage	49
1.3.3. Commerce.....	50
1.3.4. Artisanat.....	51
1.3.5. La cueillette.....	51
1.3.6. Apiculture	51
1.3.7. Pêche	51
CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL : CREPA-NIGER.....	52
3.1. HISTORIQUE ET MISSION DU CREPA.....	52
3.2. OBJECTIFS DU CREPA.....	53
3.3. MOYENS MATERIELS, LOGISTIQUES ET FINANCIERS DE LA RN	54
3.4. ACTIVITES DU CREPA-NIGER	54
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	55
CHAPITRE 1 : PRODUCTION DU COMPOST	56
CE CHAPITRE PORTERA SUR LES RESULTATS DES DIFFERENTS COMPOSTS PRODUITS LORS DE CETTE ETUDE.	56
1.1. RESULTATS DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES COMPOSTS.	56
1.2. DISCUSSION DE L'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES COMPOST	57
1.3. AVANTAGES ET INCONVENIENTS	59
TEST-AGRONOMIQUE	60
CHAPITRE 2 : APPLICATION DE L'URINE HYGIENISEE SUR LE MIL (PENNISETUM	
TYPHOÏDES)	60
2.1. RÉSULTATS DE L'ESSAI	60
2.1.1. Nombre de talles.....	60
2.1.2. Hauteur de la plante.....	61

2.1.3. Durée du semis à 50% montaison	61
2.1.4 Date de floraison 50%	62
2.1.5. Longueur de l'épi.....	63
2.2. DISCUSSIONS DES RÉSULTATS	64
2.2.1. Effet de l'urine sur le nombre de talles	64
2.2.2. Effet de l'urine sur la hauteur des plantes	64
2.2.3. Effet de l'urine sur la durée du semis à 50% montaison	64
2.2.4. Effet de l'urine sur la durée du semis à 50% floraison	64
2.2.5. Effet de l'urine sur la longueur épi	65
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	66
REFERENCE BIBLIOGRAPHIE	68
ANNEXES.....	70
ANNEXE 1 : CADRE LOGIQUE	71
ANNEXE 2 : TERMES DE REFERENCE	72
ANNEXE 3 : COMPOSITION CHIMIQUE DES COMPOSTS	74
ANNEXE 4 : COUT DE PRODUCTION DU COMPOST	75
ANNEXE 5 : QUELQUES PHOTOS POUR CETTE ETUDE.....	76
ANNEXE 6 : DOSES ET PERIODES D'APPORT RECOMMANDEES PAR CULTURE.....	77

INTRODUCTION

Le Niger est un pays du sahel situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest avec une superficie de 1 267 000 km². Sa population, estimée à 11 060 290 d'habitants est à 84% rurale avec un taux d'accroissement de 3,3% (RGP/H, 2001), sa densité est de 8 habitants au Km².

Plus de 80% de la population active tire sa subsistance des activités agricoles qui représentent plus de 40% du produit intérieur brut (PIB) selon (INS, 2007). Cependant cette activité se caractérise par une absence quasi-totale de la jachère ; la surexploitation des terres de culture et la faible reconduction de leur fertilité exposent les habitants à des déficits agricoles sévères.

Le couvert végétal est nu, hormis quelques forêts galeries que l'on observe le long du fleuve et des cours d'eaux, ce qui rend parfois des productions insuffisantes.

Le climat du Niger est chaud et sec. Les précipitations ne dépassant guère 160 mm annuels dans le Nord en un seul mois. Elles atteignent 600 mm sur les deux ou trois mois de la saison des pluies au nord de Niamey en zone sahélienne (de Juillet à Septembre). Dans le Sud, la saison humide dure de juin à octobre et les pluies peuvent dépasser les 800 mm par an. La température moyenne annuelle à Niamey est de 29°C (INS 2007).

Comme dans la plupart des pays Africains, la croissance démographique du Niger est importante et les mouvements migratoires engendrent un développement accéléré des centres urbains. Cette urbanisation n'est très souvent pas accompagnée des aménagements adéquats, ce qui est à la base d'innombrables problèmes dont ceux liés à l'assainissement. En effet, la gestion des déchets solides urbains, constituent des préoccupations majeures pour nos villes. La plupart des actions que mènent le gouvernement du Niger en matière d'assainissement se limitent au niveau des grands centres urbains sans trop se soucier des villes secondaires dont la population a majoritairement un caractère rural. Dans ces villes, la problématique de la gestion de l'assainissement en général et des déchets solides en particulier se pose avec acuité. Ainsi dans ces milieux, on rencontre toutes les maladies liées à l'insalubrité et au manque d'hygiène.

A Torodi les ouvrages d'assainissement restent insuffisants en dépit de l'intervention du CREPA depuis 2006. Les dépotoirs sauvages prolifèrent aux abords des rues, aux alentours

des maisons constituant ainsi de véritables sources de vecteurs de maladies, de contamination de la population, de pollution de l'air, des eaux de surface et eaux souterraines.

En outre, on note l'utilisation des caniveaux existants comme dépotoirs et lieux d'évacuation des eaux usées domestiques par la population.

Par ailleurs, la baisse de la fertilité des sols et la hausse des prix des engrais sur le marché constituent aujourd'hui l'un des principaux défis aux quels font face notre agriculture. Dans ces conditions le traitement, la réutilisation des déchets et aussi la valorisation des produits ECOSAN dans la production agricole devient une nécessité.

Ainsi, le CREPA dans l'optique d'atteindre la sécurité alimentaire se propose d'améliorer la fertilité des sols par le biais des ressources naturelles locales que sont les déchets solides urbains et les excréta humains hygiénisés. En effet, dans le cadre du projet « Services Communautaire de Base (SCB) et Assainissement Ecologique (ECOSAN) à Torodi », CREPA Niger a prévu des actions de recherche en vue d'accompagner les activités en matière d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement entamées en 2006.

C'est dans ce cadre que se situe le présent thème de recherche sur le thème « contribution à la valorisation des produits ECOSAN dans la Commune rurale de Torodi » qui consiste à déterminer l'effet de l'urine humaine dans le processus de minéralisation du compost et sur le cycle végétatif du mil au Niger.

En fonction des objectifs définis dans les termes de référence, ce travail s'articule autour des parties suivantes :

- la première partie porte sur les généralités et l'approche méthodologique;
- la deuxième partie porte sur le cadre de l'étude ;
- la troisième partie porte sur les activités et les résultats du travail.

**PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LES DECHETS ET APPROCHE
METHODOLOGIE DE L'ETUDE**

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES DECHETS

1.1. Définitions et classification des déchets

1.1.1. Définitions :

D'une manière générale, les **déchets** sont des sous-produits de la transformation, les résidus de la consommation ou de l'activité humaine qui, à un moment donné, ne sont plus utiles pour l'homme (WETHE, 2001).

(Gourlay, Haupt et al, 1996, cité par WETHE, 2001) définit les **déchets** comme étant « ce que nous ne voulons ou n'utilisons plus ».

1.1.2. Classification des déchets :

La classification des déchets compostables est la suivante :

- **Classification suivant la nature chimique :**

- ✓ Déchets organiques qui sont riches en carbone et en azote ;
- ✓ Déchets minéraux (calcaire, cendre,...)
- ✓ Déchets basiques ;
- ✓ Sels résiduels (carbonates de calcium, sulfates, phosphates).

- **Classification suivant l'état physique :**

- ✓ Déchets solides (ordures ménagères, bois, paille, boues déshydratées) ;
- ✓ Déchets semi-solides (boue de station d'épuration...)
- ✓ Déchets liquides (lisiers agricoles, effluents agro-alimentaire, boue fraîche liquides...)

- **Classification suivant leur origine :**

- ✓ Déchets provenant de l'activité des ménages : ordures ménagères ;
- ✓ Déchets provenant de la distribution et des activités de services : déchets organiques des commerces agro-alimentaires ;
- ✓ Déchets du secteur primaire :
 - Déchets agricoles (fumiers et lisiers, résidus de récolte de stockage...)
 - Déchets des industries extractrices : déchets de mine (mine de phosphates...), déchets de carrières (déchets de calcaires, dolomies, marbre) ;
- ✓ Déchets provenant du traitement des effluents liquides et gazeux :
 - Boues de traitement des liquides (boues d'épuration des eaux usées domestiques, des eaux résiduaires agro-alimentaires, matières de vidange décantées...),
 - Boues du traitement des cendres volantes.

1.2. Types de pollutions.

L'être humain est contraint d'évoluer dans un milieu où, de plus en plus, il se trouve exposé en permanence à des risques de contamination pouvant résulter de pollutions nombreuses et diverses. Ces pollutions appartiennent à l'une ou à l'autre des deux catégories ci-dessous, à savoir :

- les pollutions biologiques, dont la manifestation se caractérise par la prolifération d'agents pathogènes favorisés par la présence de résidus organiques en décomposition. Les pollutions de cette espèce ont existé de tous temps, mais elles sont devenues particulièrement inquiétantes au cours des dernières décades du fait de l'écart de plus en plus grand qui se creuse d'une part entre leur développement en relation directe avec l'accroissement des populations, leur concentration dans les villes et l'évolution de leur mode de vie, et d'autre part le développement à un rythme beaucoup plus lent des moyens mis en œuvre pour les neutraliser;
- les pollutions physiques et chimiques, celles-ci constituant l'envers de la médaille en ce qui concerne le développement et le perfectionnement des techniques scientifiques et industrielles.

1.3. Principaux problèmes de la gestion des déchets solides dans les villes Africaines

Les agglomérations en Afrique ont connu un développement rapide ces trente dernières années. Ce phénomène s'est caractérisé par l'industrialisation, l'augmentation du niveau de vie, la modification des habitudes alimentaires et le développement des biens de consommation non durables et peu résistants. Cette situation évolutive a eu comme conséquence, l'accroissement de la production et la modification de la qualité des déchets solides urbains avec l'utilisation de plus en plus accrue d'emballages en papier, en carton ou en plastique.

Les problèmes de la gestion des déchets solides municipaux dans les villes africaines sont de plusieurs types (l'évacuation et le traitement). Ils s'accroissent davantage du fait de la forte pression démographique, l'extension anarchique des villes et l'insuffisance de moyens réglementaires, techniques, humains et financiers dont disposent les municipalités chargées de la gestion des centres urbains.

1.4. Conséquences environnementales et sanitaires

Le service de ramassage des déchets municipaux dans les villes africaines n'est pas géré de manière satisfaisante, et pose des problèmes environnementaux et sanitaires dus aux pollutions biologiques et physico-chimiques et à la contamination du milieu physique (sol, eau et air).

1.4.1. Effets sur la population et le cadre de vie

Parmi les risques réels ou potentiels, on peut citer entre autres :

- les risques de blessure et la prévalence des maladies tels que le tétanos, la rage, le typhus, la typhoïde, l'hépatite virale, la dysenterie amibienne, la peste, le choléra, les maladies pulmonaires, les dermatoses, les poux, etc., sont importants. Dans les environs des dépôts sauvages, les enfants sont les plus exposés, car les espaces libres supports de ces décharges sont aussi les lieux où ils s'amuse en longueur de journée.
- la toxicité des riverains peut être consécutive à l'incinération sauvage des plastiques, le caoutchouc, les vieux pneus, etc., qui dégagent des gaz dangereux (H_2S , HCL , CO_2 , CH_4 , etc.). Les riverains permanents d'une décharge sauvage ou d'une décharge municipale mal gérée s'exposent à des risques sanitaires aigus parmi lesquels on peut citer les problèmes oculaires (*inflammation due aux fumées et poussières*), les maladies respiratoires (*toux, rhumes chroniques, tuberculose, bronchites, asthme, etc.*), les problèmes dentaires (rage de dents), les problèmes digestifs (*parasitisme, constipation, diarrhée, infections intestinales, etc.*), les maladies de la peau (*la gale, inflammation et infection de la peau, etc.*) (WETHE, 2001) etc.
- par suite d'accumulation du gaz carbonique dans la décharge, les risques d'explosion et d'asphyxie du personnel qui travail sont élevés ;
- la mauvaise gestion des décharges municipales peut entraîner la pollution visuelle et l'inesthétisme du paysage ;
- le déversement excessif des déchets solides dans les drains bouche ces derniers et occasionne des inondations lors des pluies ; les dégâts matériels et humains sont souvent importants. La stagnation des eaux usées qui en découle également est à l'origine de la prolifération des mouches, des moustiques et autres rongeurs, vecteurs de maladies.

1.4.2. Effets sur les écosystèmes

La mauvaise exploitation des décharges contrôlées et la présence des dépôts sauvages entraînent des nuisances diverses dans le sol, dans l'eau et dans l'air. Parmi ces nuisances, on peut citer :

- la contamination du sol, de l'air et des ressources en eau par les déchets chimiques et les lixiviats contenant des métaux lourds ;
- la pollution de l'air est consécutive à la présence d'odeurs nauséabondes, des poussières et des fumées provenant de l'incinération sauvage et de la décomposition de la matière organique ;
- en l'absence de système « coupe-feu » dans les décharges contrôlées, les risques de propagation des incendies dangereux sont élevés.

1.5. Cadre institutionnel et réglementaire au Niger

L'assainissement au Niger peut être défini comme un ensemble d'actions permettant d'améliorer les conditions de vie et d'habitat des populations, de préserver leur santé et de protéger les ressources naturelles (Kailou, 2008).

Il ne consiste donc pas seulement à la fourniture d'ouvrages, mais aussi à la mise à disposition de services dans un contexte social, institutionnel et financier adéquat.

Du point de vue institutionnel au Niger, le secteur de l'assainissement se subdivise en sous-secteurs suivants:

- sous-secteur des déchets liquides qui concerne les eaux usées issues des usages domestiques et les eaux résiduaires des industries et établissements assimilés des administrations et des commerces, les huiles usagées et les produits phytosanitaires périmés ou obsolètes.
- sous-secteur des eaux pluviales qui concerne la gestion des eaux de pluie et de ruissellement.
- sous-secteur des déchets solides qui concerne les déchets solides urbains, les déchets solides dangereux et assimilés (biomédicaux, industriels), et les déchets spéciaux (déchets électroniques, amiante, etc.).
- sous-secteur des déchets gazeux qui caractérise tous les effluents gazeux issus des installations fixes et mobiles de combustion, les gaz issus des processus de

décomposition biologique, les émanations gazeuses issues des procédés industriels ou de l'entreposage de certains produits chimiques, et les nuisances olfactives.

Les photos 1 et 2 montrent un lieu de déversement des boues de vidange et une décharge sauvage au alentours de la ville de Niamey.



Photo 1.§.2 : Décharges sauvages et lieux de déversement des boues de vidange à Niamey

L'aggravation des contraintes climatiques et la démographie galopante expliquent en partie la crise structurelle que traverse le secteur rural nigérien. Cependant, les blocages d'ordre institutionnel ont également joué un rôle non moins déterminant. Cela s'est traduit par une multiplication des structures avec des chevauchements d'attributions, et un manque de coordination entre les institutions. L'efficacité des ministères est affectée par la mobilité excessive du personnel et sa répartition inadéquate entre le niveau central et le niveau régional et par le financement insuffisant des charges récurrentes. Les institutions nationales en charge du secteur sont (Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 1999):

- le Ministère de l'Hydraulique, de l'environnement et de la lutte contre la désertification, chargé de la conception, de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques définies par le gouvernement en matière d'hydraulique, d'équipement rural, d'aménagement des sols, de préservation et de développement des ressources forestières, halieutiques, fauniques et apicoles, de prévention et du contrôle en matière de pollution et de nuisance ;
- le Ministère du développement agricole chargé, de l'élaboration et l'application, en relation avec les ministères concernés, des politiques nationales en matière de défense et restauration des sols, pâturages et d'aménagements hydro-agricoles et pastoraux ;la

conception des programmes d'actions et des stratégies à moyen et long terme de gestion de l'espace rural, pour sauvegarder le patrimoine agro-écologique par une exploitation rationnelle des ressources naturelles, en relation avec les ministères concernés ; l'élaboration, la mise en œuvre et la gestion des programmes et projets de développement du secteur en relation avec les ministères concernés ;

- le Ministère de l'équipement, responsable de l'urbanisme et de l'assainissement qui est en relation directe avec l'eau. C'est ainsi qu'il a entre autres, pour attributions : la planification du développement des établissements humains, à travers des études d'ordre général, la conception, la réalisation et le contrôle des schémas directeurs et plans d'urbanisme, ainsi que des opérations d'aménagement urbain ;
- le Ministère de l'aménagement du territoire et du développement communautaire pour la recherche du financement et la conduite de certaines opérations sur le terrain ;
- le Ministère de l'intérieur et de la décentralisation assurant la tutelle des collectivités territoriales ;
- le Ministère de la santé publique et de la lutte contre les endémies avec la direction de la prévention sanitaire et de l'assainissement pour la protection des points d'eau, le contrôle de la qualité et du traitement de l'eau ;
- le Ministère de Mine et de l'énergie, pour l'hydroélectricité, ainsi que pour les besoins en eau des secteurs miniers et industriels et pour les pollutions engendrées par ces mêmes secteurs ;

L'on peut aussi citer le Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable (CNEDD) rattaché au cabinet du Premier Ministre. Il représente le cadre permanent chargé de planifier, programmer, faire mettre en œuvre, coordonner, évaluer et suivre les activités environnementales en vue d'un développement durable.

Il existe aussi une multitude de législations concernant les eaux, parmi lesquelles :

L'ordonnance N° 93-014 du 2 mars 1993 portant régime de l'eau modifiée par la loi n°98-041 du 7 décembre 1998 a pour objet de définir et de déterminer le régime des eaux sur toutes l'étendue de la République du Niger et de déterminer les conditions d'utilisation et de protection de cette ressource ;

Le décret N°97-368/PRN/MH/E adopté le 2 octobre 1997 détermine les modalités d'application de la dite ordonnance.

Afin de tirer le maximum de profits de ces textes, un important effort de vulgarisation doit être entrepris auprès de l'ensemble des acteurs concernés, ainsi que la mise en place d'un cadre institutionnel devant veiller à leur application.

L'ordonnance N°93-13 du 2 Mars 1993 instituant un code d'hygiène publique implique l'eau, ses nuisances ou sa protection ;

L'ordonnance N°93-16 du 2 mars 1993 portant loi minière indique dans son article premier, que les eaux souterraines relèvent sauf stipulation expresse de la présente ordonnance, de régime particulier défini dans d'autres lois ;

La loi 98-56 du 29 décembre 1998 portant loi cadre sur la gestion de l'environnement.

Compte tenu de la multiplicité et de la complexité des textes, il s'avère indispensable d'établir au niveau national un cadre de coordination et d'harmonisation qui pourrait être obtenu par la Commission Nationale de l'Eau et de l'Assainissement.

1.6. Compostage des déchets urbains solides

1.6.1. Concept

Le compostage est un processus de fabrication d'engrais organique. Cependant, les définitions sont multiples selon qu'on est agronome, physiologiste, microbiologiste, du domaine de l'assainissement urbain etc.

Le compostage peut être défini comme étant « l'ensemble des opérations par lesquelles on prépare, à partir des ordures ménagères brutes, un composé appelé compost, ayant les caractères généraux de l'humus (composé amorphe, hydrophile, de couleur noirâtre ayant l'odeur caractéristique des terreaux) » selon (GILLET.R ,1985).

Le compostage peut aussi être considéré comme « l'ensemble des processus aérobies, c'est-à-dire, l'ensemble des techniques de la dégradation aérobie et toutes les opérations de tri et de préparation physique des ordures ménagères qui le précèdent ou qui le suivent dans le but de produire **du compost** utilisable en agriculture ». selon (WETHE, 2001).

Selon Michel (MUSTIN,1987), **le compostage** peut être défini comme un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des substrats organiques (sous produits de la biomasse, déchets d'origine biologique...) en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques, encore appelé **le compost**

Selon l'auteur, le compostage est aussi une écotecnologie puisqu'elle permet le retour de la matière organique dans le sol et donc sa réinsertion dans les grands cycles écologiques vitaux de notre planète. La figure 1 montre le schéma simplifié de l'évolution continue des déchets organiques lors du compostage.

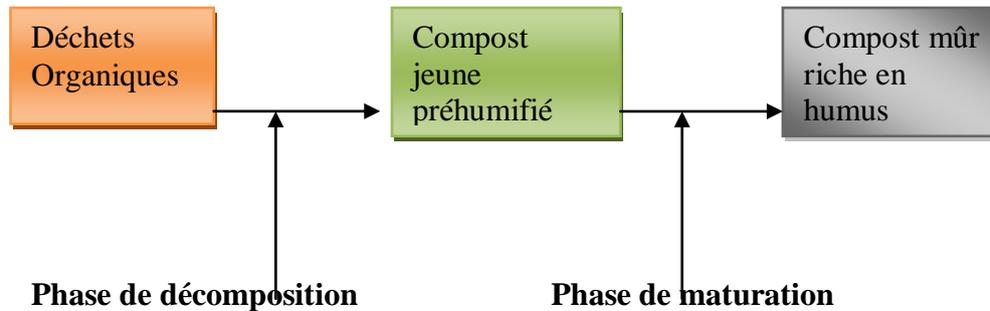


Figure 1 : Schéma simplifié de l'évolution continue des déchets organiques lors du compostage

1.6.2. Paramètres intervenant sur le processus de compostage

Les paramètres de qualité du compost se basent sur un certain nombre de normes assez variables d'un pays à l'autre. Toutefois, ces normes convergent vers un objectif unique : produire un compost qu'on peut valoriser sans générer des impacts négatifs sur la qualité de l'environnement et la santé humaine et animale.

Parmi les paramètres intervenant dans le processus de compostage on peut citer entre autre: le taux d'oxygène lacunaire, la température, l'humidité, l'aération, le pH, ... suivant que ces conditions sont plus ou moins favorables, elles peuvent allonger ou raccourcir la durée du processus et agir sur la qualité du produit final.

- **taux d'oxygène lacunaire** : c'est le pourcentage d'oxygène gazeux existant dans les « pores des déchets ».

Une teneur inférieure à 5% du taux d'oxygène ne permettrait pas le maintien des conditions aérobies dans une masse en compostage (MUSTIN, 1978).

- **température** : au cours du compostage, les variations de la température font distinguer trois phases dont deux phases mésophiles de l'ordre de 40 à 50°C, l'une au début et l'autre à la fin et une phase thermophile (températures qui oscillent entre 50 et 70°C) qui les sépare. L'élévation de la température au cours de la phase thermophile permet de détruire les germes pathogènes et accélère la dégradation des déchets

organiques (MUSTIN, 1987), mais au delà de certaines valeurs elle peut ralentir considérablement les activités métaboliques.

- **taux d'humidité** : dont les valeurs favorables au compostage varient entre 50-60% de la masse des déchets ; dans ce cas, la teneur en eau du compost produit sera d'environ 30-35%. On admet que 2/3 du carbone présent dans les ordures ménagères initiales sont brûlés au cours du processus de compostage.
- **pH**: il varie tout au long du processus. Il baisse au début (Entre 5 et 5,5), pendant la phase mésophile du fait de la production progressive du carbone et d'acide organique issu de la dégradation des glucides ; il s'accroît pendant la phase thermophile à la suite de l'utilisation des acides et de la production de l'ammoniac (KASIER, 1981 cité par WETHE, 2001), et atteint rapidement les valeurs de 8 à 9 pendant cette phase.
- **le rapport carbone/azote** : C/N qui peut influencer la vitesse de décomposition de la matière organique. Pour les ordures ménagères, il se situe généralement entre 25 et 45, et le rapport idéal du compost doit être compris entre 20 et 25 (ENDA, 1990 cité par WETHE, 2001).
- **aération et oxygénation** : les microorganismes qui peuvent admettre des températures suffisantes pour que s'opère-la thermogenèse demandent de l'oxygène. Il faut donc dès la préparation du tas s'assurer que la masse est bien aérée, ce qui a pour effet d'activer le processus et la période de décomposition.

D'après (SIKORA et al 1983, cité par COULIBALY, 2007), il faut environ 2m³ d'air par jour par kg de matières biodégradables pour que le processus de compostage se déroule dans les conditions de décomposition les plus favorables.

1.6.3 Normes de composition d'un compost en certains éléments.

Les normes de composition du compost selon AFNOR et FAO est résumée dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1 : Différentes normes de compost selon AFNOR et FAO

Eléments	Norme AFNOR	Norme FAO
Azote total(%)	>0.25	0.4-0.5
C/N	<20	15-20
Matière organique total (%)	>5	10-30
Phosphore total (%)	>0.3	0.1-1.6
Potassium total (%)	>0.1	0.4-2.3

Conclusion partielle : on peut dire que les déchets solides constituent un fertilisant pour la production agricole à travers les éléments minéraux de ces derniers.

CHAPITRE 2 : ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE (ECOSAN)

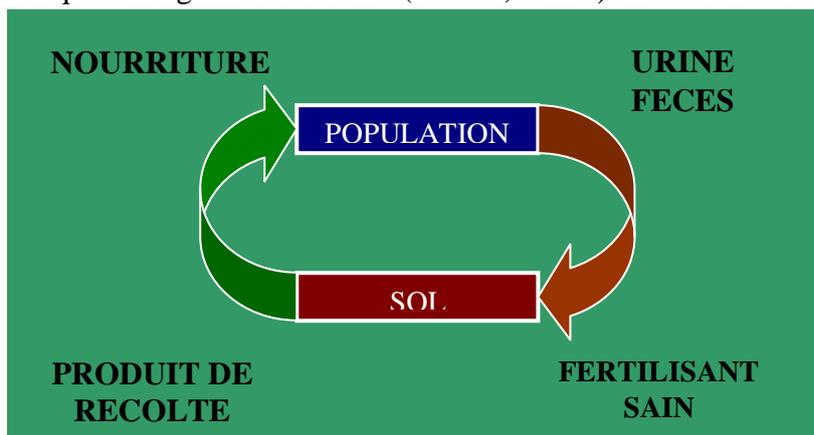
Cette partie abordera l'approche et les intérêts de l'assainissement écologique.

2.1. Définition Assainissement Ecologique (ECOSAN)

ECOSAN dans sa définition littéraire veut dire en anglais: *Ecological Sanitation* (*Assainissement Ecologique*) est basé sur le principe de la séparation des composantes des excréta en l'occurrence les urines, les fèces et les eaux y afférant, à travers des latrines conçues à cet effet. 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 contribuer à assurer la sécurité alimentaire des populations. C'est une approche qui vise à :

- protéger la santé publique ;
- assainir notre milieu ce qui implique une réduction des maladies liées à nos excréta ;
- améliorer notre confort social ;
- améliorer nos capacités de production par l'utilisation des engrais moins onéreux pour la fertilisation des sols ;
- améliorer nos capacités nutritionnelles;
- protéger notre environnement à travers la réduction de l'utilisation d'intrants chimiques ;
- protéger contre la pollution. En un mot ECOSAN c'est « assainir et produire plus ».

L'approche ECOSAN, qui vise à lier l'assainissement avec la production agricole, se saisit à travers six facteurs qui interagissent entre eux (JEAN, 2008) comme la montre la figure 2.



Source : ECOSANRES, rapport 2004-1

Figure 2 : Diagramme du concept ECOSAN

2.2. Mode d'acquisition des produits ECOSAN

La production des fertilisants ECOSAN passe par la mise en place d'un dispositif de collecte et d'hygiénisation des excréta. Cette « usine de production d'engrais » est connue sous le nom de « latrine ECOSAN ». Elle est conçue de façon à permettre une séparation de l'urine et des fèces. La séparation facilite le traitement et réduit les problèmes de mouches et d'odeurs. Les latrines ECOSAN sont généralement construites hors sol. Cela permet le séchage des fèces, évite la contamination de la nappe phréatique et facilite la vidange.

Les photos 3 et 4 qui suivent montrent quelques exemples de latrines ECOSAN réalisées à Torodi au Niger.



Photo 3.4: Vue de latrines ECOSAN à Torodi

2.2.1. Technique de séparation des flux

Cette technique de séparation des flux se fait de la manière suivant :

- ❖ la séparation des urines, fèces et eaux de nettoyage est intégrée dans la dalle qui contient une canalisation pour chaque élément.
- ❖ la fosse ou réservoir ne doit pas recevoir d'eau et un peu de cendre est versée après chaque usage.
- ❖ le canal qui collecte les urines conduit à un bidon hors de la cabine.
- ❖ les fèces sont collectées par un autre canal qui conduit à un récipient de stockage.
- ❖ le trou de défécation reste ouvert.
- ❖ des tuyaux en PVC servent de conduits de ventilation munis des grillages anti mouches.

- ❖ les superstructures sont en banco et disposent d'un toit, d'une porte en tôle et d'une fenêtre grillagée.

2.2.2. Hygiénisation à travers le stockage.

Cette étape de traitement est en fait une période où il n'y a plus rien à faire pour le ménage sauf à attendre que la latrine ECOSAN fasse son travail d'hygiénisation :

➤ Hygiénisation des Fèces

Lorsque le réservoir de fèces est plein, il est recommandé tout simplement au bénéficiaire de le fermer. Le réservoir doit ensuite rester fermé pendant 6 à 8 mois. Au cours du stockage les organismes pathogènes finissent par mourir suite aux conditions de hautes températures régnant dans le réservoir et la diminution de l'eau dans les fèces appuyées par la présence de la cendre qui rend le milieu alcalin non favorable à la vie des pathogènes. C'est donc la température, le séchage, le pH élevé de la cendre et la durée qui assurent la mort des germes et donc l'hygiénisation. En effet il a été prouvé lors de la phase recherche sur l'hygiénisation des fèces que les germes présents dans les fèces fraîches sont détruits soit totalement ou leur nombre réduit au seuil de non toxicité au bout de 6 mois en période chaude et de 8 mois en périodes fraîche. Le produit final doit être sec avec un aspect plus ou moins blanchâtre.

Si la cendre manque, il est possible d'ajouter de la terre sèche ou copeaux de bois sur les fèces après défécation, le temps d'hygiénisation est dans ce cas prolongé jusqu'à 12 mois (COULIBALY, 2007).

Lorsque les deux étapes de la collecte séparée et du stockage en vase clos sont respectées, le bénéficiaire estime en ce moment que sa latrine a bien fonctionné. Les fèces et les urines sont devenues des fertilisants de bonne valeur agronomique prêts pour l'agriculture.

➤ Hygiénisation des urines

Les principaux risques liés à l'utilisation des excréta relèvent fondamentalement des fèces et non de l'urine. L'urine est normalement exempte d'organismes pathogènes.

Un bidon d'urine plein doit être fermé et stocké pendant 30 à 45 jours. Pendant le stockage, l'urée contenue dans l'urine est dissociée et forme l'ammonium/ammoniac (ZONGO, 2004). Ainsi l'urine devient basique, ce qui permet d'éliminer les germes. Si le bidon d'urine est rempli et conservé ouvert, l'élimination des germes sera moins efficace et on aura un produit de faible valeur agronomique car l'azote présent dans les urines sous la forme ammoniacale est volatile et une partie sera perdue par l'aération. Mieux vaut ne pas diluer l'urine. L'urine

concentrée représente un environnement plus hostile aux microorganismes, accroît le taux d'élimination des pathogènes et empêche la venue des mouches.

Lorsque les urines fraîches sont transvasées dans un récipient plus grand pour des raisons d'hygiénisation en grand volume, le temps d'hygiénisation doit être compté à partir du moment où le récipient a été rempli.

Les conclusions de recherche effectuées au sein du réseau CREPA montrent que l'urine est hygiénisée dans les conditions des pays tropicaux au bout de 30 jours le tableau 2 ci-après résume certains critères d'hygiénisation.

Tableau 2: Les critères d'hygiénisation de l'urine humaine

Traitement	Critère	Commentaire
Stockage	Température >20°C pendant 30 jours	La durée doit être augmentée en situation de températures plus basses ; Le temps de stockage peut être réduit si le pH > 8,5

Source : Réseau CREPA, 2006

2.3. Quelques connaissances sur l'urine humaine

Les urines contiennent la plupart des éléments nutritifs nécessaires aux plantes se trouvant dans les excréta humains. Un adulte peut produire environ 400 litres d'urines par an, soit alors 4 kg d'azote; 0,4 kg de phosphore et 0,9 kg de potasse (JONSON, 1997 cité par Esrey et al, 2001). Il faut noter que ces nutriments présents dans l'urine se présentent dans des formes idéales pour être utilisés par les plantes, et plus appropriés que dans les engrais chimiques utilisés en agriculture, à savoir : l'azote sous forme d'urée ; le phosphore sous forme de super phosphate ; la potasse sous forme d'ion.

De plus, les concentrations en métaux lourds dans l'urine humaine sont très inférieures à celles contenues dans les engrais chimiques (OLSSON, 1995 cité par Esrey et al, 2001).

Pour une bonne utilisation en agriculture, les urines collectées devront être stockées de manière à éviter les odeurs et la perte d'azote dans l'air. Des travaux de recherches (JONSSON et al, 1996 cité par Esrey et al, 2001) ont montré que la plus grande partie de l'azote contenue dans les urines, initialement sous forme d'urée, est transformée de façon rapide en ammoniacale à l'intérieur du récipient de collecte ou de stockage. Cependant, l'on

peut réduire la quantité d'ammoniaque perdue à travers un réservoir de stockage couvert avec une ventilation restreinte.

Les urines peuvent être appliquées pure (sans dilution) ou diluées à l'eau, comme cela se fait dans beaucoup d'endroits (CREPA-Mali, ECOSANRES, 4004-2). La dilution a l'avantage de diminuer ou d'éliminer le risque d'application excessive mais implique aussi l'augmentation du volume à épandre et ainsi le travail, l'appareillage requis, l'utilisation d'énergie et tout risque de tassement du sol sont augmentés. Cependant, indépendamment de savoir si l'urine doit être diluée ou non avant d'être appliquée, il faut noter que l'urine est un excellent engrais et devrait tout comme les engrais chimiques beaucoup plus concentrés, être appliquée à un taux correspondant au taux d'application désiré en azote, tandis que l'eau supplémentaire devrait être appliquée selon les besoins des plantes. L'urine diluée devrait être manipulée de la même manière que l'urine non diluée. Afin d'éviter les odeurs, la perte d'ammoniaque, la génération d'aérosols, les brûlures et la contamination éventuelle des plantes par les microbes pathogènes restants, l'urine devrait être appliquée très près ou être incorporée dans le sol.

La composition chimique moyenne de l'urine est résumée dans le tableau 3.

Tableau 3: Composition chimique moyenne de l'urine

Eléments minéraux	Azote	Phosphore	Potassium	PH
Urine en g/l	5	0,4	0,3	8,92

Source : CREPA-Mali 2006

2.4. Précautions et sécurité pour l'utilisation de l'urine en agriculture

- Normes OMS à respecter par les manipulateurs des excréta (OMS, 2006): utiliser des matériaux de protection comme les gants, les masques avant de manipuler les urines;
- se laver au savon après manipulation des urines
- éviter le contact direct avec les sources d'eau de consommation pendant la manipulation
- éviter d'arroser la partie comestible avec l'urine surtout dans le cas des légumes consommés crus ;
- protéger la plante pour rendre les produits plus rentables ;
- apporter l'urine hygiénisée sur des plants définitivement repris ;

- ne pas épandre l'urine sur les feuilles ;
- sur plantes fragiles diluer l'urine avant d'épandage
- appliquer la dose correspondant au besoin de la plante
- n'utiliser pas immédiatement l'urine après collecte ou un court temps de stockage que sauf si elle provient d'un ménage;
- stocker l'urine pour un temps d'hygiénisation de trente (30) jours si elle provient de plusieurs ménages ou de différentes communautés;
- respecter un délai d'au moins un (1) mois entre fertilisation avec les urines et la récolte.

CHAPITRE 3: MIL PENNISETUM TYPHOÏDES

Ce chapitre nous ferons quelques descriptions du mil, son importance dans l'alimentation humaine et animale et aussi les techniques culturales.

3.1. Historique

Le mil est une céréale originaire d'Afrique. Il est cultivé pour ses grains qui constituent la matière première de la préparation de nombreux mets.

A la faveur des échanges commerciaux, le mil fut introduit en Inde où il est utilisé dans l'alimentation humaine. Dans d'autres pays chauds comme l'Australie et les Etats-Unis, le mil est utilisé comme plante fourragère des animaux.

Le mil est une plante monocotylédone de la famille des graminées, à la tribu des *Panicées*, au genre *Pennisetum* et à l'espèce *Typhoïdes*.

Le mot vient de *milium* qui signifie une plante qui a des épis contenant un grand nombre de grains.

Au Niger, cette plante se révèle la plus importante en cultures vivrières. Ses grains sont très appréciés en alimentation humaine et constituent un produit de base.

Le mil présente une grande tolérance à la sécheresse et ne supporte pas les excès d'eaux.

3.2. Caractères botaniques

Le mil est une plante qui a une taille moyenne de 1,50 m au Niger. Son système racinaire est composé de racines superficielles et de racine qui peuvent s'enfoncer à environ 1 m dans le sol, ce qui explique l'adaptation de cette plante aux sols dunaires.

Appareil végétatif comprend une tige cylindrique qui est un ensemble d'entre-nœud portant des feuilles engainantes longues avec un limbe.

La ligule est le point de jonction entre le limbe et la gaine.

L'épillet est formé de deux types de fleurs à savoir :

- des fleurs mâles ou stériles avec des anthères édifices ;
- des fleurs inférieures fertiles dites hermaphrodites qui comportent un ovaire et trois étamines.

Sur ces épis, la floraison est protogyne, c'est-à-dire ce sont les fleurs femelles qui s'épanouissent les premières avant les fleurs mâles, ce qui détermine une fécondation croisée.

La pollinisation est soit anémophile (vent) soit entomophile (insecte).

Le caryopse est un grain de forme elliptique ou piriforme de couleur variant du jaune brunâtre, jaune franc et gris pâle enveloppée dans les glumes et glumelles. La taille de la graine est variable.

3.3. Exigences écologiques :

Le mil une plante des régions chaudes. Son optimum de température se situe entre 28 et 30°C. Il a une exigence hydrique de 400 à 700 mm et il est même possible de réaliser les semis à sec (BOUKARI, 2005).

3.4 Cycle de la plante

Les différentes phases de croissance de la plante sont :

- **phase de germination ou levée** : Après semis lorsque les conditions d'humidité sont satisfaisantes la levée intervient au bout de 2 à 3 jours. La plantule développe la racine qui reste le principal organe souterrain de la germination jusqu'à l'apparition des premières feuilles. La racine disparaît huit (8) jours après la levée pour faire place à un système de racines fasciculées.
- **phase feuillaison ou tallage** : correspond à la production des tiges secondaires et tertiaires par la tige principale.
- **phase de montaison** : c'est l'allongement de la tige. Elle se caractérise par l'augmentation du nombre d'entre nœud
- **phase épiaison-floraison-fructification** : La formation de l'épi se fait au cours de la montaison et son développement est actif seulement à la fin de la montaison. L'épiaison dure à environ 60 à 75 jours chez les variétés hâtives et 90 à 110 jours après la levée chez les variétés tardives.
- **phase de maturation** : c'est le stade de mûrissons des grains.

3.5. La culture du mil

En général, le mil est cultivé en association avec les autres céréales. Les associations les fréquentes sont mil-niébé ou mil-sorgho ; à travers ces associations les paysans visent à l'amélioration de la fertilité de son champ.

Les différentes techniques culturales du mil sont :

La préparation du sol consiste à un défrichage et un dessouchage des racines qui se fait manuellement.

Le semis se fait dans des poquets dès la première pluie utile et sont alignés. La densité de semis acceptable est de 10 000 poquets/ha soit un écartement de 1m x 1m.

Sarclage : consiste à un labour superficiel du sol tout en désherbant les mauvaises herbes.

Il peut se faire en deux étapes c'est-à-dire le premier 15 jour après semis et le second en pleine montaison, une troisième pourra se faire à la demande.

Démariage : consiste à laisser 3 à 4 plants poquet lors du sarclage.

Fertilisation : Il est recommandé d'apporter 50 kg de super triple ou 100 kg/ha de super simple avant le labour, 100 kg/ha d'urée en deux applications (la 1^{ère} après le démariage, la 2^{ème} à la montaison).

On peut faire également de l'amendement organique qui consiste à apporter de fumures organique

.

3.6. Ennemis et maladies du mil

Les maladies les plus couramment rencontrées sont :

- ✓ mildiou ou Lèpre du mil ou maladie de l'épi vert dû à *Sclerospora graminicola* ;
- ✓ charbon du mil dû à *Tolyposporium penicillaria* ;
- ✓ ergot des mil dû *Claviceps microcephalia* ;

Comme ennemis on peut citer :

- ✓ les criquets pèlerins
- ✓ le striga hermonthica c'est une plante phanérogame (ADAM Toudou, 2003).
- ✓ les oiseaux...etc

3.6. Quelques variétés cultivées au Niger

Le tableau 4 ci-dessous nous résume quelques variétés de mil vulgarisée au Niger et leurs caractéristiques agronomiques et morphologiques.

Tableau 4 : Caractéristiques agronomiques et morphologiques des principales variétés de mil vulgarisées au Niger

	Variétés					
<i>Caractères</i>	HKP : Haini Kiré Précoce origine :Issu de Haini kiré- TERA	ANK : ANKOUTES origine : CNRA-TARNA	SOUNA3 Origine : composite du Senegal	ZATIB : ZANFARWA- chinin BAJINE Orgine : CNRA- TARNA	BA :BA-ANGOURE Origine : CNRA-TARNA	H-8-10-GR : HATIVE GUER GUERA Origine : CNRA-TARNA
<i>Zone préférentielle de culture</i>	350-500mm de pluie	300-350 mm de pluie	A partir de 600 mm	300-600 mm	400-500 mm	300-400 mm de pluie
<i>Cycle semis-maturité (jours)</i>	80-90	80-90	85-93	85-93	90-100	75-85
<i>Rendement potentiel (t/ha)</i>	2	0,9 à 1	2	2	1	2,3
<i>Resistance aux ennemis</i>	Sensible au charbon et mildiou	Tolérant au charbon et mildiou	Tolérant au charbon et à la mineuse de l'épi	Tolérant au charbon et à la mineuse de l'épi	Sensible au charbon	Tolérant au charbon et au mildiou
<i>Hauteurs tige (m)</i>	1,90-2	1,60	1,90	1,90	1,60	2 à 2,3
<i>Epis</i>	Long : 50-70 Forme cylindrique	Long : 28cm Diamètre :12cm	Lâche Bout pointu	Sem-lâche	Long : 42 cm Diamètre : 10 cm	Long : 52 à 55 cm Diamètre : 2 à 2,5 cm
<i>Grain (forme et couleur)</i>	Obovale Brun-jaune	Obovale Jaune-brun	Obovale Jaune-marron	Obovale gris	Obovale Gris-brun	Obovale à pyriforme Jaune

Source : Ministère du développement agricole du Niger

CHAPITRE 4 : APPROCHE METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Cette partie portera sur le contexte, les objectifs, les matériels et la méthodologie de l'étude

4.1. Contexte de l'étude

La récupération et le recyclage des déchets solides sont des activités en expansion et revêtent un caractère économique de plus en plus important en milieu rural et urbain.

Une étude menée par le CREPA en 2007 dans la ville de Torodi a montré entre autre, que :

- La récupération des déchets (objets usés) se fait parfois au niveau des ménages, des dépotoirs sauvages, des ateliers et des garages ;
- Les produits sont vendus au niveau des marchés Katako à Niamey ;
- Les déchets organiques issus des ménages ou des parcs des animaux suivent généralement la chaîne alimentaire, par leurs utilisations sous forme de fertilisants agricoles.
- Le service municipal chargé de l'évacuation des déchets est non fonctionnel et l'évacuation des déchets est faite par la population qui déverse ces déchets dans leurs champs et autour de la ville.

Aussi en 2008, une deuxième étude sur les pratiques de compostage à partir des déchets à permis de proposer un protocole de compostage pour une meilleure valorisation des déchets dans la ville de Torodi.

4.2. Objectifs de l'étude

4.2.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la valorisation des produits ECOSAN à des fins agricoles.

4.2.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif, on s'est fixé pour objectifs spécifiques de:

- ☞ Produire les composts à partir des déchets solides et liquides ;
- ☞ Procéder à l'analyse physico-chimique des composts ;
- ☞ Faire une évaluation des effets de l'application de l'urine hygiénisée sur le cycle de développement végétatif de la culture du mil.

4.3. Méthodologie générale de l'étude

4.3.1 Phase préparatoire

➤ **prise de contact avec nos encadreurs avec 2iE**

Cette phase a débuté depuis Ouagadougou à travers un entretien avec les enseignants du 2iE et le Directeur résident de la Représentation Nationale du CREPA Niger poursuivie par des contacts de téléphone et Mail. Cela nous a permis de comprendre le thème proposé et élaborer une convention de stage.

➤ **prise de contact avec nos encadreurs du CREPA**

Cette phase a débuté par le contact avec l'équipe d'encadrement à savoir le Directeur résident de la Représentation Nationale du CREPA Niger et le chargé de recherche de la structure.

Cette étape a permis de bien comprendre le contenu du TDR (Annexe 2), de bien cerner non seulement les objectifs assignés à ce travail mais aussi les résultats attendus. Après cette phase, nous avons élaboré le cadre logique de ce travail (Annexe 1), définissant devant chaque objectif spécifique, les outils nécessaires, la méthode à adopter ainsi que les activités à mener pour l'atteindre.

➤ **prise de contact avec nos encadreurs de l'université de Niamey**

Cette phase a commencé par le contact entre l'université et la structure d'accueil pour échanger sur la thématique proposé par le CREPA et le 2iE. Pendant cet échange les deux partenaires ont jugé modifier le premier thème (comparaison des composts classiques et celui enrichit avec l'urine hygiénisée appliquée aux cultures hivernales) car le temps ne nous permettent pas de finaliser ce dernier. Donc finalement le thème retenu est : contribution à la valorisation des produits ECOSAN dans la commune rurale de Torodi au Niger.

Les échanges avec ces derniers nous a permis de rester dans le temps et dans l'espace.

➤ **Recherche et analyse documentaire :**

Elle nous a permis de mobiliser la documentation nécessaire pour la compréhension de la thématique afin de faire le point sur l'état actuel des connaissances dans le domaine qui a commencé au 2iE ensuite à la structure d'accueil et enfin à Torodi.

Cette phase s'est déroulée tout au long de ce travail. Les documents consultés sont principalement des mémoires, des articles, divers rapports, et également l'Internet.

4.3.2 Phase d'élaboration du protocole de travail

Il consiste en deux étapes:

4.3.2.1. Processus de production du compost enrichi avec l'urine hygiénisée

Site expérimental :

Le site du compostage est situé au niveau du service du développement communautaire de la ville de Torodi. Ses coordonnées géographiques sont : 13°07'17'' latitude Nord et 1°48'1'' longitude Est.

4.3.2.1.1. Matériels

a. Equipements et Outils de compostage

Les équipements et les outils utilisés sont résumés dans le tableau 5 :

Tableau 5: Equipement et outil pour le compostage

DESIGNATION	QUANTITE
Fourche	2
Bottes	2
Paire de gans	8
Cache-nez	5
Arrosoirs	2
Seau gradué	3
Balance	1
Brouette	2
Pelle	2
Bidons (25 litres)	12
Tonneau (200 litres)	1
Pioche	1

b. Substrats du compostage

Le substrat (déchets organiques) utilisés dans la préparation du compost sont : les feuilles mortes des arbres, les déjections des animaux domestiques, la paille de mil, des ordures ménagères, des glumes et glumelles.

La matière organique liquide utilisée est l'urine hygiénisée et l'eau comme matière minérale.

4.3.2.1..2. Méthodes

La méthodologie consiste à la production du compost à partir des substrats organiques enrichit avec de l'urine hygiénisée ;

A- Collecte, transport et stockage des matériaux organiques

A-1. Matières organiques solides

Le fumier ou déjection des animaux est collecté, à l'état frais ou séché, dans les parcs d'élevage domestiques.

Les feuilles mortes sont collectées dans les jardins.

Les ordures ménagères, la paille de mil et les glumes sont collectés aux alentours des maisons et sont acheminés au moyen des charrettes et ou des brouettes jusqu'au site de compostage où ils sont mis à l'abri des intempéries (pluie et vent).



Photo 5.5.6:Collecte des ordures ménagères et des déjections des animaux

A-2. Matières organiques liquides

Les urines: La collecte des urines des ménages nécessite un dispositif approprié comprenant des latrines ECOSAN et des bidons.

Elles sont collectées chez les bénéficiaires de latrines ECOSAN à l'aide des bidons de 20 et 25 litres puis stockés dans des fûts de 1000 litres.

L'urine recueillie est transportée au lieu de compostage pour être utilisé dans les compostières. L'eau est également transportée dans des bidons de 25 litres.



Photo 7: Transport des bidons d'urine au site de compostage

B- Implantation des fosses de compostage

L'implantation des fosses de compostage a été fait de la manière suivante :

- A un sarclage et à un nettoyage systématique de l'emplacement des fosses et son alentour afin d'éliminer les mauvaises herbes.
- Puis à la confection des fosses de 2m³ de volume (longueur de 2 m, largeur 1 m et hauteur 1 m).
- Cinq (5) fosses ont été confectionné au total.

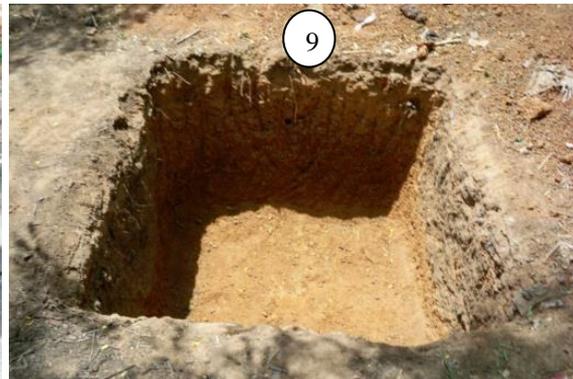


Photo 8.&9: Confection des fosses

C- Préparation du mélange de compostage

Composition physique des déchets : La composition des ordures ménagères est fonction du niveau de vie de la population.

Nous retiendrons, en conséquence, dans le cadre de cette étude une production spécifique de 0.75 kg/personne/jour soit $10.34 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{ménage}/\text{jour}$. Taille moyenne d'un ménage est de 8, la densité moyenne est de 0.58 tonnes/m³ CREPA-Niger.

Le tableau 6 donne les pourcentages de composition des ordures ménagères à Torodi.

Tableau 6 : La composition granulométrique des ordures ménagères en 2008 dans la ville de Torodi

Désignation	Pourcentage(%)
Papiers et cartons	1,12
Plastiques	3,35
Textiles et chiffons	0,53
Bois	0,73
Matière organique	19,10
Matériaux fins < 5mm	71,09
Métaux	0,58
Verres	0,06
Pierre et gravats	3,43

Source : CREPA-Niger, 2008

Tri : les matériaux organiques collectés et stockés sont hétérogènes. Un tri a permis l'extraction des déchets non compostables (cailloux, graviers), des métaux lourds (piles, fer) et des matériels organiques non biodégradables (les déchets plastiques, les verres, vieux chaussures...)



Photo 10. §.11: Tri des ordures ménagères

Concassage : Les déchets organiques grossiers sont concassés afin d'obtenir une réduction moyenne de leur granulométrie. Cette opération a été réalisée par des bâtons et des coupe-coupes.

Ce concassage, selon Mustin en 1987, permet d'accroître la surface de contact entre les micro-organismes et les déchets organiques.

D- Mise en fermentation

Elle a eu lieu le 28 juillet 2009 à Torodi. Avant de mettre les substrats organiques dans les fosses, chaque quantité de brouette de matières organiques a été pesée. Le tableau 7 montre les quantités des substrats organiques pour chaque compostière.

Tableau 7: Quantité des matériaux organiques par compostière

Matériaux organiques	Kg/brouette	Nombre de brouette/fosse
Fumier des animaux	30	5
Paille de mil	6	4
Feuille des arbres	6	3
Ordures ménagères	48	8
Glumes et glumelles	8	10
Totaux		30

Chaque fosse a reçue 30 brouettes des substrats organiques, soit en volume 1,8 m³ et en poids 656 kg.

La disposition de la première série de couches dans chaque compostière est la suivante:

- ✓ Deux brouettes des déjections des animaux;
- ✓ Deux brouettes de paille de mil ;
- ✓ Un brouette et demi des feuilles mortes des arbres ;
- ✓ Quatre brouettes des ordures ménagères ;
- ✓ Cinq brouettes de glumes et glumelles.

Les photos 12 et 13 montrent la mise en des différentes couches



Photo 12.&13: Mise en place des différentes couches

Après cette première série de couches, un épandage d'urine hygiénisée a été fait pour les quatre fosses :

- 1^{ère} variante 20 litres urine hygiénisée pour la compostière (C.80) ;
- 2^{ième} variante 40 litres urine hygiénisée pour la compostière (C.160) ;
- 3^{ième} variante 60 litres urine hygiénisée pour la compostière (C.240) ;
- 4^{ième} variante 80 litres urine hygiénisée pour la compostière (C.320).
- 5^{ième} variante témoin a reçue 100 litres d'eau simple pour la compostière (C.0).

Ensuite on a repris la seconde série de couches comme précédemment avec les mêmes quantités d'urine hygiénisée pour les quatre premières variantes et la compostière témoin a reçue de 100 litres d'eau , puis le tout est recouvert par une brouette des déjections des animaux, ensuite arrosé avec 40 litres d'eau chacune des fosses.

A la fin, chacune des fosses est recouverte par un secco pour protéger le mélange contre les intempéries notamment la pluie et le vent. Il est léger surtout sa surface pour faire parvenir de l'air au mélange afin d'éviter une décomposition anaérobie de ce dernier.

Le tableau 8 résume les quantités d'urine hygiénisée appliquées pour les quatre variantes durant tout le processus de compostage.

Tableau 8 : Quantités d'urines utilisées pour chacune des variantes

Différentes variantes	Quantités d'urine en fosse (litres)
1 ^{ère} variante	80
2 ^{ème} variante	160
3 ^{ème} variante	240
4 ^{ème} variante	320

Ces quantités ont été fractionnées en deux pour chaque fosse. Une première application au moment de la mise en fermentation et une seconde application après une semaine de fermentation. Les photos 14 et 15 montrent l'arrosage des matériaux organiques avec de l'urine hygiénisée.



Photo 14.15: Arrosage des matériaux organiques avec l'urine hygiénisée

E- Conduite de la fermentation

Lors de la fermentation les opérations suivantes ont été menées :

- 1^{ère} semaine du 28/07/09 au 04/08/09, arrosage des cinq fosses avec de l'eau et l'urine hygiénisée.
- 2^{ème} semaine (11/08/09), retournement, sans arrosage des mélanges en compostage car l'humidité est jugée suffisante.
- 3^{ème} semaine (18/08/09), sans arrosage car l'humidité est jugée suffisante
- 4^{ème} semaine (25/08/09), 2^{ème} retournement suivi d'arrosage de 25 litres par compostière. Les photos 16 et 17 montrent les composts au 2^{ième} retournement.



Photo 16. § 17: Compost au deuxième retournement

Au 45^{ème} jour (le 08/09/09), les fosses sont vidées de leur contenu, des quantités sont prélevées pour l'analyse physico-chimique afin d'évaluer les éléments minéraux contenus dans chacune des variantes. Les composts obtenus sont asséchés à l'air libre pendant quelques jours puis sont stockés pour d'éventuels usages agricoles. Les photos 18 et 19 montrent les compost au 45^{ème} jour de compostage.



Photo 18. § 19 : Composts mûr

F- Méthode de prélèvement des échantillons de compost

1^{ère} étape : Prélèvement à 5 cm

- Dégager les 1^{ers} 5 cm jusqu'à arriver à la partie humide
- Prélever au milieu de la fosse puis des quatre côtés
- Mélanger la quantité obtenue et peser 1 kg

2^{ème} étape : Prélèvement au milieu du compostière

- Dégager ensuite 45 cm pour arriver jusqu'au milieu de la compostière
- Prélever au milieu de la fosse puis des quatre côtés

- Mélanger la quantité obtenue et peser 1 kg

3^{ème} étape : Prélèvement à moins de 5 cm du fond de la compostière

- Dégager le compost jusqu'au derniers 5 cm
- Prélever au milieu de la fosse puis des quatre côtés
- Mélanger la quantité obtenue et peser 1 kg

4^{ème} étape : Prélèvement d'échantillons à analyser

- Mélanger les quantités obtenues (1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème}) et peser 1 kg pour analyse au laboratoire.

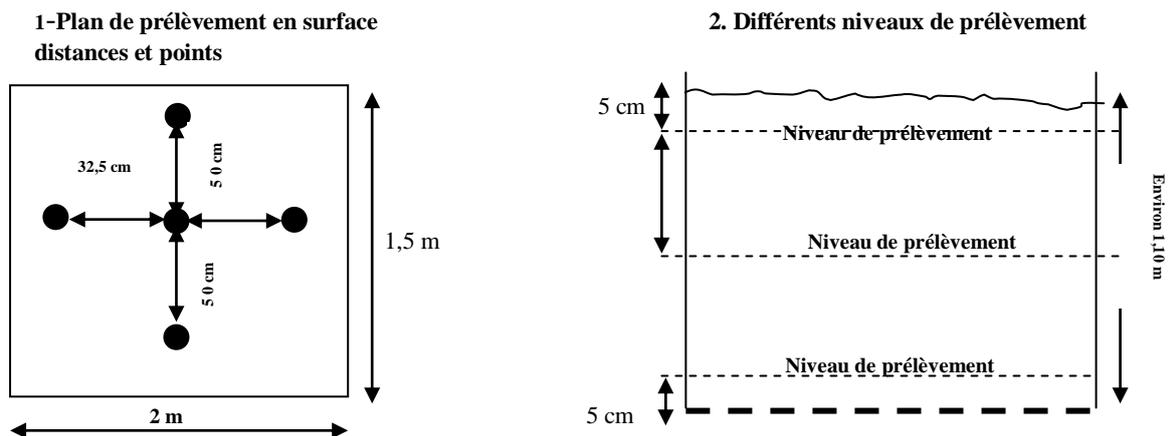


Figure 3: Schéma de prélèvement des échantillons

NB : répéter la même opération pour chaque compostière.

G- Estimation de la maturité du compost

Pour l'estimation de la maturité du compost, nous n'avons pas mesuré un certains paramètres du compostage notamment le température, faute des moyens matériels. Cependant, nous avons évalué la quantité des éléments minéraux.

Pour l'humidité des composts, nous l'avons apprécié au cours des deux retournements.

L'aération est faite au moment de l'arrosage, des trous réguliers sont faits à l'aide de piquet dans les composts pour favoriser l'aération et aussi pendant les retournements.

En effet pour la maturation du compost, nous nous sommes inspiré de la méthode empirique de Mustin (1987). Cette méthode s'énonce comme suit : « un produit d'âge et d'origine connue, de couleur très foncé, d'odeur agréable, souple au toucher, et dont on ne peut reconnaître à l'œil nu les composés d'origine serait assurément un compost mûr »

4.3.2.2. Processus d'application de l'urine hygiénisée sur la culture du mil

Site expérimental

Le champ expérimental est situé sur un glacis dans la Commune Rurale de Torodi; département de Say avec une pente faible. Ce terrain a subi plusieurs antécédents cultureux constitués principalement de la culture du mil, du sorgho et du niébé.

Ses coordonnées géographiques sont : 13°06'02'' latitude Nord et 1°48'41'' longitude Est.

Le climat est de type soudano sahélien caractérisé par une alternance entre deux saisons: une saison sèche répartie entre une période froide de Novembre à Février, une période chaude allant de Mars à Juin et une saison de pluie allant de Juillet à Octobre. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 400 et 800 mm par an. La température varie au sein d'une même saison et entre les saisons. Le sol est de type dunaire.

4.3.2.2.1. Matériel végétal

La variété utilisée est le mil (*Pennisetum typhoides*) dénommé « **somno** ». Elle a un cycle végétatif de 120 à 150 jours environ.

4.3.2.2.2. Intrants agricoles

Comme intrants agricoles nous avons utilisé l'urine hygiénisée comme fumure d'entretien et aussi du fongicide dans la même semence contre les prédateur.

4.3.2.2.3. Méthodes

A- Traitements

Les traitements ou les variantes suivantes ont été retenus pour la réalisation de l'étude :

T0 : témoin sans apport

T1 : 1 litre urine hygiénisée par poquet ;

T2 : 1,5 litres urine hygiénisée par poquet ;

T3 : 2 litres urine hygiénisée par poquet.

Ces quantités ont été fractionnées en deux et diluées à 50%.

Pour chaque variante nous avons 150 poquets repartis dans les différents blocs.

Le tableau 9 résume les différentes quantités apportées pour chacune des variantes au de l'étude. La dose d'azote est 4,5 g/l (CREPA-Niger 2008) dans la ville de Torodi.

Tableau 9 : Différentes quantités d'urine apportées au mil

Traitements ou variantes	Quantités apportées (l)	Dose d'azote (g)
T0 : témoin sans apport	0	0
T1 : 1 litre urine hygiénisée	150	675
T2 : 1,5 litres urine hygiénisée	225	1 012 ,5
T3 : 2 litres urine hygiénisée	300	1 350

B- Mode et période d'apport de l'urine

Mode :

L'application de l'urine a été faite après une pluie.

Ces quantités ont été apportées en deux avec une dilution de 50% pour diminuer ou éliminer le risque d'application excessive.

L'urine a été appliquée en apport localisé à environ 10 cm dans les sillons des cercles par poquets.

Période

La première application est effectuée le 25/07/2009 après une pluie de 20 mm; alors que la deuxième a lieu trois semaines après la précédente. L'intervalle entre les deux applications est de trois semaines. Les photos 20 et 21 montrent la première et la deuxième application de l'urine hygiénisée sur la culture du mil.



Photo 20.21 : De gauche à droite, la première et la deuxième application sur le même site

C- Dispositif expérimental

L'étude a porté sur un essai à un seul facteur (la variété). Il a été installé dans un dispositif en bloc complet aléatoire à trois répétitions. Chaque bloc ou répétition est subdivisé en quatre parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire a 12 m de long et 5 m de large soit une superficie de 60 m². La superficie totale est de 828 m². La répartition des traitements a été faite de façon aléatoire.

Le dispositif a été placé après le semis et se présente comme suit :

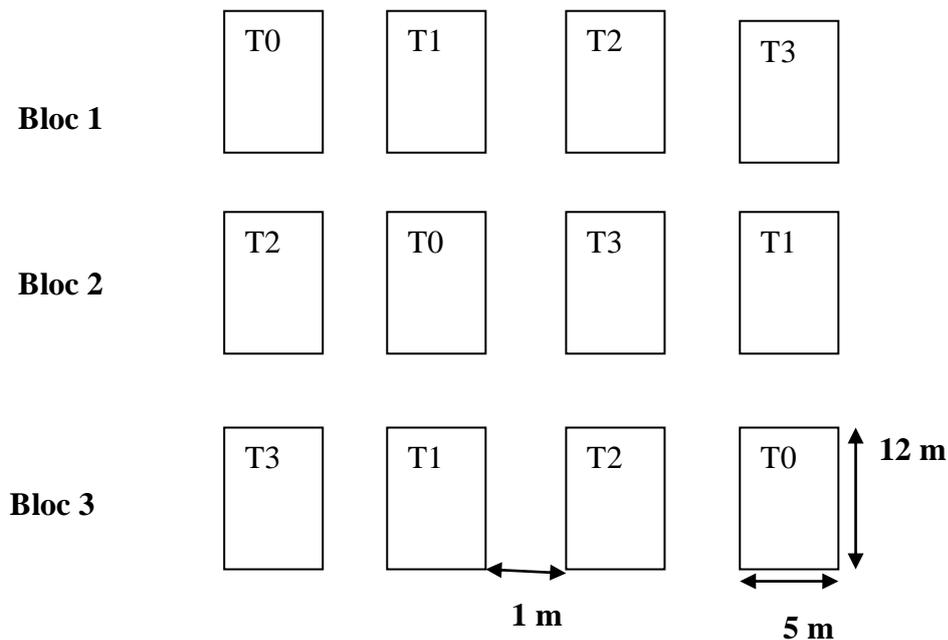


Figure 4 : Schéma du dispositif expérimental

D- Conduite de l'essai

Le sol sur lequel nous avons effectué les essais subissait depuis plus de cinq ans un système d'association mil-niébé-sorgho.

Au cours de notre essai, les précipitations ont été abondantes bien réparties dans le temps et dans l'espace.

E- Semis

Il a été effectué le 25 juin 2009 après une pluie utile. La densité est d'environ de 1 m x 1 m.

F- Entretien

Le démariage a été fait de 3 à 4 plants par poquet et deux semaines après le semis. Deux sarclages ont été effectués au cours de l'essai.

Le sarclage est opération déterminante dans la culture du mil. Il conditionne l'amélioration du niveau des composantes de rendement telles que le nombre de talles fertiles, le remplissage des épis et le poids des grains.

La fertilisation a consisté en deux apports à la dose de 675 litres d'urine hygiénisée répartie sur les 450 poquets. Il n'y a pas eu d'attaque importante des prédateurs ; cependant des cas de virescence des feuilles ont été observés tant au niveau du témoin qu'au niveau des poquets où l'urine est appliquée.

G- Observations et mesures

Les caractéristiques devant faire l'objet de mesures ou d'observations sont les suivantes :

- nombre de talles par poquet ;
- date de 50% montaison ;
- hauteur des plantes par poquet ;
- date de 50% floraison ;
- longueur de l'épi par poquet ;
- date de 50% maturité ;
- rendement en grains.

NB : Ces paramètres ont été mesurés ou observés du 2 août au 29 septembre 2009 avec une fréquence d'une semaine d'intervalle. Les résultats obtenus ont été traités avec le logiciel Excel.

4.3.3. Phase des travaux sur le terrain

➤ prise de contact avec la mairie et les services techniques :

Elle a consisté en un contact permanent avec les autorités locales et les services techniques du domaine. Ce qui nous a permis de faciliter la phase de terrain grâce à une bonne collaboration de ces dernières.

➤ **phase d'exécution des travaux**

Partant des objectifs fixés et des activités définies dans le cadre logique, nous avons procédé à la conception des outils nécessaires à la collecte de données sur le terrain. Il s'agit de la collecte, transport, et stockage des ordures ménagères, des déjections des animaux, des feuilles arbres, paille de mil, glumes et glumelles., eau et l'urine hygiénisée.

Ensuite on a procédé à la collecte des données sur le terrain et enfin analysé avec le logiciel Excel.

➤ **phase de rédaction et présentation du rapport.**

La rédaction du mémoire consiste à rassembler dans le mémoire des études faites, les détails de la production du compost et tous les aspects relatifs à l'application de l'urine hygiénisée sur la culture du mil, ce mémoire traite des données relatives aux produits ECOSAN et les déchets solides dans la ville de Torodi.

En conclusion partielle ces différentes phases permettront d'atteindre nos objectifs et nos résultats de l'étude.

DEUXIEME PARTIE : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Comme toutes les autres communes du Niger, la Commune Rurale de Torodi (CRT) fut créée par la loi 2002-014 du 11 juin 2002 portant création des communes et fixant le nom de leurs chefs lieux. Elle compte 27 conseillers dont 25 élus et deux (2) de droit (le chef de canton et le député).

1.1. Milieu physique de la zone d'étude

1.1.1. Situation géographique

La Commune Rurale de Torodi est située à l'extrême Ouest du Niger ; avec une superficie de 6 978 km², soit 62% de celle du département de Say.

Elle est limitée au Nord par les Communes Rurales de Dargol et de Gothèye (département de Téra), à l'Est par les communes rurales de Bitinkodji et Namaro (département de Kollo), au Sud la commune rurale de Guéladio (département de Say), à l'Ouest par le Burkina Faso (Mairie de Torodi, 2005).

La ville est au Sud-ouest de la région de Tillabéry, sur la RN6 (Niamey – Ouagadougou) à soixante (60) kilomètres de Niamey. La figure 5 donne la situation géographique de la Commune Rurale de Torodi.

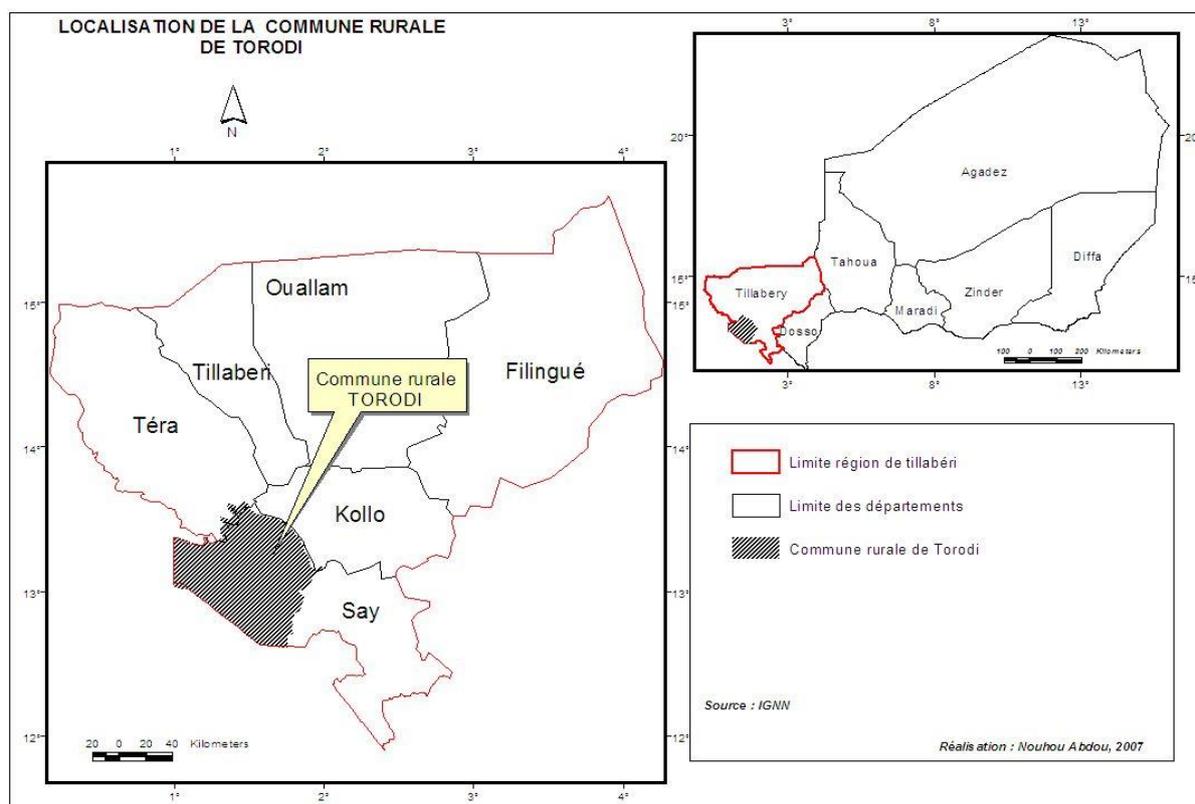


Figure 5: Localisation de la Commune Rurale de Torodi.

1.1.2. Climat

La saison des pluies dure 3 à 4 mois dans l'année, génère une importante masse d'eau remplissant les mares, les rivières et ruisseaux, et recharge les systèmes aquifères.

Le climat est deux types :

- un climat de type soudanien plus au Sud avec un régime pluviométrique de l'ordre de 800 mm par an ;
- un climat sahélo soudanien au Nord avec un régime pluviométrique de l'ordre de 450 à 600 mm par an (Mairie de Torodi, 2005).

Le nombre de jour de pluie varie de 31 à 54 selon les années. L'évaporation atteint parfois 2250 mm. La température varie au sein d'une même saison et entre les saisons. Avec 32,4°C en Janvier et 40,6°C en Mai au maximum, 16,8°C en janvier et 28,4°C au minimum (Mairie de Torodi, 2005). Le tableau 10 résume les pluviométries de 1999 à 2009.

Tableau 10 : Pluviométrie enregistrée sur les 10 dernières années dans la CRT

ANNEES	PLUVIOMETRIE (MM)	NOMBRE DE JOURS DE PLUIE
1999	852,2	54
2000	518,6	37
2001	400,5	35
2002	577,2	35
2003	767,2	41
2004	680,5	37
2005	674,3	43
2006	574	31
2007	639	31
2008	449,5	34
2009	541	34

Source: Service d'Agriculture de Torodi en 2009

1.1.3. Relief

Le relief de la Commune Rurale de Torodi est caractérisé par le plateau, formé par la bordure du continental terminal (argilo gréseux), festonné avec de nombreuses buttes (Mairie de Torodi, 2005).

L'altitude maximale est de l'ordre de 350 m à l'Ouest. La zone dite pénéplaine est formée par le socle constitué de granites, gneiss magnétique, séries métamorphiques et roches vertes intrusives au niveau de la limite et du bouclier Mossi. Leur altitude est de l'ordre de 200 à 220 m (Mairie de Torodi, 2005).

1.1.4. Hydrographie

La Commune Rurale de Torodi est partagée entre le bassin versant de la Sirba et du Goroubi. Celui du Goroubi occupe plus de 75% de la superficie. Le Goroubi est alimenté par les confluent du Digbari et du Tyenitiengal (ou Tintiengol). Il prend sa source au Burkina Faso et traverse la commune sur environ 90 km, ce qui explique l'importance de son bassin dans la CRT. Il peut couler de Juin à Novembre et son débit peut atteindre 28,3 m³/s.

La Sirba prend sa source aussi au Burkina Faso et traverse la commune sur près de 75 km avec un débit moyen de 9,4 m³/s de Juin à Décembre.

Il y a 171 mares saisonnières dans la commune.

Les eaux souterraines se situent entre 10 à 15 m de profondeur dans les bas fonds, au-delà la nappe se trouve à une moyenne de 35 m voir plus à certains endroits, conséquence du socle cristallin qui ne contient des couches aquifères que dans ses parties altérées (Mairie de Torodi, 2005).

Il y a 150 puits villageois et forages et 50 puits pastoraux environ à travers l'ensemble de la commune.

1.1.5. Sol

Les sols de la Commune Rurale de Torodi sont constitués de :

- sols peu évolués (Ouest de la commune rurale) constitués des faciès rubéfiés sur collusion argilo sableuse, des faciès vertiques sur argile d'altération (roches basiques), de sols gravillonnaires et des sols ferrugineux peu lessivés (sable éolien et de remblais) ;
- sols régiques à faciès ferrugineux sur collusion hétérogène (granite) constitués par des sols hydromorphes, des sols gravillonnaires et curasses ;
- sols ferrugineux tropicaux lessivés d'origine argileux sableux (granite) constitué de sols ferrugineux genèses érodés et des sols gravillonnaires à lithosol sur curasse ;
- sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés sur sable éolien, sur formation sableuse du moyen Niger où sur formation sableuse des vallées ;

- sols hydromorphes à pseudogley constitués de sols à pseudogley attachés et concrétion sur alluvions diverses (Mairie de Torodi, 2005).

1.1.6. Végétation

La végétation ligneuse naturelle est composée des grands arbres épargnés par les défrichements dans les champs et des répliques de forêts galeries le long des cours d'eau et dans les bas fonds.

Des formations forestières existent à l'extrémité Ouest de la zone pénéplaine et dans la zone Gourma. On observe des formations boisées sur les plateaux où des espèces arbustives formant des brousses tigrées à dominance de combrétacées.

Dans la zone gourma, on rencontre des grands arbres de forêts claires comme les bombacacées, les ficus, les tamarins et le *Keya Sénégalensis* le long des cours d'eau.

Dans toutes les zones, les espèces dominantes sont : *Diospynes mespiliformes*, les *Combrétacées* et les *Guiera sénégaleensis*.

La végétation herbacée est composée essentiellement de graminées annuelles dans toutes les zones mais aussi des graminées pluriannuelles dans les zones Sirba et Gourma (Mairie de Torodi, 2005).

1.2. Milieu humain

1.2.1. Situation démographique

La commune rurale compte 114 518 habitants en 2001 (RGP/H, 2001) dont 58 038 hommes et 56 485 femmes, repartis dans 110 villages et 179 hameaux. Elle se subdivise en quatre zones morphopédologiques avec les différents groupes ethniques suivants :

- la zone de Goroubi ou zone centrale et du Digbari : elle représente la partie centrale de la commune et regroupe les villages situés à l'Ouest du chef-lieu de la commune sur 40 km. Zone à dominance agricole, elle se caractérise par une absence quasi-totale de la jachère. La surexploitation des terres de culture et la faible reconduction de leur fertilité exposent les habitants à des déficits agricoles sévères. Le couvert végétal est nu, hormis quelques forêts galeries que l'on observe le long du principal cours d'eau. Cette zone est peuplée à 48% de peulhs ,40% de Zarma ,12% de Haoussa, Bella et Gourmantché avec comme activité l'élevage, agriculture, le commerce, etc. ;
- la zone Gourma : elle couvre toute la partie Sud de la commune ; véritable zone agricole. Cette zone accueille les immigrants des départements de Loga, Douchi,

Ouallam et Filingué. Elle constitue avec la Sirba les réserves forestières de la commune. Cependant, l'importance des marchés ruraux de bois (60 unités) témoigne de la forte pression exercée sur les ressources naturelles.

Le bois mort devenant de plus en plus rare, l'utilisation du bois vert comme source d'énergie inquiète les autorités municipales qui n'ont pas manqué d'en faire cas lors du forum de suivi de l'exploitation du bois organisé par le Bureau d'Animation et de liaison au Développement (BALD) à Makalondi les 1^{er} et 2 Mars 2005.

Cette zone est essentiellement occupée par les Gourmantché, agriculteurs et commerçants ;

- la zone de Sirba : Elle couvre l'ensemble de la partie Ouest de la commune. Seconde réserve forestière, elle est vaste mais peuplée. Elle est occupée à 70% par les Sonrai, 20% par les Peulh et 10% par les Haoussa et les Bella pratiquant tous l'agriculture, l'élevage et le commerce (Mairie de Torodi, 2005).

Ainsi avec un taux d'accroissement de 2,75%, partant de 2001 le nombre de la population se présente dans le tableau 11 comme suit :

Tableau 11 : Evolution de la population de la Commune Rurale de Torodi (2001-2012)

Année	2001	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Populations	114518	124280	127644	131154	134761	138467	142274	146187	150207	154338

Source : RGP/H

1.2.2. Religion

L'islam étant la religion dominante dans la Commune Rurale de Torodi (pratiquée à 95%), chaque communauté dispose d'une autorité religieuse (Imam) chargé de diriger les prières. Son influence auprès du chef permet le règlement de nombreux litiges à l'amiable.

L'animisme est pratiqué par une minorité Gourmantché dont certains tendent à se convertir en islam.

Quelques communautés protestantes existent dans cette même zone gourmantchée (Mairie de Torodi, 2005).

1.2.3 Organisation socio-politique

1.2.3.1. Organisations traditionnelles

La chefferie coutumière : La chefferie coutumière traditionnelle est l'organe de la décision suprême au sein de la communauté rurale et se situe à trois niveaux :

- le canton ;
- le village ;
- le quartier.

Le chef de canton, tout comme le chef de village ou le chef de quartier, est une autorité dont le pouvoir est profondément enraciné dans la tradition culturelle des communautés.

Le mode de transmission est héréditaire, les chefs de village et le chef de canton ayant droit, sont démocratiquement élus par le collège électoral composé respectivement par les chefs de famille du village pour le premier et les chefs de village administratifs pour le second.

Attribution du chef coutumier : Selon l'ordonnance N° 93-28 du 30 Mars 1993 portant statut de chefferie traditionnelle du Niger, les attributions des chefs coutumiers sont les suivantes :

- le chef de village, de quartier exerce son autorité sur l'ensemble des populations recensées dans le village, le quartier y compris les étrangers établis dans ces localités ou sur les terres en dépendant .Il a seul, la responsabilité de la collecte des impôts et taxes qui incombent aux membres de sa communauté ;
- le chef de canton exerce son autorité sur l'ensemble des villages établis dans les limites territoriales du canton. Il ne perçoit pas les impôts et taxes mais collabore activement à leurs recouvrements ;
- le chef coutumier représente les communautés coutumières ou traditionnelles qu'il dirige dans leur rapport avec l'administration et les tiers. A ce titre, il veille :
 - ✓ à la protection des droits et libertés individuelles et collectifs des citoyens et communautés dont il a la charge ;
 - ✓ à la sauvegarde de l'harmonie et la cohésion sociale ;
 - ✓ au respect des règles administratives et des lois dans leurs applications vis-à-vis des citoyens et communautés ;
 - ✓ au respect de la tolérance religieuse et des pratiques pour autant que ses pratiquants ne perturbent pas l'ordre public et ne portent pas atteinte au droit et libertés des membres de la communauté ;
 - ✓ à la défense des intérêts des citoyens et des communautés dans leurs rapports avec l'administration et les tiers.

Le chef traditionnel dispose de pouvoir de conciliation de parties en matières coutumières civiles et commerciales. Il règle selon la coutume, l'utilisation par les familles ou les

individus, des terres de culture et espaces pastoraux, sur lesquels la communauté dont il a la charge, possède des droits coutumiers reconnus.

Autres formes d'organisations traditionnelles : L'organisation familiale est caractérisée par le système patrimonial où l'homme (le mari) est le chef de famille. Les classes d'âge appelées « Waddé-Waddé » constituent un cadre efficace d'organisation social d'intérêt général.

Malgré la multiplication ethnique dans le canton, les mariages inter-ethniques sont très fréquents dans la Commune Rurale de Torodi d'où l'entente mutuelle et cohésion sociale renforcées (Mairie de Torodi, 2005).

1.2.3.2. Organisation moderne

A coté des différentes organisations traditionnelles, cohabitent des organisations de type moderne. Les plus actives sont les coopératives et/ou groupement, les associations socio professionnelles (associations d'élèves, féminines, associations de défense de droit de l'homme, la commission foncière de base, etc.) ; les partis politiques ; les comités de gestion et les comités d'entretien créés généralement sous l'impulsion des partenaires au développement (Mairie de Torodi, 2005).

1.3. Principales activités socio-économiques

1.3.1. Agriculture

L'agriculture se pratique à travers une diversité de cultures pures ou en association.

Le mil : principale culture peut être associé au sésame ou à l'oseille sur 80 à 90% des superficies emblavées dans la zone urbaine, le Digbari et la Sirba. Dans la zone Gourma, il est cultivé en association avec le sésame ou le niébé sur 15% des terres dunaires.

Le sorgho : céréale de base du Gourma est cultivée en culture pure sur 70% des superficies emblavées dans les bas fonds.

En dehors de ces cultures principales, on y pratique également d'autres cultures non moins importantes telles que : le niébé, l'arachide, le calebassier, le gombo, le voandzou, le fonio et l'oseille.

A part l'arachide et le niébé toutes les autres cultures précitées sont réservées exclusivement aux femmes.

L'arboriculture fruitière et le maraîchage sont développés le long du Goroubi, le Digbari et le Tyenitiengal. On cultive également l'oignon, la tomate, le piment, la pastèque et le melon.

Le maïs, les courges, les épices et les légumes sont produits en décrue dans la vallée et les zones d'épandage de la Sirba.

La culture de la canne à sucre est développée dans le Gourma où elle procure des revenus substantiels aux populations.

Le service agricole de la CRT compte quatre (4) agents ; ce qui démontre une insuffisance dans l'encadrement technique des paysans dans une commune aussi vaste.

De 2004 à 2008, on remarque un déficit des principales productions agricoles dans la CRT.

Cela peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- ✓ la pauvreté des terres cultivables ;
- ✓ la mauvaise répartition des pluies dans l'espace et dans le temps ;
- ✓ l'utilisation des variétés à cycle long (4 à 5 mois) alors que la pluviométrie ne dure que de 3 à 4 mois ;
- ✓ les attaques parasitaires ;
- ✓ la réticence des populations à utiliser les semences améliorées ;
- ✓ la faible utilisation des unités de cultures attelées ;
- ✓ les dégâts champêtres provoqués par les animaux (Mairie de Torodi, 2005).

1.3.2. Elevage

L'élevage seconde activité de la population est aussi bien pratiqué par les hommes (gros bétails) que par les femmes (petits ruminants), il est extensif. Il est dominé par les bovins, les ovins et les caprins élevés dans toutes les zones. Aussi l'aviculture est pratiquée dans la CRT ; en ce sens que la commune est l'un des grands pourvoyeurs de volaille en direction de la capitale.

La zone Gourma à une tradition particulière d'élevage des porcins.

La transhumance se fait en direction du Bénin, du Burkina Faso et du Togo. Elle dure quatre à six mois et concerne surtout l'élevage des bovins.

La Commune Rurale de Torodi possède une superficie pâturable de 24 618 ha. La durée d'utilisation est de 4 à 6 mois du fait de leur faible capacité de charge qui est de l'ordre de 43 538 UBT soit un taux de couverture de 35,51 % (Mairie de Torodi, 2005).

Le besoin en eau du cheptel est d'environ 176 540 m³ d'eau.

Tableau 12: Cheptel de la Commune Rurale de Torodi

Zones	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	Asins	Equins
Goroubi	14 892	20 456	20 448	120	2 266	62
Digbari	38 515	63 715	44 375	1 299	3 892	11
Sirba	39 035	71 677	162 584	1 065	5 902	33
Gourma	33 942	42 581	38 048	149	2 743	104
Total	126 384	198 429	119 155	2 633	14 803	240

Source : Diagnostic participatif, 2007

1.3.3. Commerce

Les populations de la Commune Rurale de Torodi font du commerce et des échanges frontalières avec le Burkina Faso. Les marchés hebdomadaires les plus fréquentés sont:

- Torodi et Kobadjé fréquentés par les populations environnantes, de Niamey et du Burkina Faso ;
- Dogona, Kokolokou, Bossey Bongou et Makalondi qui sont fréquentés par les populations environnantes et celle du Burkina Faso.

Au total 25 marchés hebdomadaires sont dénombrés dans la Commune Rurale de Torodi.

Les types de commerce rencontrés dans la commune sont :

- la vente du bétail sur pied et de la volaille;
- la vente de céréales ;
- la restauration et le petit commerce par les femmes ;
- la vente des produits de culture irriguée (fruits, légumes, épices) ;
- la vente des produits de cueillette.

En outre, il existe 65 banques céréalieres (pour la vente de céréales) dans la Commune Rurale de Torodi.

Les contraintes de développement du secteur du commerce sont :

- l'insécurité liée au banditisme armé ;
- l'inaccessibilité des principaux marchés en saison des pluies ;
- l'insuffisance des moyens financiers (Mairie de Torodi, 2005).

1.3.4. Artisanat

L'artisanat se caractérise dans la Commune Rurale de Torodi par :

- la forge pratiquée par les Gourmantché, les Zarma et les Bella ;
- la confection des nattes à base de tige de mil par les femmes ;
- la confection des chaises et lits en bois qui procure des revenus substantiels ;
- la sculpture de bois (mortiers, pilons, tabourets) ;
- la tannerie (Mairie de Torodi, 2005).

1.3.5. La cueillette

La cueillette est surtout pratiquée par les jeunes filles, les garçons et les femmes. Les produits de cueillette sont plus abondants dans les zones Sirba et Gourma.

Ces produits sont entre autres : les fruits du gommier, la gomme arabique, les fruits de karité, les feuilles de *Cassia italica*, les fruits de niéré, les fruits de *Zizuphus*, les feuilles et les fruits de baobab, les fruits de *Diospiros Mespiliformis* (Mairie de Torodi, 2005).

1.3.6. Apiculture

C'est une activité pratiquée dans la zone Gourma par les Gourmantché, ces derniers fabriquent des niches traditionnelles et les installent sur des arbres pour recueillir le miel.

C'est une activité qui procure des revenus importants pour les populations. Un litre de miel se vend en moyenne à 2.000 F CFA (Mairie de Torodi, 2005).

1.3.7. Pêche

C'est une activité importante pratiquée le long du Goroubi et de la Sirba par les Sonrai et les Haoussa à des périodes très limitées du fait du caractère temporaire des cours d'eau. Une importante partie des produits de pêche est vendue sur les marchés locaux.

Depuis la réalisation du barrage de Diabou, cette activité éprouve d'énormes difficultés dues à la rareté du poisson qui n'arrive plus à franchir l'ouvrage (Mairie de Torodi, 2005).

En conclusion nous pouvons dire l'économie de la commune rurale de Torodi repose essentiellement sur les pratiques de l'agriculture, de l'élevage, de l'artisanat et sur le petit commerce.

CHAPITRE 3 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL : CREPA-NIGER

Cette étude s'est au centre régional pour l'eau et l'assainissement à faible coût au Niger. Il est situé à Niamey dans le quartier cité chinoise.

3.1. Historique et Mission du CREPA

Le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA) est l'un des Cinq (5) Centres Africains du Réseau International de Formation pour la gestion de l'eau et des déchets (RIF). Ce réseau a été mis en place dans le cadre de la Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA, 1981-1990).

Le CREPA est une institution inter-états couvrant dix sept (17) pays membres de l'Afrique de l'Ouest et du Centre : Bénin, Burkina, Burundi, Cameroun, Centrafrique, Côte d'Ivoire, Congo, Gabon, Guinée-Bissau, Guinée Conakry, Mali, Mauritanie, Niger, Rwanda, Sénégal, Tchad et Togo.

Le siège du CREPA est à Ouagadougou au Burkina Faso. Il existe une Représentation Nationale dans treize pays membre dont le CREPA-Niger, notre structure d'accueil, installée en Mai 2002.

Le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût a pour mission de contribuer au développement et à la lutte contre la pauvreté par la promotion de l'accès durable à l'eau potable et à l'assainissement de base des populations à faibles revenus, afin d'améliorer leur santé, leur environnement et leurs conditions de vie en milieux urbain, périurbain et rural. Le CREPA s'investit dans l'optimisation des investissements consentis dans le secteur eau assainissement et hygiène (AEPHA) à travers l'adoption par les populations des approches participatives dans le processus de décision, le développement et la diffusion des stratégies adaptées dans les programmes nationaux négociés par les gouvernements avec les partenaires bilatéraux et multilatéraux.

3.2. Objectifs du CREPA

Le CREPA a pour objectif principal de développer, de vulgariser et de mettre en œuvre des stratégies opérationnelles participatives et financières dans le secteur de l'alimentation en eau potable, hygiène et de l'assainissement. Les tâches spécifiques que s'est assignée l'institution sont les suivantes:

- intégrer dans le cursus des écoles régionales et nationales d'ingénieurs et de techniciens des pays membres, un programme de formation sur les approches participatives et les technologies appropriées ;
- renforcer les ressources humaines indispensables au développement des approches et des technologies appropriées dans les pays membres ;
- renforcer les capacités des individus et des organisations intervenant dans le secteur ;
- lutter contre la pauvreté en développant des initiatives, des programmes d'assainissement et d'approvisionnement en eau potable qui associent surtout les jeunes les femmes et les enfants ;
- créer un centre de documentation dans les pays membres ;
- concevoir et vulgariser des stratégies permettant de faire participer les communautés destinataires des technologies alternatives appropriées à la conception, à la planification et à l'exécution des actions ;
- créer un réseau de promotion fonctionnel de technologies alternatives appropriées, d'échanges d'informations et d'expériences dans les pays membres ;
- animer le réseau par la création d'un centre de référence et de ressources fonctionnel au service des acteurs de développement durable du secteur ;
- fournir des informations pratiques, de l'assistance, de l'expertise et des conseils techniques de qualité aux individus et aux organisations intervenant dans le secteur de l'alimentation en eau potable, de l'hygiène et de l'assainissement ;
- créer des cadres d'échanges d'expériences et d'information scientifiques dans le secteur ;
- mettre au point des technologies visant la pérennisation des actions de développement durable du secteur.

3.3. Moyens matériels, logistiques et financiers de la RN

Ils sont constitués de :

- équipements en matériels informatiques ;
- acquisition des moyens par le CN sur fonds propres et à travers l'Etat et les partenaires ;
- mise à la disposition par l'Etat d'une villa de 4 pièces sis à la Cité Chinoise servant de bureaux pour le CN ;
- la RN dispose d'un centre de documentation équipé et géré avec un ordinateur et un logiciel approprié.

3.4. Activités du CREPA-Niger

Dès sa mise en place en Mai 2002, la direction exécutive du CREPA-Niger a démarré ses activités par des contacts afin de mieux se faire connaître sur le plan national. La Direction Exécutive et son Conseil d'administration ont entrepris un plaidoyer efficace qui a permis au CREPA-Niger d'obtenir les résultats appréciables sur les plans de développement institutionnel, la mise en œuvre des projets du Réseau CREPA, la réalisation des mandats confiés par les partenaires locaux, la formation/renforcement des capacités des cadres de la RN et les autres acteurs du secteur de l'AEPHA, et la mise en place de la documentation, du système d'informations et de communication à l'échelle nationale.

En conclusion partielle, le CREPA est un centre international qui intervient dans plusieurs domaines notamment l'alimentation en eau potable, l'hygiène et de l'assainissement.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE 1 : PRODUCTION DU COMPOST

Ce chapitre portera sur les résultats des différents composts produits lors de cette étude.

1.1. Résultats de l'analyse physico-chimique des composts.

Les analyses physico-chimiques des composts ont portées sur les éléments suivants : C, N, C/N, P_{tot}, P_{ass}, pH, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ et sont résumés dans le tableau 13:

Tableau 13 : Composition chimiques des composts

Référence	C	N	C/N	P _{tot}	P _{ass}	PH	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺
	%			PPm			méq/100g		
C.0	13,08	0,43	30,42	138	85	8,14	7,9	10,2	0,8
C.80	13,16	0,50	26,31	140	83	8,42	8,2	12,0	0,8
C.160	13,15	0,57	23,28	141	85	8,36	8,3	12,7	0,8
C.240	13,19	0,68	19,39	141,9	81	8,05	8,6	12,5	0,8
C.320	13,21	0,77	17,16	139,5	87	8,20	8,3	12,0	0,8

C : Carbone ; N : Azote ; C/N : Rapport Carbone/Azote ; P_{tot} : Phosphore total ; P_{ass} : Phosphore assimilable ; PH : potentiel d'Hydrogène ; Mg⁺⁺ : Magnésium ; Ca⁺⁺ : Calcium ; K⁺ : Potassium.

C.0 : Compost sans urine,

C.80 : Compost avec 80 litres urine hygiénisée,

C.160 : Compost avec 160 litres urine hygiénisée,

C.240 : Compost avec 240 litres urine hygiénisée,

C.320 : Compost avec 320 litres urine hygiénisée.

Ces résultats montrent qu'après 45 jours de compostage, les rapports C/N du compost urine sont de l'ordre de 26,31 pour le **C.80** ; 23,28 pour le **C.160** ; 19,39 pour le **C.240** et 17,16 pour le **C.320** sont inférieurs à celui du compost sans apport urine (**C.0**) de l'ordre de 30,42.

Les teneurs en carbone sont de 13,16% pour le **C.80** ; 13,15% pour le **C.160**, 13,19% pour le **C.240** et 13,21% pour le **C.320** supérieures à celle du compost sans urine qui est de 13,08%.

Les teneurs en azote sont de 0,50% pour le **C.80** ; 0,57% pour le **C.160**, 0,68% pour le **C.240** et 0,77% pour le **C.320** supérieures à celle du compost sans urine qui est de 0,43%.

Les teneurs en magnésium sont de 8,2 méq/100g pour le **C.80** ; 8,3 méq/100g pour le **C.160**, 8,6 méq/100g pour le **C.240** et 8,3 méq/100g pour le **C.320** sont supérieures à celle du compost sans urine qui est de 7,9 méq/100g.

Les valeurs du calcium évolue dans le même sens que précédemment.

Par contre la valeur du potassium est constante 0,8 méq/100g pour les cinq composts.

1.2. Discussion de l'analyse physico-chimique des composts

Les rapports carbone/azote sont représentés par la figure 6

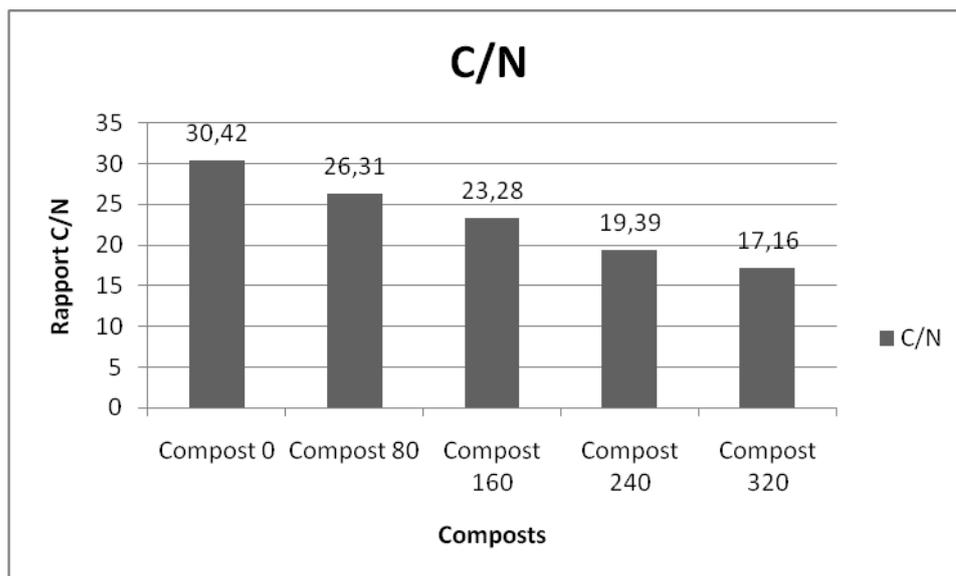


Figure 6 : Rapport Carbone-Azote

Les rapports C/N suivants 26,31% ; 23,28% ; 19,39% ; 17,16% respectivement pour le **C.80**, **C.160**, **C.240** et **C.320** sont faibles dans les composts urine par rapport à celui du compost sans apport d'urine qui est de 30,42%. Ce qui explique qu'avec certaine quantité d'urine la durée du compostage est réduite.

On remarque une maturation plus rapide du **C.320** suivi du **C.240**, du **C.160** ensuite du **C.80**. Les valeurs du rapport C/N dans le **C.320** (17,16%) ainsi que dans le **C.240** (19,39%) sont des signes de maturation du compost selon les normes d'AFNOR (<20) et la norme FAO (15-20).

Si le rapport C/N est inférieur à 20, on assiste à une perte d'azote et à une production d'ammoniaque et donc à l'émanation de mauvaises odeurs. Si ce rapport est supérieur à 40, le processus de biodégradation devient lent.

Les teneurs en carbone sont de 13,16% pour **C.80**, 13,15% pour **C.160**, 13,19% pour **C.240** et 13,21% pour **C.320** supérieures à celle du compost sans urine qui est de 13,08% ; ce qui explique une minéralisation plus poussée dans les composts urines par rapport au compost sans apport urine.

En ce qui concerne le taux d'azote, on remarque qu'il est faible dans les différents composts cela veut dire que l'azote semble être immobilisé temporairement dans les organes des micro-organismes, qui pourront le restituer après leur mort.

En effet les différentes valeurs d'azote dans les composts à la fin du compostage, restent satisfaisantes. Ces valeurs se situent entre celles jugées satisfaisantes par différentes normes Comme AFNOR (>0.25) et selon la norme FAO (0.4 à 0.5).

Les taux de phosphore total et de phosphore assimilable ont enregistré des valeurs importantes dans les différents composts cela serait due à l'effet de l'apport de l'urine dans ces derniers.

Les valeurs du magnésium ont montrées une différence entre les composts avec et celui sans urine. Cela pourrait être due à l'apport de l'urine avec des gains de 0,3 méq/100g pour le **C.80** 0,4 méq/100g pour le **C.160**, 0,7 méq/100g pour le **C.240** et 0,4 méq/100g pour le **C.320**
Les mêmes tendances s'observent pour les valeurs du calcium avec des gains de 1,2 méq/100g pour le **C.80**, 2,5 méq/100g pour le **C.160**, 2,3 méq/100g pour le **C.240** et 1,8 méq/100g pour le **C.320**.

Par contre les valeurs du potassium restent constantes pour les différents composts ; ce qui explique que les quantités d'urine apportées n'ont pas de potassium.

Par rapport au pH, les valeurs des différents composts sont bonnes ce qui explique que pendant la phase mésophile du fait de la production progressive du carbone et d'acide organique issu de la dégradation des glucides ; il s'accroît pendant la phase thermophile à la suite de l'utilisation des acides et de la production de l'ammoniac.

Ces valeurs se situent également entre celles jugées satisfaisantes par les auteurs comme (KASIER, 1981, cité par WETHE, 2001) entre 8 à 9 quant le compost est mûr.

1.3. Avantages et inconvénients

Actuellement où l'on s'investit davantage dans une agriculture durable plus autonome, le compostage des déchets solides et le compost présentent de nombreux avantages.

On peut citer entre autres :

- ✓ Contribution à la lutte contre les pollutions de l'environnement ;
- ✓ Accroissement des rendements des cultures ;
- ✓ Produit stabilisé, équilibré qui corrige les défauts de tous les types de sols ;
- ✓ Amélioration de la fertilité des sols ;
- ✓ Peu coûteux ;
- ✓ Les produits obtenus avec sont sains, plus savoureux et plus riches en éléments minéraux et se conservent assez longtemps.

Comme inconvénients on peut citer :

- ✓ Nécessité d'un moyen de transport ;
- ✓ Indisponibilité en eau.

En conclusion partielle, nous pouvons dire que tous les composts sont dans les normes de maturation et que ces derniers sont riches en cations échangeables.

En plus, les quantités d'urine apportées montrent qu'il y a une différence entre les différents traitements.

La quantité d'urine hygiénisée apportée par compostière seul a un effet positif dans le processus de minéralisation de la matière organique.

TEST-AGRONOMIQUE

CHAPITRE 2 : APPLICATION DE L'URINE HYGIENISEE SUR LE MIL (PENNISETUM TYPHOÏDES)

Le mil est une céréale est cultivée principalement pour ses grains qui constituent la matière première de la préparation de nombreux mets. Ces tiges sont utilisées pour l'alimentation des animaux.

2.1. Résultats de l'essai

2.1.1. Nombre de talles

Le tallage est un facteur qui peut être influencé par les conditions culturales (fertilisation, manque de compétition, maladies...etc). On distingue des talles stériles et des talles fertiles ou productives c'est à dire les talles qui arrivent à épier et portant des grains.

Le comptage a été fait après le premier sarclage et aussi après une semaine de la première application de l'urine hygiénisée sur l'ensemble de l'essai jusqu'au moment où le nombre de talle n'augmente pas.

La figure 7 ci-après donne l'évolution du nombre moyen de talle en fonction des différents traitements.

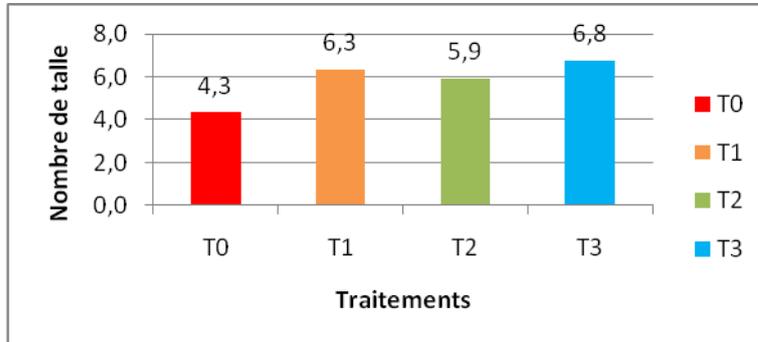


Figure 7 : Nombre de talle moyen

On constaté que les nombres de talle moyen des talles sont de 4,3 pour le traitement(T0) sans urine le témoin ; 6,3 pour le traitement (T1) qui a reçu un litre d'urine hygiénisée par poquet 5,9 pour le traitement (T2) de 1,5 litres d'urine hygiénisée par poquet et 6,8 pour le traitement (T3) de deux litres d'urine hygiénisée par poquet.

2.1.2. Hauteur de la plante

Elle est mesurée au niveau du sol au sommet de la chandelle pendant quatre semaines. Tous les poquets sont pris en compte. Les hauteurs moyennes des traitements sont représentées par la figure 8.

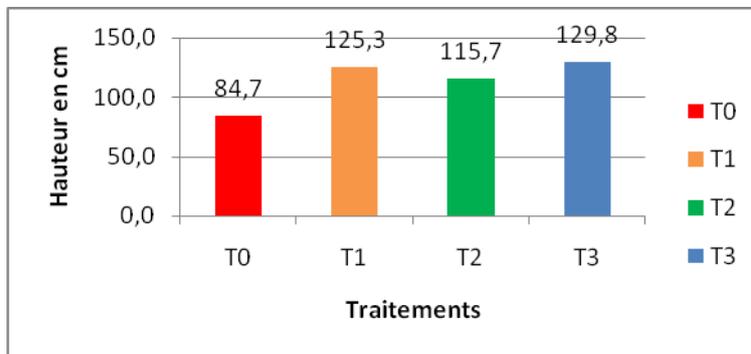


Figure 8 : Hauteur moyenne des plantes

On remarque que la hauteur moyenne est de 84,7 cm pour le traitement témoin ; 125,3 cm pour T1 ; 115,7 cm pour T2 et 129,8 cm pour T3. On constate qu'il y a une différence entre les hauteurs moyennes des différents traitements.

2.1.3. Durée du semis à 50% montaison

Ces observations permettent d'apprécier la précocité chez les différents traitements les uns par rapport aux autres.

C'est le nombre de jours écoulés du semis à la date à laquelle où la moitié des plants sont en montaison. La figure 9 présente le nombre de jours écoulé entre la semis et 50% montaison des différents traitements.

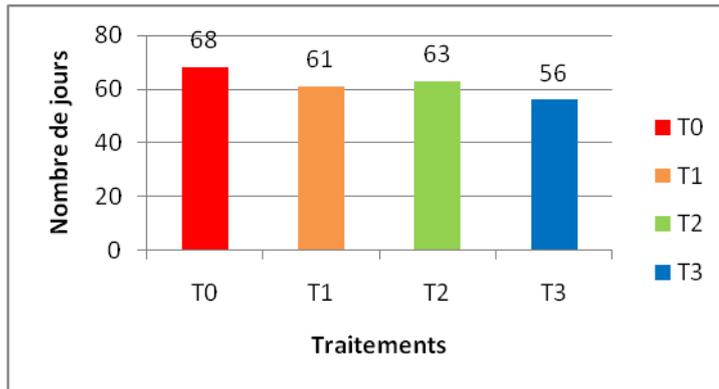


Figure 9 : Nombre de jours de 50% montaison

Les durées des différents traitements sont de 68 jours pour T0 c'est-à-dire du semis à la date de 50% de montaison, 61 jours pour T1, 63 jours pour T2 enfin 56 jours pour le traitement T3.

2.1.4 Date de floraison 50%

C'est également des observations qui permettent d'apprécier la précocité au niveau des différents traitements.

C'est le nombre de jours écoulés du semis à la date à laquelle la moitié des plants des parcelles élémentaires d'observation ont fleuri. La figure 10 montre les différentes durées de 50% floraison pour les traitements.

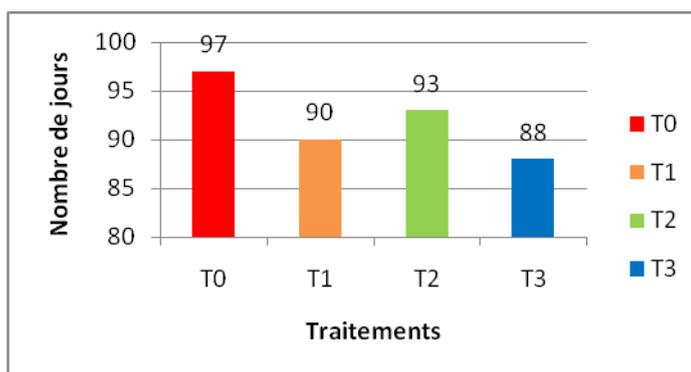


Figure 10 : Nombre de jours de 50% floraison

Les durées des différents traitements sont : 97 jours pour T0, 90 jours pour T1, 93 jours pour T2 enfin 88 jours pour le traitement T3

2.1.5. Longueur de l'épi

La mesure est faite de la base de l'épi à son extrémité. Elle est portée sur les 15 poquets pris au hasard dans chaque parcelle élémentaire par bloc. Donc au total 120 poquets ont été mesuré soit 25%. Ces mesures ont été effectuées le 29/09/09.

La figure 11 donne les différentes longueurs moyennes de chaque traitement.

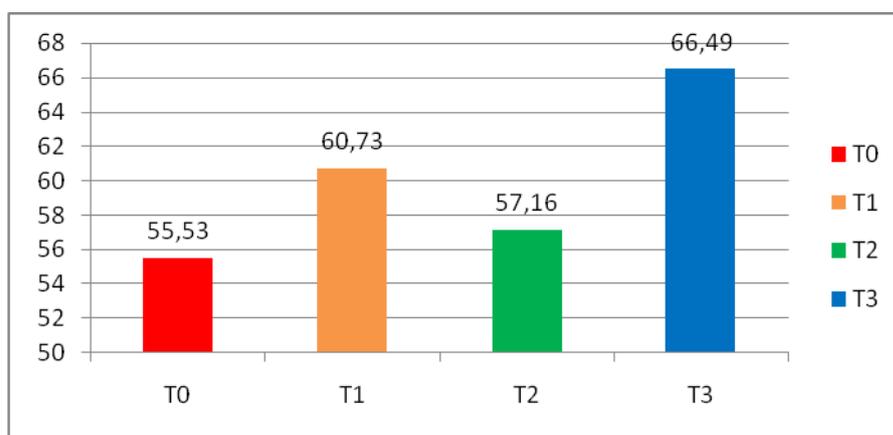


Figure 11 : Longueur moyenne de l'épi des différents traitements

Il ressort en moyenne 55,53 cm pour le traitement T0 ; 60,73 cm pour le traitement T1 ; 57,16 cm pour le traitement T2 et enfin 66,49 cm pour le traitement T3.

2.2. Discussions des résultats

2.2.1. Effet de l'urine sur le nombre de talles

Le démariage effectué de 3 à 4 plants par poquet lors du premier sarclage.

Le nombre de talle moyen enregistré au cours de cet essai est assez faible (4,3 en moyenne) pour le traitement sans application d'urine malgré la bonne pluviométrie ayant caractérisé cette campagne. Mais, le nombre de talle moyen enregistré pour les autres traitements est important variant de 6,3 pour T1 (un litre par poquet), 5,9 pour T2 (un litre et demi par poquet) et 6,8 en moyenne pour T3 (deux litres par poquet).

Cependant, on remarque que le nombre de talle moyen au niveau du traitement T1 (6,3 en moyenne) est supérieur à celui enregistré par le traitement T2 (5,9 en moyen) cela pourrait être due à la nature initiale du terrain car une étude de la composition chimique du sol n'a pas été faite.

2.2.2. Effet de l'urine sur la hauteur des plantes

Les hauteurs moyennes des plants varient de 84,7 cm à 129,8 cm.

En analysant la figure 8, on constat que le traitement T3 (129,8 cm) à les plus hauts plants de suivi du traitement T1, puis le traitement T2 et enfin le traitement T0 (sans application d'urine). A ce niveau aussi le traitement T1 (1 litre/poquet) est supérieur au traitement T2 (1,5 litres/poquet).

2.2.3. Effet de l'urine sur la durée du semis à 50% montaison

L'analyse de la figure 9 révèle que le traitement le plus précoce au cours de cet essai est T3 suivi du T1 et T2.

Le traitement le plus tardif est le traitement T0 sans application d'urine.

Il existe une différence de 12 jours entre le traitement le plus précoce et celui le plus tardif.

2.2.4. Effet de l'urine sur la durée du semis à 50% floraison

L'analyse de la figure 10 montre que le traitement T3 est le plus précoce suivi respectivement du traitement T1, T2 et T0.

Cependant il existe une différence de 9 jours entre T3 et T0 ; de 5 jours entre T3 et T2 et de 2 jours entre T3 et T1. Ceci s'avère intéressant compte tenue de la variation de la durée de la saison hivernale.

2.2.5. Effet de l'urine sur la longueur épi

Le caractère épi long, en plus de son intérêt pour le paysan dans le rendement, tient une place très importante dans la confection de la botte, unité de mesure de la récolté et de la vente.

La figure 11 montre que le traitement T3 à plus d'épis longs suivi du T1 ; T2 et le traitement sans urine a des épis les plus courts.

En effet, on peut dire que la quantité d'urine apportée a un effet positif sur la longueur de l'épi.

De manière globale le traitement T3 qui a reçu le 2 litres d'urine hygiénisée par poquet a montré des résultats meilleurs par rapport aux autres traitements suivi du traitement T1 (1 litre/poquet) ensuite vient le traitement T2 (1,5 litres/poquet).

Mais pour des raisons économiques nous conseillerons l'application de 1 litre par poquet.

En conclusion partielle nous pouvons dire que la quantité d'urine apportée a un effet positif sur la croissance et le développement de la plante.

NB : Les paramètres agronomiques suivants : la date de maturité 50% et le rendement en grain n'ont pas pu être évalué compte tenu du temps de stage.

Conclusion et recommandations

A l'issue de ce travail, il ressort que la réutilisation des déchets d'animaux en agriculture est enracinée dans les habitudes des populations, par contre celle des produits ECOSAN rencontre quelques réticences car les producteurs ont le plus souvent des difficultés à manipuler les urines fraîches pour des considérations religieuses ou coutumières.

En effet, la quantité de déchets d'élevage produite aux alentours de la commune de Torodi reste insuffisante face à la demande de plus en plus croissante. D'où la valorisation des produits ECOSAN comblerait ce manque.

De toute évidence, ceci éviterait le déversement sauvage dans la nature et cela contribuerait à assainir l'environnement et à assurer la production agricole pour les besoins de développement durable.

Bien que partielle, cette étude a montré l'effet de l'urine humaine dans le processus de minéralisation de la matière organique, particulièrement le cas des ordures ménagères et son impact sur la production du mil notamment:

- la réduction de la durée du compostage des ordures ménagères par la baisse sensible du rapport C/N au bout de 45 jours;
- l'amélioration de la valeur fertilisante du compost par une augmentation de la teneur; en azote, en phosphore, en magnésium et en calcium ;
- l'amélioration de la croissance et du développement du mil.

A cet effet, l'urine constitue une ressource locale intéressante pour amorcer le processus de décomposition de la matière organique, enrichir la valeur fertilisante du compost et augmenter la productivité des sols.

Aussi, l'apport de l'urine au sol permet non seulement de réduire les nuisances environnementales mais aussi d'améliorer la productivité de l'agriculture en générale.

Des différences ont été décelées entre les différents traitements tant au niveau de la production du compost ainsi qu'au niveau de l'expérimentation et des classements ont été faits.

En tenant compte des difficultés rencontrées au cours de cette étude nous formulons les recommandations suivantes:

- ☞ poser des essais expérimentaux pour l'application des composts produits lors de ce travail pour la comparaison des différentes variantes;
- ☞ poursuivre les prélèvements des données du champ restantes et leurs analyses ;
- ☞ continuer la recherche de l'expérimentation avec les mêmes doses pour confirmer nos résultats ;
- ☞ approfondir la recherche pour une labellisation des produits ECOSAN ;
- ☞ mettre en place dans la Commune Rurale de Torodi une décharge contrôlée des déchets solides pour la valorisation de ces derniers et de l'urine dans le cas de la production à grande échelle ;
- ☞ mettre en place un plan stratégique de gestion des déchets solides et les produits ECOSAN ;
- ☞ rechercher de partenaires financiers et d'aide au développement ;
- ☞ établir un partenariat avec des laboratoires équipés pour les analyses des urines et les fèces aussi bien que des produits issus de la fertilisation avec les excréta ;
- ☞ étudier les aspects socio-économiques de la production de compost avec les urines ;
- ☞ étudier la dynamique de développement de la microbiologie du compost ;
- ☞ étudier la composition chimique du sol avant l'installation des essais expérimentaux.
- ☞ commencer puis renforcer la sensibilisation de la population pour lever d'éventuels doutes quant à la réutilisation des produits ECOSAN traités. Compte tenu des désirs exprimés lors des entretiens et de leur revenu faible, les agriculteurs/maraîchers s'adonneraient massivement à l'utilisation de ces produits ;
- ☞ en fin Compte tenu de la faible volonté de participation à l'amélioration du système d'assainissement à Torodi, la mairie et ses partenaires techniques et financiers, doivent au préalable rechercher l'adhésion de toutes les parties prenantes locales, en particulier la population, pour que chacun comprenne les tenants et aboutissants de l'assainissement.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIE

1. **ADAM Toudou.** (2004), Cours phytopathologie générale, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 35 P.
2. **BAILEY James Ollis.E et David.F.** (1986), Biochemical engineering fundamentals grow-hill international, 984 P.
3. **BOUKARI Baoua,** (2006), Suivi de la croissance et du développement d'une gamme de variétés de mil dans les conditions pluviométriques de l'Ouest du Niger, 74 P.
4. **COMOE Kini Bernard.** (2005), Impacts agronomiques de l'urine humaine en cultures de manioc (*Manihot esculenta*) et d'igname (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) au sud de la cote d'ivoire : cas du village de petit badien, s/p dabou , 60 P.
5. **COULIBALY. O.** (2007), Effet du compost à base des ordures ménagères enrichi à l'urine humaine sur la productivité de la tomate dans le village de N'Djinina commune de Guengneka, cercle de Dioïla, région de Koulikoro au Mali, 63 P.
6. **CREPA-Niger.** (2008), Programme régional d'Assainissement Ecologique, projets pilotes de Torodi Rapport de recherche, 42 P.
7. **CREPA-Niger,** (2006), Bilan des activités de CREPA-Niger de Mai 2002 à Juin 2006, 6p.
8. **CREPA_Mali.** (2006), Boîte à outils ECOSAN: Les ouvrages ECOSAN: synthèse de la recherche 45 P.
9. **CREPA-Siège,**(2006). Boîte à outils ECOSAN (Volet Social, Volet Technique, Volet Hygiène/Santé et Volet Agronomie). Ouagadougou, Burkina Faso, 190p.
10. **ECOSANRES** (2004) ; Directives pour une utilisation des urines et des fèces dans la production agricole,
11. **ESREY, S. et al.** (2001). Assainissement écologique. Asdi, Stockholm, Suède, 96p
12. **DIARRA Joseph Marie.** (2001), Gestion des déchets solides ; EIER-ESTSHER à Ouagadougou, 37 P.
13. **FRANCIS Macard.** (2004). Le guide pratique de l'ADEME « les déchets des ménages ».n°3683.
14. **GILLET. R.** (1985), Traité de gestion des déchets solides et son application dans les pays en voie de développement, 1^{er} volume, OMS, PNUD, 397 P.
15. **Info-CREPA.** (2008) Forum sur la recherche du réseau CREPA, Bulletin d'information du programme d'assainissement écologique N°13.
16. **HAMADOU Kailou.** (2008). Problématique de l'assainissement au Niger ; 73 P.

17. **Institut national de la statistique du Niger.** (2007). Rapport annuel sur la production agricole.
18. **JEAN Marc.Y.** (2008), Utilisation de l'engrais dans l'agriculture urbaine à Ouagadougou, étude de l'offre de la ville et de la demande des maraîchères : cas du secteur 27, 51 P.
19. **KAILOU yayé.** (2006), Compostage et effet du compost sur la croissance et la germination du Moringa oliéfera au Niger, 58 P.
20. **FAMANTA Mahamoudou.** (2008), Cours de Biométrie ; Institut polytechnique rural de formation et de recherche appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou au Sénégal, 73 P.
21. **Monographie.** (2005) Commune Rurale de Torodi,
22. **MUSTIN .M.** (1987), Le compost : gestion de la matière organique, François DUBUSC, 954 P.
23. **RECUEIL,** des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de production Agro-sylvo-pastorales ; Ministère du développement agricole (MDA) Niger, 363 P.
24. **SAWADAGO.P.W.** (2003), Abrégé du cours d'épuration biologique, Université de Ouagadougou, Novembre 2003, 29 P.
25. **Ministère de l'Hydraulique et Ministère de la Santé Publique.** (2009), RAPPORT d'état des lieux, Etude pour l'élaboration et l'opérationnalisation de la stratégie de promotion de l'hygiène et de l'assainissement au Niger, 101 P.
26. **MORGAN. P.** (2008). Latrines à compost, Stockholm Environnement Institut. 109 P.
27. **PIERI . C.** (1989), Fertilité des terres de savane: Bilan de trente années de recherche et de développement agricole au sud du Sahara; IRAT, paris, France 162 P.
28. **PLAN-NIGER.** (2008), Projet du PDC de la commune de Torodi, Lutte Contre la Pauvreté Tillabéry et Tahoua Nord (LUCOP), Programme Régional Tillabéry.
29. **WETHE Joseph.** (2001), Cours déchets solides au 2iE d'Ouagadougou, Burkina Faso.
30. **Service de L'Agriculture de la commune rurale de Torodi.** (2009). Rapport décadaire de la situation agricole de Torodi, 87 P.
31. **ZONGO M.** (2004). Valorisation agricole des excréta humains (fèces et urines) : cas de Sabtenga. Mémoire de fin d'études, Développement rural, option agronomie, Université polytechnique de BOBO Dioulasso, Burkina Faso, 70 P.

Sites internet

<http://www.reduisonsnosdechets.fr>

<http://www.compostage.info>

<http://www.ademe.fr>

ANNEXES

ANNEXE 1 : CADRE LOGIQUE : Contribution à la valorisation des produits ECOSAN dans la commune rurale de Torodi

Objectifs	Activités	Méthodologie	Résultats	Conditions de réussite
1. Mettre en œuvre le protocole de production des composts proposés lors des études précédents ;	Description, diagnostique et analyse des composts (avantages et inconvénients) ;	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Revue documentaire ; ✓ Recherche des renseignements 	Le protocole de production des composts est mis en œuvre ;	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avoir accès à la documentation nécessaire ; ✓ Avoir des encadreurs disponibles au niveau du CREPA et au 2IE; ✓ Etre des bonnes conditions de travail
2. Produire les composts à partir des déchets solides et liquides ;	Production des composts : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identification et préparation du site ; ✓ Collecte des déchets ; ✓ Conditionnement des composts 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dimensionnement du composteur ; ✓ Tri des déchets solides ; ✓ Classement des déchets en différentes couches dans le composteur ; ✓ Utilisation de l'urine hygiénisée dans le composteur ; ; 	Les composts à partir des déchets solides et liquides sont produits ;	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilité des déchets solides et liquides ; ✓ Avoir un site de production ; ✓ Avoir des encadreurs et techniciens disponibles du CREPA. ✓ Avoir la disponibilité des outils et équipements pour le compostage
3. Procéder à l'analyse physico-chimique des composts ;	Analyses de la qualité physico-chimique des composts ;	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dosage des éléments nutritifs dans les composts classiques et ceux de l'urine hygiénisée : azote, phosphore, potassium, magnésium, calcium ; ✓ Mesure de la température, de l'humidité et du PH 	Les analyses physico-chimiques des composts sont faites ;	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avoir un laboratoire d'analyse ; ✓ Avoir les moyens nécessaires de dosage ; ✓ Avoir les appareils de mesure de la température, de l'humidité et du PH ; ✓ Disponibilité des techniciens et encadreurs du CREPA.
4. Faire une évaluation des effets de l'application de l'urine hygiénisée sur le cycle de développement végétatif des cultures.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Application de l'urine hygiénisée sur les cultures expérimentales ; ✓ Suivi des effets de l'application des composts sur le cycle de développement végétatif ; ✓ Rédaction du rapport de mémoire. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suivi et évaluation des paramètres agronomiques des cultures appliquées à l'urine hygiénisée ; ✓ Comparaison des traitements de l'urine hygiénisée avec un témoin. 	L'évaluation des effets de l'application de l'urine sur le cycle de développement végétatif des cultures est mis en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponibilité du terrain expérimenté ; ✓ Avoir les moyens nécessaires d'acquérir les données sur le terrain ; ✓ Disponibilité des matériels de travail ; ✓ Avoir des techniciens et encadreurs au niveau du CREPA et 2IE

ANNEXE 2 : Termes de Référence



CENTRE REGIONAL POUR L'EAU POTABLE ET L'ASSAINISSEMENT

A faible coût

Représentation Nationale au Niger

BP : 2149 NIAMEY

Tél. :(227) 20 32.00.11

Mobile. :(227) 96 96 10 33

Email: crepaniger@yahoo.fr

TERMES DE REFERENCE POUR LA PREPARATION DE MEMOIRE
DE DESS EN GENIE SANITAIRE ET ENVIRONNMENT

Thème : Contribution à la valorisation des produits ECOSAN dans la Commune Rurale de Torodi au Niger

CONTEXTE

La récupération et le recyclage des déchets solides sont des activités en expansion et revêtent un caractère économique de plus en plus important en milieu rural et urbain.

Une étude menée par le CREPA en 2007 dans la ville de Torodi a montré entre autre, que :

- ⇒ La récupération des déchets (objets usés) se fait parfois au niveau des ménages, des dépotoirs sauvages, des ateliers et des garages ;
- ⇒ les produits sont vendus au niveau des marchés Katako à Niamey ;
- ⇒ les déchets organiques issus des ménages ou des parcs des animaux suivent généralement la chaîne alimentaire, par leurs utilisations sous forme de fertilisants agricoles.
- ⇒ Le service municipal chargé de l'évacuation des déchets est non fonctionnel. L'évacuation des déchets est faite par la population qui déverse ces déchets dans leurs champs et autour de la ville.

Aussi en 2008, une deuxième étude sur les pratiques de compostage à partir des déchets à permis de proposer un protocole de compostage pour une meilleure valorisation des déchets dans la ville de Torodi.

Le présent TDRs devrait permettre de continuer le processus par la mise en pratique du protocole proposé. C'est -à- dire la production du compost et le test de son application sur les cultures hivernales.

I. Objectif du mémoire

L'objectif général du mémoire est la production du compost et le test de son application. De manière spécifique, les objectifs recherchés sont de :

- ☞ Produire les composts à partir des déchets solides et liquides ;
- ☞ Procéder à l'analyse physico-chimique des composts ;

- ☞ Faire une évaluation des effets de l'application l'urine hygiénisée sur le cycle de développement végétatif des cultures.

II. Résultats attendus.

- ☞ Les composts à partir des déchets solides et liquides sont produits ;
- ☞ Les analyses physico-chimiques des composts sont faites;
- ☞ L'évaluation des effets de l'application de l'urine hygiénisée sur le cycle de développement végétatif des cultures est mise en œuvre.

III-Activités à réaliser.

- ☞ Revue documentaire ;
- ☞ Production des compostes :
 - ✓ Identification et préparation du site
 - ✓ Collecte des déchets
 - ✓ Conditionnement des composts
- ☞ Analyses de la qualité physico-chimique des composts ;
- ☞ Application des produits ECOSAN sur les cultures expérimentales ;
- ☞ Suivi des effets de l'application des composts sur le cycle de développement végétatif sur les cultures hivernages et maraîchères ;
- ☞ Rédaction du rapport de mémoire.

IV- Durée :

La durée du stage est de quatre (04) mois à compter du 1^{er} juillet 2009.

V. Etudiant :

La présente étude sera conduite par Monsieur Hamidou Soumana, étudiant de 2^{ie}, spécialité Génie Sanitaire et Environnement.

Il sera appuyé par Monsieur Souleymane Siddo Hama, élève de l'ENSP de Zinder, section Hygiène et Assainissement.

Le CREPA Niger assurera l'encadrement des étudiants et la supervision de l'étude à travers Monsieur Hamadou Kailou, Chargé de Recherche à Représentation Nationale au Niger.

ANNEXE 3 : Composition chimique des composts



REPUBLIQUE DU NIGER

 UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI
FACULTE D'AGRONOMIE
 B.P. 10960 – Tél. / Fax : 31.52.37.
 Laboratoire des Productions Végétales

 NIAMEY – NIGER



**Résultats de l'analyse du compost enrichi aux urines
 hygiénisées (Compost + Takin Ruwa) et du compost traditionnel
 obtenus à partir d'un compostage réalisé sur le site du CREPA –
 Niger à Torodi en juillet - août 2009**

Référence	C	N	C/N	P tot.	P ass
Compost Traditionnel (sans apport urine)	13,08	0,43	30,42	138,0	85,0
Compost 1 (80 l d'urine / m ³)	13,16	0,50	26,31	140,0	83,0
Compost 2 (160 l d'urine / m ³)	13,15	0,57	23,28	141,0	85,0
Compost 3 (240 l d'urine / m ³)	13,19	0,68	19,39	141,9	81,0
Compost 4 (320 l d'urine / m ³)	13,21	0,77	17,16	139,5	87,0

C : Carbone, N : Azote, C/N : Rapport Carbone/Azote, P tot : Phosphore Total, P ass : Phosphore assimilable.

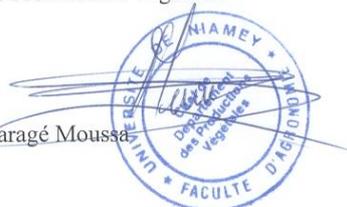
Référence	PH	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺
Compost Traditionnel (sans apport urine)	8,14	7,9	10,2	0,8
Compost 1 (80 l d'urine / m ³)	8,42	8,2	12,0	0,8
Compost 2 (160 l d'urine / m ³)	8,36	8,3	12,7	0,8
Compost 3 (240 l d'urine / m ³)	8,05	8,6	12,5	0,8
Compost 4 (320 l d'urine / m ³)	8,20	8,3	12,0	0,8

PH : Potentiel d'Hydrogène, Mg⁺⁺ : Magnésium, Ca⁺⁺ : Calcium, K⁺ : Potassium

Niamey, le 21 septembre 2009

Le chef du Département des Productions Végétales

Pr Baragé Moussa



ANNEXE 4 : Coût de production du compost

Tableau : Coût d'investissement de la production du Compost.

DESIGNATION	UNITE	QUANTE	P.U EN F CFA	MONTANT En F CFA
Excrément des animaux	Charrette	8	500	40 000
Débris des végétaux	Sac	29	250	7 250
Ordures ménagères	Charrette	15	500	7 500
Glume et glumelle	Sac	36	250	9 000
Eau	Tonneau			
Secco pour couverture+transport	U	5	1 850	9 250
Réalisation des fosses fumières	U	5	4 500	22 500
Main d'œuvre : remplissage des fosses, retournement du compost	H/J	43	1 000	43 000
Totaux				138 500

ANNEXE 5 : Quelques Photos pour cette étude



Quelques Photos pour la production du Compost à Torodi



Quelques Photos sur le site expérimental à Torodi

ANNEXE 6 : Doses et périodes d'apport recommandées par culture

Tableau: Doses et période d'apport des fertilisants ECOSAN au Burkina Faso

Culture	Fèces hygiénisées g/poquet	Urine hygiénisée (3 g N/L)	
		Jour d'apport	Volume/poquet (litre)
Aubergine	200	R+14	0,5
		R+35	0,5
		R+56	0,5
Gombo	100	S+14	0,3
		S+35	0,3
		S+56	0,3
Tomate	200	R+14	0,4
		R+28	0,4
Choux	100	R+14	0,5
		R+28	0,5
		R+42	0,25
Poivron	200	R+14	0,5
		R+28	0,5
		R+42	0,5
Courgettes	100	S+14	0,5
		S+28	0,5
Oignon/Carotte	500g/m ²	S+21	1/m ²
		S+42	1/m ²
Salade	500g/m ²	R+14	1/m ²
		R+28	1/m ²
Sorgho/Mil	50	Au démarrage	0,5
		Trois semaines plus tard	0,5
Maïs	50	Au démarrage	0,6
		Trois semaines plus tard	0,6

Source : CREPA Burkina Faso N°14 septembre 2008

S = jours après semis R = jours après repiquage