

UNIVERSITE MOHAMMED V- Agdal
FACULTE DES SCIENCES
RABAT



MEMOIRE DE MASTER

Présenté par
Youssef ABARGHAZ

Intitulé du Master spécialisé
Génie et Gestion de l'Eau et de l'Environnement
Spécialité : Eau et environnement

Titre

*Assainissement écologique rural
- Projet pilote du douar DAYET IFRAH -*

Soutenu le Jeudi 16/07/2009

Devant le jury

Président : NAJIB BENDAOU : Professeur à la faculté des sciences – Rabat
Examineurs : MOHAMED FEKHAOUI : Professeur à l'institut scientifique – Rabat -
ASMA EL KASMI : Docteur, chef de division à l'ONEP et chef
de la Chair UNESCO « Eau,
Femmes et Pouvoirs de Décisions».
HAJIBA BOURZIZA : Ingénieur d'état, chef de division à l'ONEP.

Dédicace

- **A mes parents, sœurs et frères** pour leurs conseils durant mon parcours scolaire ;

- . **A ma femme et mon adorable fille** pour avoir créés les conditions favorables à la poursuite des études universitaires supérieures ;

- . **A tous mes amis** pour le soutien moral ;

- . **A M. Haj Ali représentant de l'autorité locale** à Dayet Ifrah pour sa collaboration ;

- . **A tous les membres de l'association du développement local à Dayet Ifrah** pour l'hospitalité manifestée à mon égard,

- **Aux braves paysans du douar Dayet Ifrah** pour avoir cru et participé à mon travail.

- . **A tous mes camarades de classe** pour l'ambiance conviviale durant cette formation.

Remerciements

Ce travail est le couronnement de ma formation à la faculté des sciences à Rabat (FSR). Il a fait l'objet d'un stage en entreprises au sein de l'ONEP. Pendant ma formation et précisément pendant ce travail, j'ai bénéficié du concours de nombreuses personnes à qui je veux témoigner ma gratitude. J'adresse mes remerciements :

. Au Pr. **NAJIB BENDAOU**, mon co-encadrant à la faculté des sciences de Rabat pour m'avoir assuré un encadrement scientifique efficace. Il a su par ses qualités humaines et son amour pour le travail, me guider vers la recherche en génie et gestion de l'eau et de l'environnement (GGEE) en particulier dans le domaine de l'assainissement des eaux usées ;

· Au Pr. **MOHAMED FEKHAOUI** pour avoir accepté de juger et d'évaluer mon travail à des fins d'améliorations et de corrections objectives;

· A MM **ALI FASSI FIHRI, AMEUR CHAKOUK et OMAR OUALD EL HAJ**, mes supérieurs hiérarchiques de l'ONEP respectivement le Directeur Général, le Directeur du pôle central industriel et le chef de division patrimoine assainissement pour m'avoir autorisé à m'inscrire à la FSR pour l'obtention d'un master GGEE;

. Au Dr. **ASMA EL KASMI**, pour m'avoir accepté dans la structure de la chaire UNESCO et pour m'avoir assuré un bon encadrement au sein de l'ONEP ainsi qu'aux Drs. **SALAHEDDINE ZEKRI et ABDELGHANI EL ASLI de l'AUI**. Ils ont tous consacré leur temps à ce travail malgré leurs multiples occupations ;

· A Mme **HAJIBA BOURZIZA** de l'ONEP, mon encadrante industrielle, pour ses critiques enrichissantes. Il a consacré son temps pour ce travail malgré ses multiples occupations ;

. A Mme **CHRISTINE WERNER** conseillère technique principale de la GTZ à Rabat et ses collaborateurs MM. **LUKAS ULRICH, YOUSSEF RANNANE et HUGO VAN TILBORG** pour m'avoir accepté dans le programme d'appui à la gestion intégrée des ressources en eau (AGIRE) ;

. A **tout le corps enseignant de la FSR** pour nous avoir assuré une formation de qualité.

Résumé

Des systèmes sanitaires en bon fonctionnement sont l'un des besoins primaires pour assurer confort et qualité de vie pour toute agglomération humaine. Des toilettes inadéquates et/ou un traitement insatisfaisant des eaux usées constituent une menace sanitaire pour les habitants et contribuent à la pollution de l'environnement en général et des eaux superficielles et souterraines en particulier. Cependant, il n'est pas nécessaire d'employer l'eau pour avoir des toilettes modernes et hygiéniques. Les technologies d'assainissement écologique « ecosan » offrent une variété de choix pour les maisons rurales ainsi que pour les salles de bains les plus élégantes. Elles permettent de :

- économiser l'utilisation de l'eau potable
- être installé et maintenu par chacun de nous ;
- rendre la gestion facile des eaux usées ;
- collecter et piéger les nutriments et protéger les ressources hydriques
- éviter la pollution des eaux souterraines et superficielles.
- produire et récupérer le biogaz pour des éventuelles utilisations domestiques ou publiques.

Pour tester l'expérimentation d'une telle approche, le Douar Dayet Ifrah a été choisi comme localité marocaine rurale pilote. Grâce aux séances de sensibilisation intenses et à l'esprit associatif de la population régie par la Jmaâ (Groupe des plus âgées personnes à qui revient la prise de décision des affaires communautaires). Il a fallu trois (3) mois pour aboutir en commun accord à identifier une liste de bénéficiaires des installations pilotes ecosan. La population et l'autorité locale ont fait preuve de solidarité et de collaboration, ce qui a contribué fort à l'introduction de l'approche ecosan sans difficulté. Dans ce rapport, on expliquera les matériels utilisés, les étapes franchies durant l'étude ainsi que les méthodes suivies pour la réussite du projet pilote ecosan à Dayet Ifrah.

Abstract

An operational sanitary system is necessary to any population in order to ensure a suitable quality of life. Poor toilets and inadequate waste water treatment can lead to polluting of surface and aquifers. However, modern and hygienic toilet facilities do not necessarily require water for flushing. Ecosan technologies offer a variety of choices for rural houses as well as for stylish bathrooms. They permit:

- saving pure drinking water
- making waste water management easier
- being installed and maintained by ourselves
- collecting the nutrients and protect water systems
- avoiding pollution of aquifers
- producing and recovering biogas for domestic or public uses

In order to test the experimentation of such an approach, the douar Dayet Ifrah was selected as locality in rural Moroccan. Thanks to intense sensitization meetings and the associative spirit of the population managed by the « Jmaâ » (Assembly of the eldest villagers in charge of community business decisions). It took three (3) months to identify a list of beneficiaries for ecosan pilot systems in joint agreement. The population and the local authority showed solidarity and collaboration, which contributed a lot to the introduction of the ecosan approach without difficulty. In the followings, an explanation of the materials used, the milestones reached during the study as well as the methods followed for the success of the ecosan pilot project in Dayet Ifrah will be provided.

Liste des abréviations

ABH	: Agence du Bassin Hydraulique
AEP	: Alimentation en Eau Potable
AGIRE	: Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
AUE	: Association d'Usagers de l'Eau
AUI	: Université Al Akhawayn Ifrane
BIRD	: Banque mondiale
CREPA	: Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût à BURKINA FASO.
DBO	: Demande biologique en oxygène
DCO	: Demande chimique en oxygène
DRPE	: Direction de recherche et de planification des eaux (SEEE)
Ecosan	: Ecological sanitation (Assainissement écologique)
F.A.O	: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FSR	: Faculté des sciences RABAT
GGEE	: Génie et Gestion de l'Eau et de l'Environnement.
GTZ	: Coopération Technique allemande (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).
INDH	: Initiative National de Développement Humain.
ONEP	: Office National de l'Eau Potable
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PDAP	: Plan Directeur des Aires Protégées.
SEEE	: Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement
SIBE	: Site d'Intérêt Biologique et Ecologique.
TdR	: Termes de Références
TDSU	: Toilettes de Déshydratation à Séparation d'Urines
UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.

Table des matières

AVANT PROPOS	9
INTRODUCTION GENERALE	10
OBJECTIFS DU TRAVAIL	13
I. ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES	15
I.1 TOILETTES DE DESHYDRATATION A SEPARATION D'URINES (TDSU)	17
I.1.1 <i>Principe</i>	17
I.1.2 <i>Description du système</i>	20
I.2 SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT AVEC PRODUCTION DE BIOGAZ	22
I.2.1 <i>Principe de méthanisation</i>	22
I.2.2 <i>Les avantages de la méthanisation</i>	24
I.2.2.1 <i>Avantages Économiques</i>	24
I.2.2.2 <i>Avantages Agronomiques</i>	25
I.2.2.3 <i>Avantages Environnementaux</i>	25
I.3 ASSAINISSEMENT DES EAUX GRISES	26
I.4 EXIGENCE LEGALE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	30
I.4.1 <i>Charte communale</i>	30
I.4.2 <i>Assainissement autonome dans la loi sur l'eau</i>	30
I.4.3 <i>Normes de rejet</i>	31
I.4.4 <i>Protection de l'environnement</i>	31
I.4.5 <i>Application du principe du pollueur-payeur dans les douars</i>	31
I.4.6 <i>Projet de loi N° 22-07 sur les aires protégées</i>	33
I.5 PROJET PILOTE ECOSAN AU DOUAR DAYET IFRAH	34
I.5.1 <i>Généralités sur la zone d'étude</i>	34
I.5.2 <i>Choix du douar Dayet Ifrah</i>	35
II. MATERIELS ET METHODES	36
II.1 RENCONTRE PREPARATOIRE DU 9 MAI 2009 AVEC LA POPULATION DE DAYET IFRAH	36
II.1.1 <i>Matériels</i>	36
II.1.2 <i>Méthodes</i>	36
II.2 SELECTION DES BENEFICIAIRES DES PROJETS PILOTES ECOSAN	36
II.2.1 <i>Enquête-ménage du 20 au 28 Mai 2009</i>	36
II.2.1.1 <i>Matériels</i>	36
II.2.1.2 <i>Méthodes</i>	37
II.2.2 <i>Présentation des résultats de l'enquête le 26 Juin 2009</i>	38
II.2.2.1 <i>Matériels</i>	38
II.2.2.2 <i>Méthodes</i>	38
III. RESULTATS ET DISCUSSIONS	39
III.1 RENCONTRE PREPARATOIRE DU 9 MAI 2009 AVEC LA POPULATION DE DAYET IFRAH	39
III.1.1 <i>Résultats</i>	39
III.1.2 <i>Discussions</i>	40
III.2 ENQUETE-MENAGE DU 20 AU 28 MAI 2009 ET PRESENTATION/SYNTHESE DE L'ENQUETE LE 26 JUIN 2009	43
III.2.1 <i>Résultats</i>	43
III.2.2 <i>Discussions</i>	46
III.3 PREMIERES SIMULATIONS DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ECOSAN	49
III.3.1 <i>Ouvrages de production de biogaz (Digesteur anaérobie)</i>	49
III.3.1.1 <i>Hypothèses et données</i>	49
III.3.1.2 <i>Dimensionnement du volume des digesteurs des deux bénéficiaires</i>	51
III.3.1.3 <i>Analyse économique de la production de biogaz</i>	53
III.3.2 <i>Fosses et bidons d'urine des TDSU</i>	55
III.3.2.1 <i>Hypothèses et données</i>	56
III.3.2.2 <i>Dimensionnement des fosses et collecte d'urine</i>	58
IV. CONCLUSION GENERALE	62
V. RECOMMANDATIONS	62
VI. PERSPECTIVES	64

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	65
ANNEXE A : QUESTIONNAIRE ENQUETE-MENAGE.....	67
ANNEXE B : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE SUR LA SITUATION D'ASSAINISSEMENT A DAYET IFRAH.....	74
ANNEXE C : LISTE DES MENAGES ENQUETES ET CELLE DES BENEFICIAIRES.....	78
ANNEXE D : PROJET DE TDR	81

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Composition du biogaz.....	26
Tableau 2 : Résultats d'analyses sur les eaux grises à M'haya (BIRD, 2005)	27
Tableau 3 : Résultats d'analyses d'eaux grises à l'IAV	28
Tableau 4 : Données de la station climatologique d'Ifrane Aéroport (Période 1973 : 2003).....	35
Tableau 5 : Critères de sélection des bénéficiaires biogaz	45
Tableau 6 : Critères de sélection des bénéficiaires des TDSU	46
Tableau 7: Quantité unitaire d'excréta produite.....	50
Tableau 8 : Nombre de producteurs d'excréta ayant une présence permanente par bénéficiaire	50
Tableau 9: Nombre de moutons et chèvres présent temporairement.....	50
Tableau 10: Production unitaire de biogaz	51
Tableau 11: Volume du digesteur (Wauthelet et al. (1996))	51
Tableau 12 : Besoin en consommation de gaz	52
Tableau 13: Valeur économique de production du biogaz sans présence de moutons ni chèvres.....	53
Tableau 14 : Valeur économique de production du biogaz avec présence temporaire de moutons et chèvres (seul la fraction dont a besoin le bénéficiaire a été pris en considération dans l'analyse économique).....	54
Tableau 15 : Diverses hypothèses sur le dimensionnement des fosses des familles	56
Tableau 16 : Diverses hypothèses sur le dimensionnement des fosses des écoles	57
Tableau 17 : Nombre de personnes par installation sanitaire (I.S).....	57
Tableau 18 : Nombre d'utilisateurs de toilette	59
Tableau 19 : Production d'urine.....	59
Tableau 20 : Dimensionnement de la fosse	60
Tableau 21 : Besoin d'installations aux écoles	61

Liste des Figures

Figure 1 : Principe de gestion durable des eaux et éléments nutritifs (Werner, 2004).....	15
Figure 2 : Principe de base : <i>Système circulaire existant pour les déchets animaux</i>	16
Figure 3 : Ecosan, système d'assainissement des excréta humains qui vise à valoriser nos urines et nos fèces (Werner, 2008)	16
Figure 4 : Urine humaine répandue sur les champs à l'aide d'équipement mécanisé en suède (Photo : Werner.C, 2006).....	18
Figure 5 : Siège avec séparation des urines (Werner et al., 2009).....	19
Figure 6 : <i>Différentes vues de la TDSU</i>	21
Figure 7 : <i>Collecte des urines d'une toilette dans un bidon de 20 litres</i>	22
Figure 8 : Ajout de la cendre ou de la sciure après défécation (CREPA, 2005).....	22
Figure 9 : Gauche : Construction d'un méthaniseur au vietnam (Photo : F. Klingel, 2005), Droite : cuve de production de biogaz (Photo : M. Lebofa, 2006)	23
Figure 10 : Etapes de la méthanisation (Naskeo Environnement, 2008).....	23
Figure 11 : Schéma d'installations de production du biogaz (Werner, 2008)	25
Figure 12 : Utilisation du biogaz comme combustible à la cuisine en Kenya (Photo : P.Onyango, 2007).....	26
Figure 13 : Schéma d'un lit planté à écoulement vertical (Agence de l'eau, 2005).....	29
Figure 14 : vue d'un jardin arrosé par les eaux grises en Inde (Werner et al. , 2009).....	29
Figure 15 : Arrosage par les eaux grises pour production du bois pour chauffage (Werner, 2008).....	29
Figure 16 : M.ABARGHAZ présente l'approche ecosan devant la population de Dayet Ifrah le 9 Mai 2009 (Photo : H. van Tilborg, 2009)	40
Figure 17 : Besoin/ressource en biogaz sans moutons ni chèvres	52
Figure 18 : Besoin/ressource en biogaz avec moutons et chèvres temporairement.....	53
Figure 19 : Valeur économique de production du biogaz sans moutons ni chèvres.....	54
Figure 20 : Valeur économique de production du biogaz avec présence temporaire de moutons et chèvres.....	55
Figure 21 : Production d'urine par famille/école	59
Figure 22 : Volume de fèces produit par famille/école	61
Figure 23 : Taux de remplissage de la fosse après 1 an.....	62

Avant propos

La faculté des sciences à Rabat offre un programme d'études avancées multidisciplinaires aboutissant à un master spécialisé *en génie et gestion de l'eau et de l'environnement*. Par ce programme, j'ai pu appréhender un savoir élargi sur des connaissances spécialisées nécessaires à l'étude des problèmes de cette ressource importante qui est l'eau. À la fin de cette formation, j'aurai appris, au contact des professionnels de la recherche, à contribuer efficacement à la compréhension des aspects multidisciplinaires tournant autour de l'eau.

A l'achèvement de la partie théorique sur trois semestres, un stage en milieu professionnel est réalisé et a permis d'acquérir une expérience pratique et d'appliquer certaines des notions apprises durant la formation théorique.

C'est dans ce sens qu'il s'est déroulé le stage au sein de l'ONEP, objet de ce rapport intitulé « Assainissement écologique rural : Projet pilote du douar DAYET IFRAH » en collaboration avec la Chaire UNESCO « Eau, Femmes et Pouvoir de décisions », la GTZ et l'ONEP.

Il est à rappeler que l'approche ecosan est une solution très soutenue par la GTZ qui gère le processus de sa mise en œuvre depuis la planification des missions des différentes phases du projet jusqu'à la mise en service des systèmes ecosan et par là la satisfaction de la population à en bénéficier en pleine jouissance.

Ce stage était l'opportunité :

- De m'offrir un champ d'action en collaboration avec les structures de la GTZ, l'ONEP et de la Chaire UNESCO « Eau, Femmes et Pouvoir de décisions »;
- Permettre de former, au sein de l'ONEP, une ressource humaine spécialisée dans des domaines professionnels liés à l'assainissement écologique.
- Enrichir les connaissances théoriques de cette ressource humaine par une expérience pratique;



Chaire UNESCO « Eau, Femmes et
Pouvoir de Décisions »

Introduction générale

L'amélioration des conditions sanitaires des populations rurales ne dépend pas uniquement de la qualité de l'eau utilisée pour la boisson, mais également des conditions d'hygiène du milieu et notamment des conditions d'évacuation des excréta et des eaux usées.

L'insalubrité de l'environnement due à la pollution de l'eau et du sol pose dans le monde entier des problèmes sanitaires de première importance. Les excréta humains constituent la principale source des agents pathogènes transportés par l'eau, les aliments et les mouches, qui les transmettent aux hôtes sensibles.

Les maladies intestinales telles que le choléra, la fièvre typhoïde, les maladies diarrhéiques et d'autres infections d'origine virale (telle que l'hépatite virale infectieuse) sont les principales causes de mortalité et de morbidité pour environ les deux tiers de la population des pays en voie de développement.

Ainsi, les efforts à consentir pour desservir la population rurale en eau potable soit par borne fontaine ou par branchement individuel, doivent être accompagnés d'actions de sensibilisation et de vulgarisation des systèmes d'assainissement auprès des populations rurales afin de mieux appréhender les relations « Eau – Maladies hydriques », améliorer l'état de santé des populations des zones rurales en construisant des systèmes d'assainissement simples, peu coûteux, mais indispensables pour garantir « la santé pour tous ». Classiquement, les deux aspects liés à l'assainissement sont en général la santé publique et l'environnement. Ces dernières années, il s'est fait sentir un autre besoin dicté par l'implémentation de l'ecosan c'est celui lié à la réutilisation des excréta humains.

Le douar Dayet Ifrah dans la région d'Ifrane en est un exemple. Il a été un espace favorable de recherche pour la promotion de l'assainissement écologique rural (ecosan).

Le présent rapport de recherche s'inscrit dans le cadre des initiatives d'actions de développement lancées par l'ONEP qui œuvre à promouvoir les systèmes d'assainissement à faible coût. Il vise à documenter notre expérience en matière d'assainissement écologique.

Pour démarrer la réalisation du projet, un atelier de sensibilisation a été effectué au profit de la population de Dayet Ifrah le 9 mai 2009 précédée par des rencontres préparatoires les 7 et 8 Avril 2009. A travers cet atelier, les habitants ont été informés sur le but du projet et les solutions ecosan qui pourront être mis en œuvre au village.

Ensuite, une enquête avec 24 familles de Dayet Ifrah et les responsables des bâtiments publics a eu lieu du 20 au 28 mai 2009 pour déterminer les bénéficiaires qualifiés à recevoir un ouvrage pilote d'assainissement écologique. Les données collectées ont été analysées de telle manière à pouvoir sélectionner les candidats remplissant les critères essentiels pour la mise en œuvre des installations pilotes.

Fiche synthèse du projet

Intitulé du projet	ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE RURAL : PROJET PILOTE DU DOUAR DAYET IFRAH.	
Partenaires et collaborateurs extérieurs	<ul style="list-style-type: none">• Chaire UNESCO « Eau, Femmes et Pouvoir de Décisions » et l'Université Al Akhawayn, Ifrane (AUI)• Office National de l'Eau Potable (ONEP)• GTZ, Coopération Technique Allemande : Programme AGIRE	
Personne de contact	M. ABARGHAZ Youssef	Bureau : 0537 75 96 00 GSM : 0642 91 07 38 Email : youssef-a.b@hotmail.com

Contexte du projet

Objectifs du projet

- Associer les habitants autour de la problématique de la dégradation de l'environnement et de la rareté des ressources en eau afin de mieux appréhender les relations « Eau – Maladies hydriques » ;
- Recueillir à travers une enquête ménage les attentes et les souhaits de la population en ce qui concerne l'assainissement liquide de leur localité ;
- Dépouiller, analyser et présenter les résultats de l'enquête ;
- Mener une campagne de sensibilisation avec la commune, les associations et les usagers sur les installations ECOSAN, la valorisation des matières fertilisantes et organiques et l'énergie ;
- Discuter et négocier avec la population et leur représentant les différentes solutions ECOSAN en vue de retenir celle adaptée au contexte rural Dayet Ifrah (installations de séparation et de récupération de gaz, filtres plantées...) ;
- Dans une 1ère phase, réaliser la solution retenue à l'échelle pilote ; Ce qui permettra, dans une 2ème phase, d'évaluer et de juger son acceptation par toute la population et de là son développement et sa généralisation dans le reste de la population rurale à Dayet Ifrah.
- L'encadrement sur le mode d'emploi de la réutilisation agricole au niveau des jardins de démonstration et la sensibilisation sur les risques hygiéniques liés à la manipulation des matières fertilisantes à l'échelle du pilote ;

Cadre du projet

Il s'inscrit dans le cadre du développement intégré du village DAYET IFRAH : approche participative et contribution de la femme rurale dans le développement local.

Facteurs de succès

- Le besoin en assainissement est exprimé dans le douar et une partie de la population n'a pas d'installations sanitaires et par conséquent, défèque dans la nature ;
- La population s'est montrée très motivée depuis les premières prises de contact le 8 Avril 2009 et le 9 Mai 2009 ;
- La volonté de la population pour l'accès à un branchement individuel d'AEP, par conséquent un assainissement adéquat s'impose ;
- La possibilité de réutiliser les produits issus des installations ECOSAN en agriculture car environ 90% de la population pratique l'agriculture comme activité principale.

Résultats escomptés

- S'approprier des données préliminaires à partir du 1er projet pilote à l'échelle du Maroc afin de pouvoir le dupliquer dans d'autres localités ;
- Assainir à moindre coût une localité pauvre telle que Douar Dayet Ifrah dont la capacité contributive est faible ;
- Valoriser les produits sains des excréta humains traités pour les activités agricoles et l'énergie sous forme de biogaz pour la cuisine.
- Promouvoir l'assainissement rural afin de :
 - Protéger les individus contre les maladies ;
 - Protéger les ressources en eau souterraines et superficielles contre la pollution ;
 - Préserver la qualité du milieu récepteur (sol, cours d'eau, lac,..) ;
 - Eliminer la reproduction des mouches et autres insectes, vecteurs de maladies hydriques ;
 - Prévenir des odeurs et des aspects malpropres.

Objectifs du travail

L'étude a pour objectif d'examiner l'opportunité de réaliser un projet pilote d'assainissement écologique (ecosan) et le mettre à la disposition de la population rurale du douar Dayet Ifrah tout en assurant une meilleure sensibilisation à son adaptation dans le cadre du contexte locale. L'approche participative qui sera adoptée permettra d'associer les habitants autour de la problématique de la dégradation de l'environnement, de la rareté des ressources en eau et leur intégration au développement durable de ces ressources.

Les solutions à développer en matière d'ecosan devront permettre son acceptation par toute la population et de là son développement pour le reste des populations rurales marocaines.

Le projet consiste à:

- Mobiliser les habitants pour la problématique de l'hygiène et de la dégradation des ressources en eau et augmenter le rôle des femmes dans les projets d'assainissement écologiques ;
- Mener une campagne de sensibilisation pour les villageois, les associations et les usagers sur les produits ecosan, la valorisation des matières fertilisantes et la production d'énergie ;
- Discuter les différentes solutions ecosan en vue de retenir celles adaptées au contexte rural de Dayet Ifrah (installations à séparation d'urine, biogaz, arrosage par les eaux grises (filtres plantées, ...etc)
- Collecter les informations nécessaires à travers une enquête chez 24 familles, sélectionnés par la Jmâa, ainsi que sur les édifices publics existants pour la mise en œuvre du projet pilote ;
- Réaliser, dans une 1ère phase, les solutions retenues à l'échelle pilote, ce qui permettra, dans une 2ème phase, d'évaluer et de juger leur acceptation par la population et de là le développement et la généralisation des solutions au reste de la population rurale à Dayet Ifrah.

Les résultats attendus sont :

- S'approprier des données nécessaires à partir des 1^{er} projets pilotes à l'échelle du Maroc afin de pouvoir les dupliquer dans d'autres localités marocaines ;
- Assainir à moindre coût une localité pauvre telle que Douar Dayet Ifrah dont la capacité contributive est faible ;
- Valoriser les produits sains générés (excrétas humains traités pour les activités agricoles, biogaz pour la cuisine...).
- Promouvoir l'assainissement rural afin de :

- Protéger les individus contre les maladies ;
- Protéger les ressources en eau souterraines et superficielle contre la pollution ;
- Préserver la qualité du milieu récepteur (sol, cours d'eau, lac,..) ;
- Eliminer la reproduction des mouches et autres insectes, vecteurs de maladies ;
- Prévenir des odeurs et des aspects malpropres.

Il est à rappeler que l'article 54 de la loi 10-95 sur l'eau précise que seuls les puits filtrants précédés d'une fosse septique sont autorisés. De ce fait, certaines des techniques présentées dans ce rapport ne sont pas reconnues par la loi alors qu'elles sont éprouvées de par le monde et ont montré leur efficacité pour l'assainissement rural des localités non desservie par un réseau de collecte des eaux usées.

I. Etudes bibliographiques

L'assainissement, tel que nous l'envisageons dans ce rapport est basé sur trois aspects fondamentaux: rendre les excréta humains sains, prévenir la pollution plutôt que d'essayer de lutter contre elle après qu'elle ait eu lieu, et utiliser les produits sains des excréta humains traités pour les activités agricoles et domestiques. Cette approche peut être définie de la façon suivante : «assainir et recycler».

Cette approche, que nous appelons «assainissement écologique» ou «éco-assainissement» est un cycle durable, en boucle fermée. Elle traite les excréta humains comme une ressource. Ceux-ci sont transformés sur place puis, si nécessaire, transformés ultérieurement ailleurs jusqu'à ce qu'ils soient exempts d'organismes pathogènes. Les fertilisants contenus dans les excréta sont alors réutilisés en agriculture et l'énergie sous forme du biogaz pour la cuisine, chauffage ou pour l'éclairage.

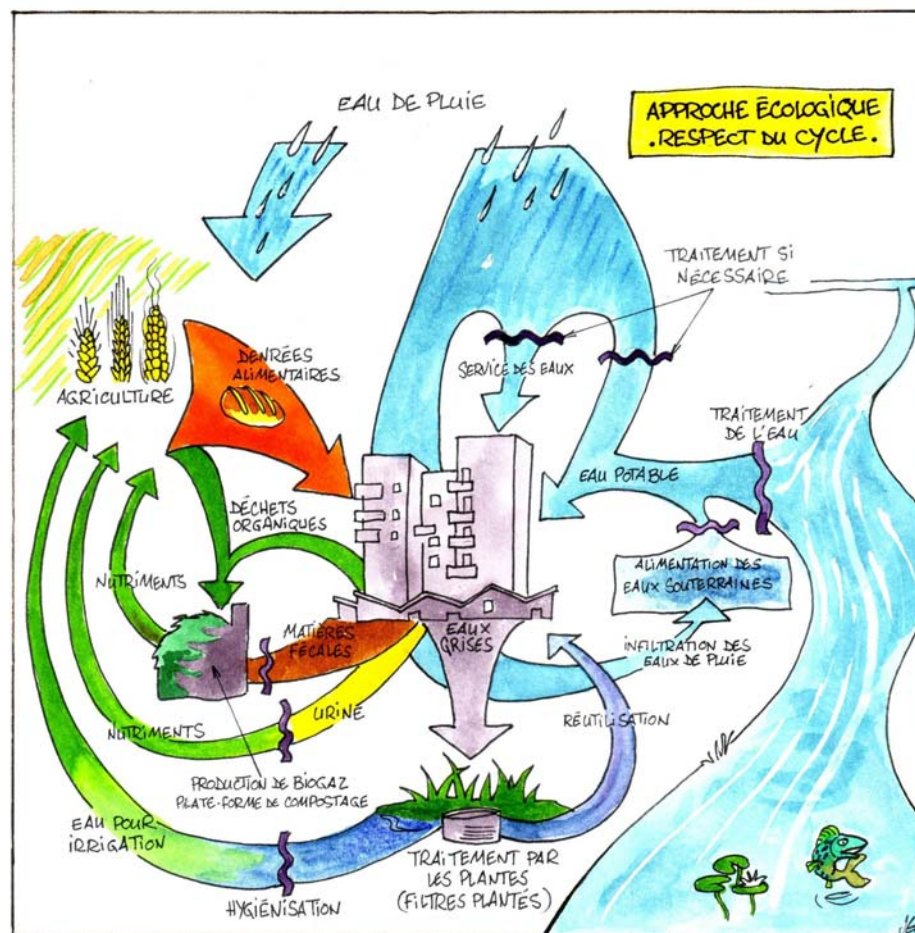


Figure 1 : Principe de gestion durable des eaux et éléments nutritifs (Werner, 2004)

Ecosan se veut une approche qui apparaît comme une alternative à la résolution durable des problèmes d'assainissement. Il combine l'assainissement autonome (eaux vannes et eaux grises), les aspects

agronomiques (Valorisation des excréta comme engrais), et la production et la récupération du biogaz. Il a été montré que 1 kg de fèces hygiénisés contient 34 g de N-total, 15 g de P-total, et 22 g de K-total, avec un pH basique de 8,2 et un rapport C/N de 16. Les urines hygiénisées contiennent par litre, 2,7 g de N-total, 0,37 g de P-total, 0,32 g de K-total avec un pH basique de 8,9 (Tanguay.F, 2007). Le taux de recouvrement de N-urines est significativement plus élevé que celui de N-fèces et la combinaison urines – fèces améliore significativement le taux de recouvrement de P. Les communautés notamment rurales doivent s'approprier cette technologie pour une amélioration de leur revenu, dans un environnement sain. L'assainissement écologique reproduit le cycle naturel en ramenant les urines et fèces humains assainis vers le sol. Au lieu de polluer l'environnement, les urines et fèces humains sont utilisés pour améliorer la structure du sol et l'approvisionner en nutriments.



Figure 2 : Principe de base : *Système circulaire existant pour les déchets animaux*



Figure 3 : Ecosan, système d'assainissement des excréments humains qui vise à valoriser nos urines et nos fèces (Werner, 2008)

Les fèces humains, et non l'urine, sont responsables de la plupart des maladies répandues par les excréta humains (TANDIA, 2006). Ainsi, est-il nécessaire de trouver un moyen pour les assainir. Deux de ces méthodes sont discutées dans le présent rapport : la déshydratation avec séparation d'urine et la décomposition anaérobie avec production et récupération de biogaz. La déshydratation, ou séchage, des fèces est plus aisée si celles-ci ne sont pas mélangées avec l'urine et l'eau. Lorsque les fèces se décomposent, les divers organismes qui les composent meurent et sont réduits en éléments plus petits. Ainsi avec chacune des deux méthodes, les germes, œufs et autres éléments potentiellement pathogènes deviennent inoffensifs.

De même, l'assainissement doit être envisagé dans le cadre de la gestion intégrée de l'eau. Ci-après sont développées les solutions de traitement et de réutilisation des eaux grises.

I.1 Toilettes de déshydratation à séparation d'urines (TDSU)

I.1.1 Principe

Le traitement essentiel dans un système d'éco-assainissement le plus utilisé est la déshydratation. Le but du traitement est de détruire les organismes pathogènes, d'empêcher les nuisances et de faciliter le transport ultérieur et l'utilisation finale. La déshydratation signifie la réduction de l'humidité du contenu de la chambre de traitement jusqu'à moins de 25% par l'évaporation et l'ajout de matériaux secs (cendres, sable, sciure). Ni eau, ni matière végétale humide ne doivent être ajoutées dans la fosse de traitement. Il y a peu de réduction en volume en raison de l'ajout de matériaux secs et une décomposition minimale des matières organiques. Le résidu friable qui reste lorsque les fèces sèches sont extraites n'est pas du compost, mais plutôt une sorte de paillis riche en nutriments, carbone et matière fibreuse.

La déshydratation est une manière efficace de détruire les organismes pathogènes, particulièrement les œufs d'helminthes (CREPA, 2005), car elle les prive de l'humidité nécessaire à leur survie. Avec un taux d'humidité aussi réduit, il n'y a ni odeur, ni mouche. Dans la mesure où il y a une faible destruction des matières organiques, les papiers de toilettes et autres éléments déposés dans la fosse de traitement ne se désintègreront pas en raison du temps de stockage limité. Le papier toilette peut cependant être soit manipulé séparément, soit composté lors d'un traitement secondaire.

Les systèmes d'assainissement basés sur la déshydratation exigent une séparation des urines et de l'eau utilisée pour le nettoyage anal. Ces systèmes sont particulièrement conseillés dans les climats secs, mais ils peuvent aussi fonctionner dans des climats humides, avec de simples dispositifs de chauffage solaire.

Un système d'assainissement doit satisfaire, ou au moins tendre à la satisfaction des critères suivants :

- Prévention de la maladie : un système d'assainissement doit être capable de détruire ou d'isoler les pathogènes d'origine fécale ;
- Accessibilité : un système d'assainissement doit être à la portée des populations les plus pauvres du monde ;
- Protection de l'environnement : un système d'assainissement doit empêcher la pollution, retourner les nutriments vers le sol, et protéger les ressources en eau ;
- Acceptation : un système d'assainissement doit respecter les valeurs culturelles et sociales ;
- Simple : un système d'assainissement doit être assez robuste pour être facilement entretenu dans les limites de la capacité technique, du cadre institutionnel et des ressources économiques locaux.

L'assainissement écologique considère les excréta humains comme une ressource qui doit être recyclée plutôt que comme un déchet qui doit être évacué. L'utilisation des excréta humains pour la fertilisation des récoltes a été largement pratiquée dans de nombreuses régions du monde. Les chinois ont pratiqué le compostage des excréta humains et animaux durant des milliers d'années et le Japon a introduit la pratique du recyclage des déchets humains et de l'urine dans l'agriculture au douzième siècle. En Suède, les fermiers collectent l'urine des réservoirs souterrains et la répandent sur leurs champs à l'aide d'un équipement mécanique (Voir figure 4).



Figure 4 : Urine humaine répandue sur les champs à l'aide d'équipement mécanisé en suède (Photo : Werner.C, 2006)

Il n'existe pas de déchets dans la nature : tous les produits d'organismes vivants sont utilisés comme matière première par d'autres. Le recyclage des urines et fèces humains assainis, pour la fertilisation du sol permet de restaurer le cycle naturel des matières servant à la construction de la vie, interrompu par nos pratiques courantes d'assainissement.

Ils existent de nombreuses raisons pour recycler les nutriments contenus dans les excréta. Le recyclage empêche la pollution directe causée par le déversement des eaux d'égouts dans les ressources en eaux et les écosystèmes. D'autre part, le recyclage ramène les nutriments au sol et aux plantes, et réduit ainsi le besoin en engrais chimiques. Il restaure les organismes du sol nécessaires à la protection des plantes. Enfin partout où vivent des gens, cette ressource est disponible.

Les nutriments récupérés dans les excréta humains peuvent être utilisés pour accroître la productivité de l'agriculture dans les jardins et les fermes, aussi bien en zones rurales qu'en zones urbaines. Une grande proportion des personnes vivant en zone urbaine dépendent, pour leur nourriture, de ce qu'elles produisent elles-mêmes. Même si ce n'est pas le cas, et s'il est impossible de transporter des excréta récupérés jusqu'à des fermes éloignées, ils peuvent toujours permettre de restaurer des terrains non agricoles dégradés du point de vue écologique, pour créer des parcs et des espaces verts.

Dans une tentative de recycler les excréments humains, divers types de toilettes à compostage ont été développés dans différents pays. Alors que le résultat produit, l'humus, est un conditionneur de sol de valeur, une grande partie de la valeur nutritive se perd pendant le processus de compostage. Ainsi, la manière la plus efficace de récupérer les nutriments des excréta est de collecter l'urine et les fèces séparément en utilisant une cuvette ou un siège spécialement conçus pour séparer l'urine et la stocker dans un récipient séparé.

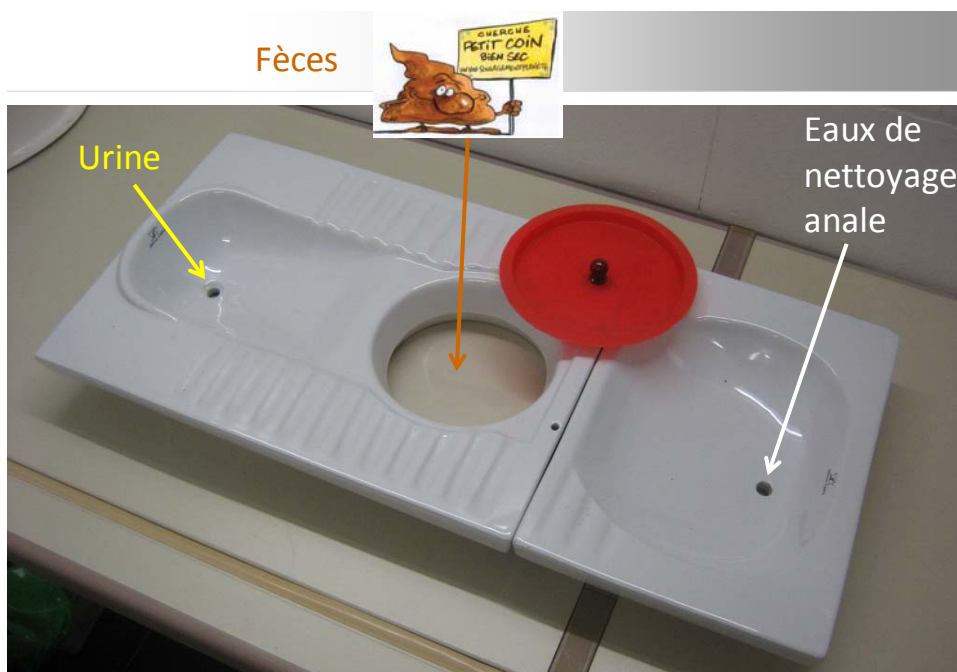


Figure 5 : Siège avec séparation des urines (Werner et al., 2009)

L'urine est recueillie dans un réservoir où, grâce à l'action d'un enzyme toujours présent dans l'urine, l'azote organique se transforme assez rapidement en ions d'ammonium. C'est ce qui explique

l'odeur d'ammoniac (NH_3) de l'urine qui séjourne quelques heures dans un pot de chambre ou dans un seau hygiénique (Esrey.S et al., 1998). Compte tenu du fait qu'environ 80 % de l'azote organique contenu dans nos déjections se trouve dans l'urine, on comprend l'importance du devenir de l'urine pour le milieu récepteur (Esrey.S et al., 1998)

En fait, sous forme ammoniacale, l'azote ne peut suivre dans la nature que le chemin de l'oxydation. Il se forme ainsi des ions nitreux (NO_2^-) particulièrement toxiques qui s'oxydent en nitrates (NO_3^-). L'urine stockée dans le réservoir de la toilette devient un concentré d'ammonium contenant des ions de nitrites et de nitrates. Il est recommandé d'utiliser l'urine stockée en la diluant 8 fois pour l'irrigation des plantes.

L'épandage de l'urine dans le jardin s'apparente à celui du fumier d'élevage. Cela est d'autant plus vrai, que les fèces desséchées y aboutissent également. Normalement, ce type d'épandage est également soumis aux mêmes règlements que celui du fumier d'élevage. La quantité d'azote (N) épandu sous forme de fumier ne peut pas dépasser 200 kg par an par hectare. Pour épandre donc avec l'urine et les fèces les 10 kg d'azote que "produit" annuellement une personne (Tanguay.F, 2007), il faut un jardin d'au moins 500 m^2 . Une famille de 4 personnes devrait donc disposer d'un jardin de 2000 m^2 . En-dessus de cette valeur, il y a dépassement des normes.

I.1.2 Description du système

Le système à mettre en œuvre à Dayet Ifrah repose sur les principes de séparation des urines et des fèces et la déshydratation. Pour les fèces, on a opté pour le type de stockage à deux fosses utilisées alternativement (Voir figure 6). Les urines sont drainées hors de la toilette et collectées dans un bidon en plastique (Voir figure 7). (Adissoda.Y et al. (2004))

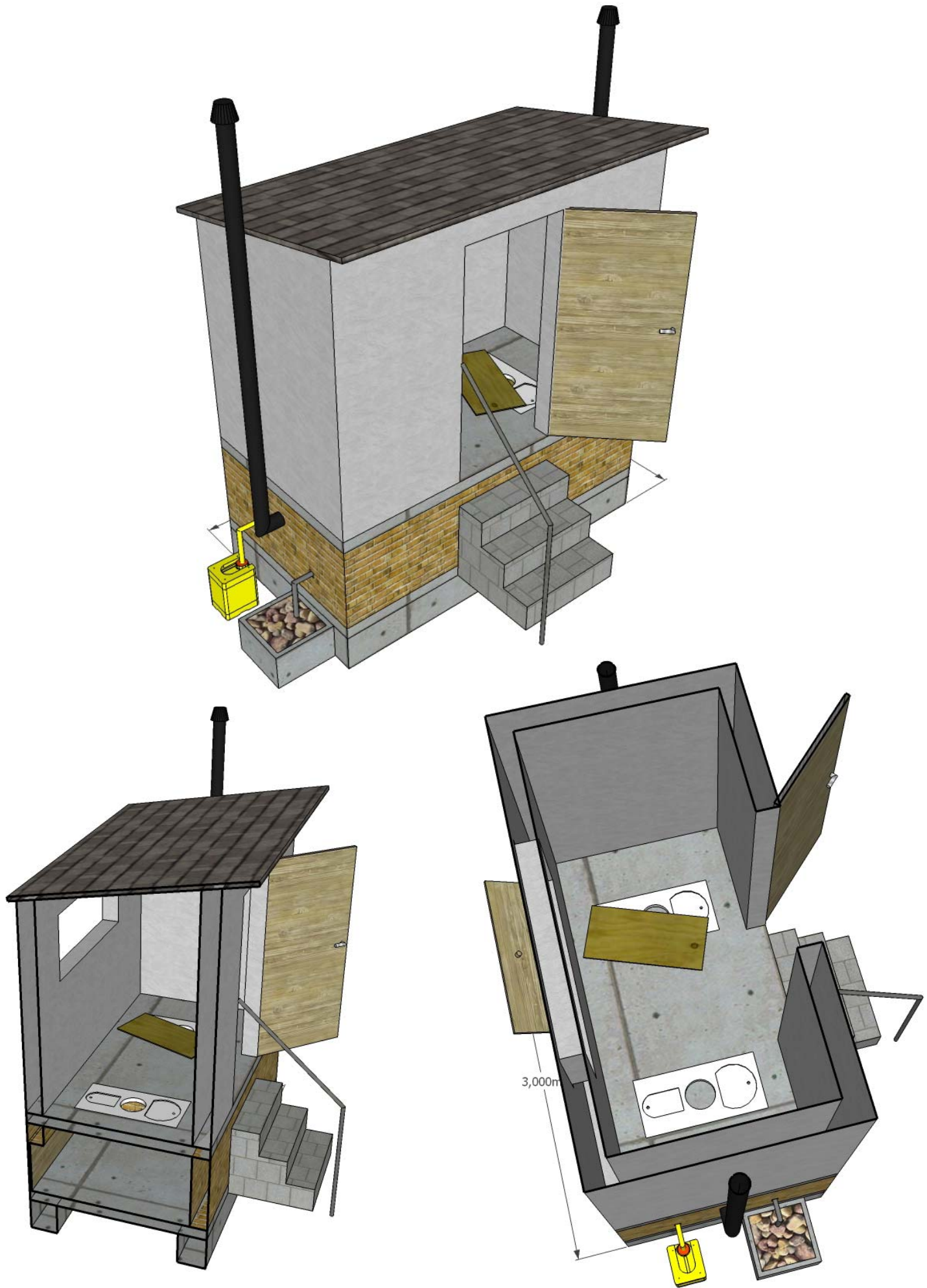


Figure 6 : *Différentes vues de la TDSU*



Figure 7 : Collecte des urines d'une toilette dans un bidon de 20 litres

La cendre ou la sciure est utilisée comme matériau asséchant sur toutes les toilettes (voir figure 8).



Figure 8 : Ajout de la cendre ou de la sciure après défécation (CREPA, 2005)

I.2 Systèmes d'assainissement avec production de biogaz

I.2.1 Principe de méthanisation

La méthanisation (ou fermentation anaérobie) est un procédé biologique permettant de valoriser des matières organiques en produisant du biogaz qui est source d'énergie renouvelable et un digestat utilisé comme fertilisant.

En absence de l'oxygène (digestion anaérobie), la matière organique est dégradée partiellement par l'action combinée de plusieurs types de micro-organismes. Une suite de réactions biologiques (voir schéma) conduit à la formation du biogaz et d'un digestat.

Les bactéries qui réalisent ces réactions se trouvent à l'état naturel dans le fumier et les excréta humains et dans les écosystèmes anaérobies; il n'est pas nécessaire d'en ajouter, elles se développent naturellement dans un milieu sans oxygène.



Figure 9 : Gauche : Construction d'un méthaniseur au vietnam (Photo : F. Klingel, 2005), Droite : cuve de production de biogaz (Photo : M. Lebofa, 2006)

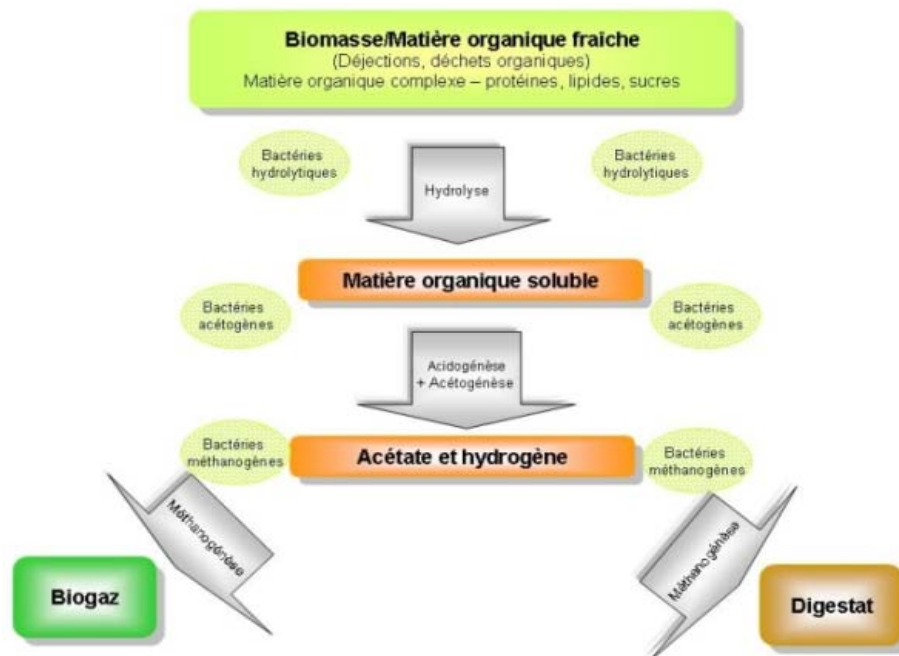


Figure 10 : Etapes de la méthanisation (Naskeo Environnement, 2008)

L'hydrolyse

Les macromolécules organiques se décomposent en éléments plus simples – le déchet solide est ainsi liquéfié et hydrolysé en petites molécules solubles.

L'acidogenèse

Transforme ces molécules simples en acides de faibles poids moléculaire tel que l'acide lactique et les acides gras volatils de 2 à 5 atomes de carbone. Parallèlement sont produits des alcools de faible poids moléculaire, tel que l'éthanol du bicarbonate et de l'hydrogène moléculaire.

L'acétogenèse

Les produits résultant de l'étape de fermentation nécessite une transformation supplémentaire avant de pouvoir produire du méthane. C'est ici qu'interviennent les bactéries réductrices acétogènes et des bactéries sulfato-réductrices, productrices d'hydrogène sulfuré H₂S.

La méthanogenèse

La phase ultime au cours de laquelle deux types de bactéries méthanogènes prennent le relais : les premières acétogènes réduisent l'acétate en méthane, CH₄ et bicarbonate. Les secondes, réduisent le bicarbonate en méthane.

I.2.2 Les avantages de la méthanisation

La méthanisation, du fait des réactions biologiques, entraîne une diminution considérable de la charge organique, donc de la charge polluante du substrat digéré. Elle est donc, une dépollution à part entière. Une méthanisation correctement contrôlée conduit à des taux d'épuration très élevés. Elle présente également d'autres avantages :

I.2.2.1 Avantages Économiques

- Revenus supplémentaires
- Autonomie en chaleur dans un contexte d'accroissement du coût des énergies fossiles
- Réduction de l'achat des engrais par la valorisation des digestats.

I.2.2.2 Avantages Agronomiques

- Transformation du fumier et des déjections en un produit fertilisant, plus facilement assimilable par les plantes, avec diminution des odeurs et des agents pathogènes ;
- Traitement des déchets organiques à des prix compétitifs
- Suppression des insectes de la fosse de stockage
- Suppression des odeurs

I.2.2.3 Avantages Environnementaux

- Le biogaz issu par la méthanisation est source d'énergie renouvelable car il se substitue à l'énergie fossile
- Réduction de la pollution due au lessivage de l'azote
- Le méthane (CH_4), possède 21 fois plus les propriétés d'effet de serre que le CO_2 . Sa réutilisation domestique ne pouvait que soulager l'atmosphère de son effet.
- Gestion durable des déchets organiques ;

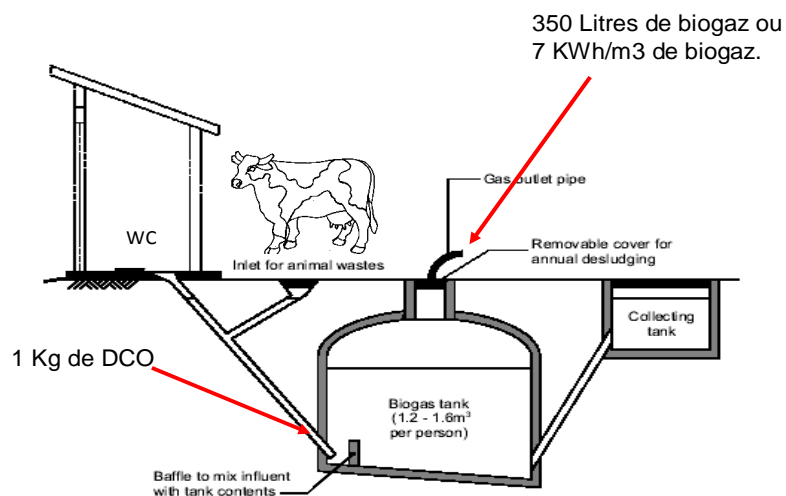


Figure 11 : Schéma d'installations de production du biogaz (Werner, 2008)

- Les eaux usées des toilettes et la bouse sont utilisées dans une station biogaz ménagère ;
- 1 kg de DCO dégradé produit 350 l de biogaz. Ce biogaz (contenant plus que 70% de méthane) est riche en énergie et pourrait être utilisé pour la production de l'électricité ou service comme combustible à la cuisine.
- Le biogaz a une valeur calorifique de 7 à 8 kwh/ m³

Etant une énergie renouvelable, le biogaz issu de la méthanisation des déchets organiques (humain et animal) est utilisé pour la cuisine et les résidus organiques pour fertiliser les jardins et les champs.



Figure 12 : Utilisation du biogaz comme combustible à la cuisine en Kenya (Photo : P.Onyango, 2007)

Tableau 1 : Composition du biogaz

Composition	Volume en %
Methane	50-75
Carbon dioxide	25-50
Azote	< 7
Oxygène	< 2
Hydrogène sulfuré	< 1
Ammoniaque	< 1

I.3 Assainissement des eaux grises

On définit les eaux grises par les eaux générées par les activités de lessive, hygiène personnelle (douche), cuisine (préparation des aliments, lavage des ustensiles), et ménage (lavage des sols).

Les secteurs ruraux et périurbains emploient principalement les eaux grises non traitées pour des buts agricoles, menant à la dégradation environnementale et exposant de ce fait la population aux risques sanitaires. Bien que les eaux usées soient généralement moins polluées que les eaux usées domestiques ou industrielles, elles peuvent encore contenir des niveaux élevés des micro-organismes pathogènes, des matières en suspension et des substances telles comme l'huile, graisse, savons, détergents, et d'autres produits chimiques domestiques (Diener et al., 2006).

Si les rejets de ces eaux sont inadéquats, les substances qu'ils contiennent peuvent avoir potentiellement un effet négatif sur la qualité de santé des personnes, de sol et d'eaux souterraines. Par conséquent, l'irrigation avec des eaux grises non traitées n'est pas recommandée.

Toutes les solutions d'évacuation des eaux grises seront situées sur les parcelles privées. Ces ouvrages doivent donc être considérés comme faisant partie du patrimoine de la parcelle privée, au même titre que l'assainissement des eaux vannes. A ce titre, les ouvrages seront entièrement financés par l'utilisateur sauf pour les projets pilotes envisagés.

Etant donné le peu de données existantes sur les charges d'eaux grises de manière générale, et en particulier dans les douars marocains, une analyse a été réalisée par l'ONEP. Cette analyse a porté sur des échantillons représentatifs de 3 ménages différents, situés dans 3 douars de la commune pilote de M'haya. Les échantillons ont été relevés directement à la sortie de la parcelle, avant ruissellement sur la voie publique. Les résultats sont présentés dans le Tableau suivant :

Tableau 2 : Résultats d'analyses sur les eaux grises à M'haya (BIRD, 2005)

Paramètres	Ménage 1	Ménage 2	Ménage 3	Moyenne	Unités
Dotation	52.5	26.4	45.0	41.3	l/hab/jour
DBO	1223	1125	1175	1174	Mg/l
DCO	2525	2400	2425	2450	Mg/l
Azote	58	61	25	48	Mg/l
Phosphore	28	26	18	24	Mg/l
Coliformes fécaux	7.00 E+06	3.50 E+07	1.60 E+06	1.45 E+07	unités / 100 ml

Ces charges sont très élevées, en particulier en ce qui concerne la DBO (gamme habituelle des eaux domestiques \approx 500 mg/l) et les coliformes fécaux (théoriquement peu présents en eaux grises).

Ceci révèle clairement l'importance d'inclure la collecte et le traitement des eaux grises dans les programmes d'assainissement. Le traitement des eaux grises avant réutilisation diminue les concentrations des composés par adsorption, volatilisation et biodégradation.

D'autre part, un travail similaire a été réalisé par l'IAV, portant sur les eaux grises provenant des douches et lavabos d'une salle de sport, avec les résultats suivants :

Tableau 3 : Résultats d'analyses d'eaux grises à l'IAV

Paramètre	Concentrations	Unités
DBO	95	mg/l
DCO	180	mg/l
Azote	12	mg/l
Phosphore	2	mg/l
Coliformes fécaux	2.4 E+06	unités / 100 ml

Les charges relevées par l'IAV sont au contraire relativement faibles, en particulier la DBO. Par contre, la contamination en CF est toujours élevée.

Dans tous les cas, et quelles que soient les charges d'eaux grises, il est évident que le déversement d'eaux vannes dans les eaux grises générera des charges supérieures à celles des eaux grises brutes. D'où la nécessité de les séparer.

Aujourd'hui les eaux grises sont générées de manière dispersée sur la parcelle : lieux de lessive, cuisine et bain sont différents. Or, les solutions techniques envisagées ci-après nécessitent un effort de concentration du lieu de production des eaux grises sur la parcelle.

L'arrosage des lits plantés avec les eaux grises est l'une des solutions techniques applicables dans les douars. Elle est constituée d'un système d'épandage naturel ou reconstitué.

Le traitement appliqué pourra prendre en compte la rétention de charge au niveau des parcelles privées. Il sera possible de prévoir un procédé extensif, assurant la réduction de la charge rémanente en DBO, par exemple des lits plantés à écoulement vertical (figure 13) ou horizontal (En anglais : wetland).

Ces lits seront à même de traiter les charges des eaux grises, sans que ne soit nécessaire une fosse septique en amont du lit. Une zone tampon accessible devra cependant être conservée sur le premier mètre de filtre, pour prévenir tout problème de colmatage.

En conclusion, les eaux grises sont perçues comme ressource valable dans les régions rurales et arides. Sans mesures de traitement et d'épuration, la pratique d'irrigation à son état brute peut mener à la contamination de la nourriture, de la salinisation et d'obstruer les sols et aussi potentiellement à la pollution d'eaux souterraines.

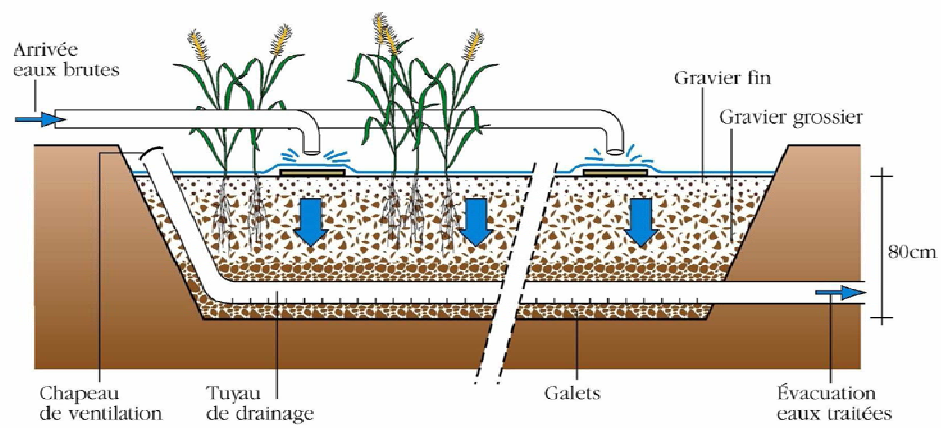


Figure 13 : Schéma d'un lit planté à écoulement vertical (Agence de l'eau, 2005)



Figure 14 : vue d'un jardin arrosé par les eaux grises en Inde (Werner et al. , 2009)



Figure 15 : Arrosage par les eaux grises pour production du bois pour chauffage (Werner, 2008)

I.4 Exigence légale pour la protection de l'environnement

La faiblesse des aspects législatifs et institutionnels de par le monde de l'approche ecosan rend difficile son implémentation comme solutions d'assainissement des eaux usées (Stoll & Schönwald, 2003).

Au Maroc, le législateur a pris en considération dans les textes de lois, la protection de l'environnement en général et la promotion du secteur d'assainissement en particulier. Un aperçu sur la législation marocaine est donné ci-après :

I.4.1 Charte communale

L'article 40 de la Charte Communale relatif à l'hygiène, la salubrité et l'environnement charge le Conseil Communal de veiller à « l'évacuation et au traitement des eaux usées et pluviales » et à « la lutte contre toutes les formes de pollution et de dégradation de l'environnement et de l'équilibre naturel ».

Les formes de pollution peuvent être considérées de deux types :

- L'impact *direct* dans le douar lui-même : contact avec les matières fécales par une mauvaise utilisation de la toilette, croissance de moustiques dans les eaux grises ruisselantes, etc... Cet impact se traduit par une demande de la part de la population.
- L'impact *indirect*, créé par la contamination du milieu naturel en général et des ressources en eau en particulier. A moins que la nappe ne soit directement utilisée par la communauté servie, cet impact ne peut générer qu'une demande réduite au niveau de population rurale.

I.4.2 Assainissement autonome dans la loi sur l'eau

La loi 10-95 sur l'eau a été adoptée par la Chambre des Représentants en juillet 1995. Elle soumet toute utilisation des eaux, qu'elle soit le fait de personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, au paiement d'une redevance.

En ce qui concerne l'assainissement rural en particulier, l'article 54 mentionne « *qu'il est interdit de rejeter des eaux usées[...] dans les oueds à sec, dans les puits, abreuvoirs et lavoirs publics, forages,*

canaux ou galeries de captage des eaux. Seule est admise l'évacuation des eaux résiduaires ou usées domestiques dans des puits filtrants précédés d'une fosse septique ».

La mention de « fosse septique » dans la loi implique un rejet commun des eaux usées (excrétas + grises), ce qui n'est que très rarement le cas en milieu rural. Cet article semble plutôt s'appliquer à des cas d'habitations de haut standing, non raccordables sur un réseau de collecte (par exemple dans les zones résidentielles en périphérie urbaine).

I.4.3 Normes de rejet

Actuellement, les normes de rejet sont élaborées. Ces normes distinguent les rejets dans le milieu naturel des rejets en amont d'un réseau de canalisations et station d'épuration. Il est à relever que le texte a prévu un délai d'application de 6 ans.

Ces normes sont complétées par celles émises par le décret 1270/01 du 17 octobre 2002 portant fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.

I.4.4 Protection de l'environnement

La loi n°11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement prévoit dans son article 2 la mise en application :

a. « D'un équilibre nécessaire entre les exigences du développement national et celles de la protection de l'environnement lors de l'élaboration des plans sectoriels de développement »

b. « Des principes de l'usager payeur et du pollueur payeur ».

Le paragraphe (a) paraît particulièrement intéressant dans la mesure où il reflète implicitement le conflit potentiel entre les exigences du développement national et celles de la protection de l'environnement. Cet article de loi invite à rechercher l'optimal entre ces deux objectifs.

I.4.5 Application du principe du pollueur-payeur dans les douars

Le principe du pollueur-payeur implique que l'habitant du douar porte la responsabilité finale de la qualité des eaux qu'il déverse dans le milieu naturel.

Si la loi était appliquée de manière isolée (sans tenir compte de l'article 2a de la loi 11-03), chaque usager se verrait dans l'obligation de réaliser des installations individuelles conformes, ou de participer financièrement à un traitement des eaux relativement sophistiqué. Or la réalité est tempérée par deux facteurs importants :

- De nombreuses villes déversent aujourd'hui leurs eaux usées sans traitement. Bien que tenues de respecter la loi (et le critère du pollueur-payeur), elles ne sont que rarement en position de répondre à leurs obligations.
- L'application du principe du pollueur-payeur place l'habitant du douar dans une position inconfortable : le traitement des eaux usées avant rejet dans le milieu naturel impliquerait une augmentation significative du prix du m³, plaçant ce dernier hors d'atteinte des capacités (ou de la volonté) de payer. Or ce traitement ne génère pratiquement aucune demande chez l'utilisateur, à moins d'un bénéfice ou impact direct perçu par la communauté.

Il n'est pas question ici de remettre en cause le principe du pollueur-payeur : il est inscrit dans la loi et c'est un objectif aujourd'hui reconnu comme indispensable pour atteindre un développement durable. Par contre, il est nécessaire de prévoir des *mécanismes d'application* de ce critère, à l'instar de ce qui est prévu dans les normes de rejet. Ainsi, les objectifs d'assainissement des douars seront considérés par phases :

- 1^{ère} priorité : Amélioration *durable* des conditions *sanitaires* des populations cibles du projet. Ce critère implique que les mesures d'assainissement devront :

- √ viser avant tout à améliorer la *santé des habitants du douar desservi*.
- √ être viables des points de vue *économique* et *social*. Ce critère impose de proposer des solutions à la portée économique des bénéficiaires (considérés comme pollueurs-payeurs), lesquels *s'approprient* les solutions proposées.

- 2^{ème} priorité : Amélioration des conditions du milieu naturel situé en aval des douars, et n'ayant que des conséquences *indirectes* sur les habitants du douar desservi.

L'objectif d'assainissement vise ainsi à planifier l'application du pollueur-payeur sur une plus longue période, de façon à calibrer l'offre d'assainissement sur la demande.

I.4.6 Projet de loi N° 22-07 sur les aires protégées

Une aire protégée est classée par l'administration, en fonction de ses caractéristiques, de sa vocation et de son envergure socio-économique, dans l'une des catégories suivantes :

- parc national ;
- parc naturel ;
- réserve biologique ;
- réserve naturelle ;
- site naturel.

La ratification par le Maroc des conventions et accords internationaux sur l'environnement a confirmé sa volonté de contribuer aux efforts internationaux visant à préserver le patrimoine naturel. Cette volonté s'est traduite par la mise en place de plans d'actions, de programmes nationaux et de plusieurs études, débouchant sur l'élaboration du Plan Directeur des Aires Protégées (PDAP), en collaboration avec la Banque Mondiale, dont les principaux objectifs sont :

- La préservation des ressources biologiques, des valeurs paysagères et culturelles ;
- Le maintien de l'équilibre et de la productivité des écosystèmes ;
- La contribution au développement durable local et régional.
- Assumer la responsabilité internationale en matière du maintien de la biodiversité globale ;
- Garantir le bon fonctionnement du cycle écologique général de l'eau pour l'ensemble du pays ;
- Assurer la pérennisation des grandes ressources forestières du pays
- Identification d'un certain nombre de Sites d'Intérêt Biologique et Ecologique (SIBE).

Le projet de loi N° 22-07 vise la modernisation du régime juridique relatif à la création de parcs nationaux, conformément aux législations internationales modernes et aux principes de l'Organisation mondiale de protection de la nature.

Dayet Ifrah fait partie de l'aire « parc naturel d'Ifrane » à protéger.

I.5 PROJET PILOTE ECOSAN AU DOUAR DAYET IFRAH

I.5.1 Généralités sur la zone d'étude

Dayet Ifrah est un petit village situé dans les montagnes du Moyen Atlas (un massif montagneux orienté du sud-ouest au nord-est du Maroc, s'étendant sur 350 km²). Il relève de la commune rurale de Dayet Aoua. Celle-ci abrite une superficie de 290 km², une zone montagneuse qui exhibe des forêts de chênes et de cèdres, plusieurs lacs, et des vallées. L'altitude est d'environ 1700 mètres. La commune rurale de Dayet Aoua se situe dans la Wilaya de Meknès-Tafilalet. Elle se situe dans la province d'Ifrane et est située à 23 km d'Ifrane, à 38 km d'Azrou, à 60 km de Meknès et Fès, à 190 km de Rabat, et à 300 km de Casablanca. Cette commune comprend Dayet Aoua, Dayet Hachlaf, Dayet Ifrah, Ait Sidi Mimoune, et Ait Hamou Lhaj.

Dayet Ifrah est implanté autour du lac du même nom. La population berbère est estimée à 1 500 habitants. La composition de l'habitation de Dayet Ifrah permet de distinguer deux quartiers donnant sur le lac. Les besoins en eau de la population est de l'ordre de 1 l/s. Le système d'alimentation en eau potable alimentant les bornes fontaines est constitué d'un forage de 102 m réalisé en 1998 et équipé de pompe immergé et alimenté par de l'électricité. Le forage est relié à un petit réservoir et dessert 7 bornes fontaines. Ce système couvre les besoins de l'agglomération Dayet Ifrah qui constitue la plus grande partie de la population du douar. Le système d'AEP est géré par une association d'usagers d'eau. La distance qui sépare les bornes fontaines des habitations est très faible, de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Le nombre total de borne fontaines est de 22.

L'habitat est de type dispersé et les constructions sont traditionnelles en pierre dure. Les accès aux différents douars se font par des pistes. L'agriculture concerne le maraîchage, la moisson de blé et les vergers (pommiers) ainsi que la culture de la pomme de terre. L'élevage est important dans la région et concerne les ovins et les bovins. L'agriculture et l'élevage constituent la seule source de revenu du village. La qualité de la terre permet l'exploitation agricole mais un obstacle en empêche la totale utilisation à cause des pierres qui couvrent les terres. En effet, seulement 30 % des terres sont actuellement exploitées. L'artisanat du tapis, l'exploitation forestière et le tourisme (limité par le faible réseau routier) constitue des ressources complémentaires. Dayet Ifrah fait partie du circuit touristique des Dayats dans la région. Cependant, le manque d'infrastructure empêche son développement. Il n'y a même pas un petit café permettant de se reposer et de boire un verre d'eau. Concernant le climat, l'été est chaud

malgré l'altitude, et les orages assurent une humidité et diminuent la sécheresse. L'hiver par contre est froid et pluvieux, marqué par le gel et la neige. (EL KASMI, 2009)

**Tableau 4 : Données de la station climatologique d'Ifrane Aéroport
(Période 1973 : 2003)**

	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Par an
P (mm)	33.2	75.0	102.8	139.3	115.1	124.9	99.5	113.5	61.5	25.8	9.0	13.0	Tot. 912.6
T (°C)	17.9	12.5	8.1	5.3	4.1	5.5	7.3	8.5	12.1	17.1	21.8	21.9	Moy. 11.8
ETP (Thorn- thwaite) (mm)	86.8	52.0	26.6	15.1	11.3	15.9	27.4	35.8	61.8	96.0	132.8	126.7	Tot. 688.4

(Source : DRPE, 2009)

I.5.2 Choix du douar Dayet Ifrah.

Le choix du douar Dayet Ifrah pour ce projet pilote a été motivé par quatre (4) raisons principales qui sont :

- Intégration du volet assainissement dans un cadre du projet global de développement durable à Dayet Ifrah initié par la Chaire UNESCO et l'Université Al Akhawayne.
- Le besoin en assainissement exprimé dans le village : la majorité de la population disposant d'un assainissement n'a pas d'installations sanitaires satisfaisantes, le reste de la population défèque dans la nature ;
- La population s'est montrée très motivée depuis les premières prises de contact le 8 Avril 2009 et le 9 Mai 2009 ;
- La volonté de la population pour l'accès à un branchement individuel d'AEP, par conséquent un assainissement autonome et adéquat s'impose ;
- La possibilité de réutiliser les produits générés par les installations ecosan en agriculture car environ 95% de la population pratique l'agriculture comme activité principale.
- La possibilité de récupérer le biogaz issu des installations ecosan à des fins d'utilisations domestiques ;

Si le douar Dayet Ifrah passe pour être le site pilote qui intéresse la société civile et les organisations scientifiques nationale et internationale, c'est parce qu'elle concentre des problèmes de manque sinon

d'insuffisance d'infrastructures d'assainissement auxquels un douar marocain peut être confrontée. Elle se veut un type de cité rural dépourvu d'assainissement adéquat.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1 Rencontre préparatoire du 9 Mai 2009 avec la population de Dayet Ifrah

II.1.1 Matériels

La salle au centre des jeunes de Dayet Ifrah a été mise à notre disposition pour la sensibilisation de la population sur l'importance de la protection de l'environnement en général et de la promotion de l'assainissement écologique en particulier. Cette sensibilisation a été renforcée par des affichages de posters et support de sensibilisation préparés à cet effet. De même, un prototype de siège de toilette à séparation d'urine en PVC type chinois à deux trous a été utilisé à des fins de démonstration séance tenante ;

II.1.2 Méthodes

Plusieurs réunions de concertation avec la Jmaâ et l'autorité locale (cheikh) ont eu lieu au préalable les 7 et 8 Avril 2009. Ils ont pour but d'arrêter en commun accord la date de la journée de sensibilisation et le contenu des supports de sensibilisation. C'est après ces réunions que des affichages de support de sensibilisation ont été préparés.

Lors de la journée de sensibilisation, des explications très simplifiées sur l'approche ecosan et ses bénéfices ont été effectués séparément pour les femmes et les hommes. Après l'exposé, une séance question/réponse a été réservée.

II.2 Sélection des bénéficiaires des projets pilotes ecosan

II.2.1 Enquête-ménage du 20 au 28 Mai 2009

II.2.1.1 Matériels

Pour mener l'enquête en question sur le terrain, nous nous sommes déplacés au village de Dayet Ifrah pour une durée de huit (8) jours. Un questionnaire en 30 copies a été préparé à cet effet (voir en annexe A un extrait du questionnaire).

II.2.1.2 Méthodes

L'enquête-ménage réalisé a nécessité une organisation logistique et scientifique pour atteindre les objectifs préétablis. Les actions réalisées peuvent être résumées comme suit :

- Préparation du questionnaire pour la collecte des informations ;
 - Partie I – Informations générales sur le douar Dayet Ifrah
 - Partie II – Informations sur les ménages enquêtés ;
- Définition de critères de sélection de ménages à enquêter ;
- Présélection de 24 familles selon des critères cités ci-dessous en concertation avec la Jmâa et l'autorité locale ;
- Interviews avec le Cheikh et autres personnes pour la collecte d'informations générales sur le village ;
- Visite des écoles, mosquées et du centre de jeunesse et des femmes ;
- Interviews avec les personnes responsables des établissements publics (fquih, instituteurs, directeurs....) ;
- Visite des 24 familles et enquête avec chef de famille ou représentant ;
- Documentation photographique de la situation d'assainissement liquide (Voir annexe B) ;
- Localisation des maisons et de l'infrastructure avec GPS.

Cette enquête a servi pour dresser un inventaire de la situation de l'eau et de l'assainissement et à trier les bénéficiaires du projet pilote ecosan à Dayet Ifrah. Pour cela, 24 ménages (voir annexe C) qui représente environ 15% des ménages existants ont été présélectionné en concertation avec les membres de Jmâa selon les critères de choix suivants pour chacune des solutions proposées :

Pour les eaux vannes

- **Solution 1 : Toilette de déshydratation à séparation d'urine**
 - Des ménages sans toilette à chasse d'eau et relativement loin ou dépourvu d'une source d'eau.
 - Des ménages qui pratiquent l'agriculture ou le jardinage et qui utilisent des engrais en quantités importantes.
- **Solution 2 : Système biogaz**
 - Des ménages avec au minimum deux vaches (autres animaux sont aussi souhaités) qui passent régulièrement la nuit dans l'étable rattachée immédiatement au ménage enquêté.
 - L'eau doit être à la proximité du ménage (sans grandes distances de transport).

Pour les eaux grises

- **Solution 1 : Réutilisation d'eaux grises (eaux usées des douches, lavabos, vaisselle, etc. (sans eaux vannes de la toilette)**
 - o Aucun spécifique critère de présélection.

Des critères généraux pour la sélection des bénéficiaires sont :

- L'intérêt des bénéficiaires à participer dans un projet ecosan
- La participation des bénéficiaires dans les travaux de construction par la main d'œuvre (maçonnerie, terrassements...)
- Le degré de responsabilité des bénéficiaires à entretenir les ouvrages
- La participation des bénéficiaires dans quelques activités de documentation et de recherche ;
- L'acceptation des visites ultérieures.
- Choix de 4 ménages par tribu (6 tribus existent à Dayet Ifrah)

II.2.2 Présentation des résultats de l'enquête le 26 Juin 2009

II.2.2.1 Matériels

Pour présenter les résultats de l'enquête, nous nous sommes déplacés au village de Dayet Ifrah le 26.06.2009. La rencontre avec la population a eu dans la salle du centre des jeunes à Dayet Ifrah.

II.2.2.2 Méthodes

A la base de l'évaluation des résultats de l'enquête ménages du 20 au 28 mai 2009 les bénéficiaires du projet pilote ecosan avaient été proposés comme suit :

- √ 12 familles parmi les 24 de l'échantillon enquêté bénéficient d'une toilette de déshydratation à séparation d'urine (TDSU)
- √ 2 sur 3 écoles sont dépourvues de toilettes et proposées pour un projet TDSU
- √ 2 familles parmi les 24 de l'échantillon enquêté sont proposées pour un ouvrage biogaz, mais la faisabilité technique n'est pas encore assurée à cause des températures basses en hiver (process de digestion décéléré et par conséquent production de biogaz réduit).
- √ En outre un système durable de collecte et de traitement des eaux grises est prévu pour tous les bénéficiaires pour souligner que idéalement l'approche ecosan propose des solutions intégrales pour toutes les eaux usées générées.

Ce choix a été présenté d'abord à la Jmâa de Dayet Ifrah, qui était d'accord sur les bénéficiaires proposés, et ensuite à toute la population.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Rencontre préparatoire du 9 Mai 2009 avec la population de Dayet Ifrah

III.1.1 Résultats

Pour un concept nouveau tel que l'assainissement écologique, il est indispensable de mener à bien cette phase préparatoire à différents niveaux.

Plusieurs rencontres préalables ont été effectuées successivement les 7 et 8 avril 2009 et le 9 Mai 2009. Il s'est agi dans un premier temps, de présenter le concept de l'assainissement écologique aux leaders d'opinion, à la population et surtout aux futurs bénéficiaires. Une information claire et détaillée des objectifs visés a été fournie pour susciter un intérêt auprès des bénéficiaires le 9 Mai 2009. Des échanges avec la population sur différents aspects ont permis de lever tous les points d'ombre afin que la population adhère fortement au projet. Les critères de choix des familles devant abriter les ouvrages-pilotes ont été examinés au cours de ces rencontres. 24 pères de familles ciblés pour la première phase pilote ont été retenus en étroite collaboration avec l'autorité locale (le Cheikh). Les familles bénéficiaires étant considérées comme devant jouer un rôle-clé pour l'introduction et la promotion de l'assainissement écologique dans toute la communauté à l'issue de la recherche. Ils sont 14 familles à choisir parmi les 24 enquêtées (voir plus loin le résultat). Les modèles technologiques (Engrais, Biogaz, ...) ont été présentés aux populations qui ont donné leur appréciation et ont fait leur choix tout en tenant compte des besoins de la recherche. Ces technologies consistent à :

- L'évacuation séparée des urines et des fèces : Toilettes de déshydrations à séparation d'urine ;
- L'évacuation commune des urines et des fèces : système de récupération du biogaz.
- L'évacuation exclusive des eaux grises : arrosage des jardins, lits plantés et production du bois.



Figure 16 : M.ABARGHAZ présente l'approche ecosan devant la population de Dayet Ifrah le 9 Mai 2009 (Photo : H. van Tilborg, 2009)

Par ailleurs, la présentation devant les femmes n'a pas fait beaucoup de succès comme cela était fait devant les hommes, à cause du manque de compréhension technique et de barrière de langue.

III.1.2 Discussions

Grâce à notre documentation sur le concept d'assainissement écologique durant le mois de Mars 2009 et la capacité d'intégrer les différents volets (Technique, Hygiène et Santé...) dans notre animation, il a été expliqué que nous envisageons dans le cadre de ce projet de réaliser dans une première phase des toilettes ecosan pilotes au profit des ménages qui, en priorité, mais pas nécessairement, défèquent dans la nature. Ceux qui ne le sont pas, doivent au moins avoir deux (2) vaches et une eau disponible, pour le projet biogaz. Ce qui permettra, dans une 2^{ème} phase, d'évaluer et de juger son acceptation par toute la population en vue de sa généralisation en remplacement des toilettes existantes.

Intérêts de la population pour l'approche ecosan.

Tous les participants à cette rencontre avaient souhaité en avoir. Cependant, les raisons évoquées ne militent pas beaucoup plus en faveur de l'hygiène et la santé.

Leurs motivations se résument essentiellement dans les profits de l'assainissement écologique à savoir : utilisation des urines et fèces comme engrais pour les champs, donc possibilité d'augmenter les rendements et les revenus ; l'acquisition d'un lieu d'aisance bien élaboré et plus proche ; récupération du biogaz pour utilisation en cuisine surtout avec les difficultés d'approvisionnement du butane lorsqu'il neige ou à l'occasion des orages.

Appréciation sur les informations relatives à l'utilisation des toilettes

Malgré le taux élevé d'analphabétisme, la rencontre préparatoire a révélé que la majorité des chefs de ménage ont compris de façon générale les modalités d'utilisation des toilettes. Ils arrivent à expliquer quelques précautions qui doivent être prises pour un bon entretien et fonctionnement de la toilette.

Maladies liées aux matières fécales et urines

La majorité des chefs de ménages et leur petite famille ignorent les maladies liées aux matières fécales et urines. Cette ignorance peut être source de maladies hydriques et d'un comportement non favorable à l'hygiène par exemple le non lavage des mains au savon après défécation.

Niveau de satisfaction

Il ressort de cette journée que les ménages ne peuvent pas se prononcer à ce niveau qu'après utilisation des toilettes pilotes. C'est après avoir vu les toilettes ecosan qu'on décidera ensemble sur sa généralisation à toute la population.

Consommation et écoulement des produits amendés à partir des excréta

Les résultats des entretiens en marge de l'exposé de sensibilisation ont montré que l'ensemble des chefs de ménages ne trouvaient pas de problèmes à consommer les produits des cultures ayant été amendées par les urines ou les fèces même si certains ont ajouté comme condition, la nécessité de leur prouver scientifiquement que cela ne comportait aucun risque pour la santé. L'écoulement des produits se fera également sans difficulté dans la mesure où le client ne cherche pas à savoir si les cultures sont amendées par des excréta humains ou non.

Suivi régulier des toilettes

Le souci majeur dans le suivi est de veiller à l'absence des odeurs et mouches. Il a été expliqué que si les odeurs et les mouches se présentent, il faut en trouver la cause et est certainement due au problème d'étanchéité tout autour de la toilette. En effet, l'entrée des eaux de pluies dans la chambre de traitement aurait pour conséquence la réduction de la température et l'augmentation de l'humidité d'où la prolifération des mouches. Des dispositions techniques doivent être prises afin de résoudre ce problème.

Si une toilette fonctionne correctement, on n'a pas à constater la présence de mouches et l'émanation des odeurs. Les toilettes doivent être bien entretenues et les adjuvants (cendre) doivent également être disponibles.

Connaissances des ouvrages ecosan / Type d'ouvrage souhaité

Tous les présents n'ont aucune connaissance des types d'ouvrages ecosan construits de par le monde. Ceux qui ont une idée sur cette approche c'est seulement sur le biogaz généré par la méthanisation du fumier et non pas les excréta humains. Ils ont préféré les systèmes de biogaz puisque dans tous les cas, même dans ce système, on pourrait réutiliser les produits fertilisants générés. La raison de leur choix se trouve beaucoup plus dans l'utilisation du méthane comme source d'énergie.

S'il est prévu de couvrir les besoins en matière de collecte des eaux vannes dans le cadre des projets pilotes, il sera aussi nécessaire de compléter la couverture de collecte d'eaux grises.

Volonté des ménages à participer / forme de participation

La majorité des familles est d'accord à participer à la construction des ouvrages par la mise à disposition de la main d'œuvre. Ce qui est déjà un indice favorable pour la 2^{ème} phase de généralisation du système ecosan.

III.2 Enquête-ménage du 20 au 28 Mai 2009 et présentation/synthèse de l'enquête le 26 Juin 2009

III.2.1 Résultats

Les résultats sont récapitulés comme suit :

a- Les bâtiments publics

- 3 Mosquées : Elles possèdent des toilettes et s'approvisionnent en eaux pluviales collectées dans des réservoirs construits à cet effet. De telles eaux sont exclusivement utilisées pour la chasse des matières fécales et urines vers des puits perdus. A l'épuisement des eaux de pluie, il y a recours à l'eau potable par branchements individuels à partir des bornes fontaines les plus proches pour le cas de 2 mosquées. La 3ème mosquée s'approvisionnent par citerne à partir toujours des bornes fontaines mais très éloignées à environ de 2 Km.
- 3 Ecoles : 2 sur 3 écoles ne disposent ni de sources d'eau potable ni de toilettes. Les élèves et les enseignants utilisent le plein air pour déféquer et/ou uriner. Les défécations anarchiques autour des classes et dans le domaine scolaire sont indésirables. Les odeurs nauséabondes qui polluent l'environnement immédiat de l'école ne sont pas du tout acceptables.
- Un club des femmes et une maison de jeunes réalisés dans le cadre de l'INDH pas encore branché à l'eau potable : Toutes les toilettes à chasse d'eau sont connectées à un puits perdu non encore fonctionnel ;
- Un dispensaire qui n'a jamais repris ses activités par absence du corps médical ;
- 3 Forages dont un forage est hors service
- 4 réservoirs d'eaux dont deux sont hors service
- Borne-fontaine : Il existe 22 en total.
- Le village a accès à l'électricité via le réseau national et à l'eau potable via les bornes fontaines, mais n'a pas accès aux lignes téléphoniques.

b- Familles

- La plupart des habitants disposent de toilettes branchées aux puits perdus. Le reste de la population défèque dans la nature. Il arrive des fois que les hommes (pas du tout les femmes) habitant près des mosquées profitent des installations sanitaires de celle-ci.
- Rejet direct dans la nature ou la voie publique pour les eaux grises.

- Nombre d'animaux par famille:
 - Vaches: 1-8
 - Moutons: 0-200
 - Anes: 0-2
 - Chevaux: 0-2
 - Chèvres: 0-30
- Etables normalement rattachées à la maison
- Les animaux sont sur pâturage pendant la journée et dans l'étable pour la nuit sauf quand il neige ils restent dans l'étable.
- Le fumier est stocké à côté de la maison jusqu'au printemps; Utilisation: fertilisation, parfois vente
- Sources d'énergie
 - Electricité:
 - Réseau public, quelque fois photovoltaïque
 - Utilisation : éclairage, télévision, réfrigérateur aussi
 - Bois: chauffage et eau chaude, parfois cuisine
 - Gaz: cuisine, parfois eau chaude
- Approvisionnement en énergie
 - Bois: Femme cherche dans la forêt (env. 4-6 h par jour, 2-3 fois par semaine)
 - Gaz: Livraison par camion à domicile, parfois avec voiture
- Coûts d'énergie
 - Electricité: moyen: 92 DH/mois (min: 50, max: 250)
 - Gaz: moyen: 110 DH/mois (min: 60, max: 200)
 - Bois: moyen: 10 t par année (min: 4, max: 20)
- Sources d'eau
 - Bornes fontaines
 - Femme responsable pour la collecte d'eau
 - Distance très loin à très proche
 - 40 à 150 litres par jour, moyen 80 litres
 - Coûts: 12 DH (3-40)
 - Puits
 - 11 des 24 familles ont leur puits privé
 - Profondeur: 8-45 m
 - Utilisation pour agriculture, parfois ménage, animaux
 - Souvent eaux de pluie collectées

Pour la sélection des bénéficiaires des installations du biogaz, les critères les plus essentiels (pondéré chacun à 25%) sont le nombre de vaches qui passent la nuit en permanence à l'étable, la disponibilité d'espace pour la réalisation de l'ouvrage ainsi que la disponibilité de l'eau à proximité du ménage. Cela est nécessaire pour assurer en continu un influent de bouse humide obligatoire au processus de méthanisation et par conséquent une production durable du biogaz. L'ensemble des critères ont été pondérés comme suit :

Tableau 5 : Critères de sélection des bénéficiaires biogaz

Nature de critère	Pondération en %
Nombre de personnes	1
Nombre de vaches	25
Disponibilité d'eau	25
Utilisation d'engrais	4
Possession du terrain	12
Etat du site à choisir pour le pilote	25
Possibilité d'avoir un jardin/champ de démonstration	4
Aptitude pour un projet eaux grises	4
Total	100%

Pour les bénéficiaires des toilettes de déshydratation à séparation d'urine, les critères de sélection pondérés comme suit :

Tableau 6 : Critères de sélection des bénéficiaires des TDSU

Nature de critère	Pondération en %
Manque de toilette	20
Besoin d'engrais (chimiques)	16
Approvisionnement faible en eau	1
Disponibilité d'un site pour une toilette	13
Intérêt à la toilette à séparation	17
Acceptation de visites (chercheurs, ONG, bailleurs de fonds)	11
Accessibilité facile du site de la toilette pour visites	7
Français parlé dans la famille	1
Possibilité d'avoir un jardin/champ de démonstration	10
Aptitude pour un projet eaux grises	4
Total	100%

- Les familles retenues parmi les 24 ménages enquêtés sont en nombre de (Voir annexe C) :
 - 12 sont qualifiées pour une toilette de déshydratation à séparation d'urine et pour un système eaux grises
 - 2 sont qualifiées pour un projet biogaz
- 2 écoles dépourvues de toilettes sont proposées

III.2.2 Discussions

Nous avons fortement noté que les ménages non assainis sont concernés à la fois par le recours à un assainissement moins coûteux et simple correspondant aux TDSU. Alors que les ménages assainis ne sont concernés que par la partie relative à la récupération du biogaz et la réutilisation des eaux épurées et produits générés dans l'agriculture.

Identification des usagers

Le village de Dayet Ifrah situé à un peu plus de 20 km de la ville d'Ifrane, compte une population de 1500 habitants. Malgré la proximité de la ville, ce village reste confronté à des problèmes de manque d'infrastructures, parmi lesquels l'insuffisance d'infrastructures d'évacuation des excréta selon la réglementation en vigueur.

Le village compte très peu de toilettes. Déjà, 11 sur les 24 enquêtés n'en disposent pas. Celles existantes sont des puits perdus non réalisés dans les règles de l'art. Ces toilettes du type traditionnel après leur remplissage ont été abandonnées par leurs bénéficiaires au profit d'une autre à creuser à côté comme option privilégiée pour la défécation.

La présente recherche ecosan à Dayet Ifrah a par conséquent rencontré l'assentiment de la majorité de la population du village, et il a fallu user de stratégies pour l'identification des bénéficiaires pilotes des ouvrages expérimentaux.

La sagesse des membres de l'association et la collaboration du Cheikh nous ont orienté dans l'attribution des ouvrages. Ainsi, il est revenu à cette association et au cheikh d'identifier les ménages qui bénéficieront des lots pilote de toilettes ecosan.

Caractéristiques et profil des usagers

L'appellation « usager » peut être attribué à l'ensemble des membres du ménage bénéficiaire de la toilette pilote. Sont aussi des usagers, les membres de la grande famille et tous ceux qui, le jour de souk, utilisent la toilette.

Notre analyse concerne beaucoup plus les bénéficiaires directs de la toilette, c'est-à-dire les membres permanents des familles attributaires.

Les TDSU sont attribués à 12 habitations dépourvues d'assainissement et qui défèquent en majorité dans la nature, aux deux écoles non assainies.

Les ouvrages de biogaz sont attribués aux 2 habitations après classement total en fonction entre autres du nombre de vaches et de la disponibilité de l'eau en quantité suffisante.

Réactions des usagers

Les rencontres de planification et d'échange en début du mois d'Avril 2009 ont suscité un intérêt manifeste de la population de pouvoir obtenir une toilette ecosan mais en phase pilote pour se rapprocher davantage de la technologie, ses atouts et ses points forts avant de se prononcer sur sa généralisation.

Les avantages liés à l'utilisation des boues hygiénisées dans l'agriculture et du biogaz dans la cuisine étaient timidement acceptés car la réserve était de rigueur, suite à la méconnaissance de la nouvelle technologie.

Les informations que nous avons fournies étaient analysées en relation avec les pratiques et connaissances empiriques des bénéficiaires éparpillés dans le monde (Inde, Viet Nam, Suède...).

A signaler que l'utilisation des excréta d'animaux dans l'agriculture à Dayet Ifrah relève des temps anciens, et la pratique d'épandage était courante pour favoriser la fertilisation des champs.

Cependant, quelques habitants demandaient quelles seront les manipulations utiles pour acheminer les produits hygiénisés et valorisés à destination des champs.

Cette crainte a été accrue en considérant que les urines contrairement aux excréta ne constituaient pas un produit à valeur nutritive du point de vue agricole, mais plutôt étaient considérées comme un produit toxique, trop potassées et nuisible à l'homme.

Ainsi nous proposons d'attendre les résultats des premiers essais après réalisation des toilettes pilotes pour être convaincu que les produits de ces toilettes constituent un bon fertilisant pour les champs. La facilité de la manipulation des boues et des urines telle que expliqué est un facteur motivant, et les ménages sont aussi prêts à consommer les produits agricoles et maraîchers traités avec les produits ecosan.

D'ici là, la majorité des ménages confirment qu'ils accepteront utiliser les urines des 14 bénéficiaires pour fertiliser leurs champs mais à condition que ceux-ci acceptent livrer gratuitement leurs bidons d'urines à autrui.

Justification du degré d'utilisation

Le besoin ou la curiosité de disposer de boues stabilisées et de biogaz motivent les usagers à une utilisation régulière des toilettes. Cette utilisation se justifiera également par le coût élevé d'acquisition du fumier qui leur parvient des zones lointaines. Ce coût a été estimé à 60 Dh la tonne du fumier ainsi que la livraison des bouteilles de butagaz à un coût presque de 60Dh à 200Dh le mois.

L'intégration des principes d'utilisation.

La défécation est un acte humain qui ne fait pas d'habitude l'objet de discussion ni d'échanges d'informations sauf si l'individu est atteint d'une maladie rendant cet acte difficile ou douloureux : c'est le cas des maladies diarrhéiques aiguës (choléra), d'hémorroïdes, etc...

La transmission des informations relatives au principe de séparation des urines des excréta et la procédure d'aspersion de la cendre ou de la sciure sur le «débarras» faisait au début du projet, un peu clown pour les villageois :

« Comment séparer deux choses qui vont toujours ensemble ? Et comment jeter un regard après avoir déposé cette matière nauséabonde pour lui ajouter de la cendre ? »

La journée de sensibilisation du 9 Mai 2009 a donné son fruit. En effet, les démarches participatives étant basées sur l'imagerie, des supports ont alors été conçus pour appuyer les messages sur l'utilisation adéquate des toilettes ecosan.

Ces supports ont favorisé une meilleure compréhension de la procédure d'utilisation des toilettes et les bénéficiaires affirment en majorité disposer de toutes les informations utiles sur le concept.

III.3 PREMIERES SIMULATIONS DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES ECOSAN

A signaler que les simulations développées ci-après sont données sommairement. Un calcul approfondi sera poursuivi pendant les prochaines étapes lorsque toutes les données nécessaires seront disponibles. La mise en forme définitive du dimensionnement sera faite sous l'assistance technique des experts prévus d'être engagés par la GTZ.

III.3.1 Ouvrages de production de biogaz (Digesteur anaérobie)

A rappeler que les deux bénéficiaires retenus pour ce projet pilote sont Abelghouch Mohamed et Lhouarri Mohamed.

III.3.1.1 Hypothèses et données

a- Quantité de production unitaire d'excréta

La quantité de production unitaire d'excréta dépend du type d'individu (Homme ou animal). De plus, on est intéressé dans ce qui suit des excréta d'animaux ramassés dans les écuries.

Tableau 7: Quantité unitaire d'excréta produite

Désignation	Quantité d'excréta produite [kg/individu/jour]	Stabulation [%]	Source
Personne	1.5	-	estimation
Vache	25	50%	(Wauthélet et al. 1996)
Veau	10	50%	(Wauthélet et al. 1996)
Ane	10	50%	estimation
Cheval	20	50%	estimation
Mouton	5	50%	estimation
Chèvre	5	50%	estimation

b- Nombre de producteurs d'excréta

On note :

- Producteurs avec présence permanente : Personnes, vaches, veaux, ânes, chevaux
- Producteurs avec présence temporaire : moutons et chèvres.

La durée de présence temporaire de moutons et chèvres est fixée à **70 jours/an**. C'est la période d'élevage en préparation de vente à l'occasion d'Aid El Kebir.

Tableau 8 : Nombre de producteurs d'excréta ayant une présence permanente par bénéficiaire

	Personnes	Vaches	Veaux	Anes	Chevaux
Abelghouch Mohamed	6	4	0	1	1
Lhouarri Mohamed	17	8	0	3	0

Tableau 9: Nombre de moutons et chèvres présent temporairement

	Moutons	Chèvres
Abelghouch Mohamed	80	40
Lhouarri Mohamed	0	0

c- Temps de séjour dans le digesteur est estimé à 80 jours (F.A.O, 2006)

d- Production unitaire de biogaz à Dayet Ifrah.

La production du biogaz dépend de la température dans le digesteur. Celle-ci correspond à la température ambiante élevée de 4 °C (F.A.O, 2006).

Tableau 10: Production unitaire de biogaz

Désignation	Valeur	Source
Température moyenne annuelle [°C]	12	(voir tableau 4)
Production de biogaz à la température moyenne [l/kg bouse/jour]	15	Wauthelet et al. (1996) : Figure 8
Température minimale dans le digesteur [°C]	5	(F.A.O, 2006)
Production de biogaz à la température minimale [l/kg bouse/jour]	5	Estimation
Température maximale dans le digesteur [°C]	25	(F.A.O, 2006)
Production de biogaz à la température maximale [l/kg bouse/jour]	35	Wauthelet et al. (1996) : Figure 8

Bouse = excréta animal

e- Facteur de substitution de butane par le biogaz (Wauthelet et al., 1996 : Figure 9)

- o 1 m3 biogaz = 0.44 kg butane
- o 1 kg butane = 2.27 m3 biogaz

f- Densité du butane liquide = 579 kg/m3 à 20 °C .

g- Prix du gaz selon les prix en vigueur

- o Grande bouteille (21 l) : 42 DH
- o Petite bouteille (12 l) : 10 DH

III.3.1.2 Dimensionnement du volume des digesteurs des deux bénéficiaires

Le dimensionnement tient compte de la présence ou non des moutons et des chèvres.

Tableau 11: Volume du digesteur (Wauthelet et al. (1996))

	Abelghouch Mohamed	Lhouarri Mohamed
<i>a- Volume d'excréta en absence de moutons et chèvres</i>		
Volume total de bouse Vt [kg/jour]	74.0	140.5
Volume d'alimentation Va = 2 x Vt [l/jour]	148.0	281.0
Volume utile de digestion Vu [m3]	11.8	22.5
<i>b- Volume d'excréta tenant compte de la présence temporaire des moutons et chèvres</i>		
Volume total de bouse Vt [kg/jour]	374.0	140.5
Volume d'alimentation Va = 2 x Vt [l/jour]	748.0	281.0
Volume utile de digestion Vu [m3]	59.8	22.5

Tableau 12 : Besoin en consommation de gaz

	Abelghouch Mohamed	Lhouarri Mohamed
Nombre de grandes bouteilles par mois	2.0	2.7
Nombre de petites bouteilles par mois	7.0	8.0
Dépenses pour gaz (DH par mois)	160.0	200.0
Dépenses pour gaz (DH par jour)	5.3	6.7
Consommation gaz par mois (l)	126.0	152.0
Consommation gaz par mois (kg)	73.0	88.0
Equivalent en biogaz par mois (m3)	165.8	200.0
Equivalent en biogaz par jour (m3)	5.5	6.7

Sans moutons et chèvres

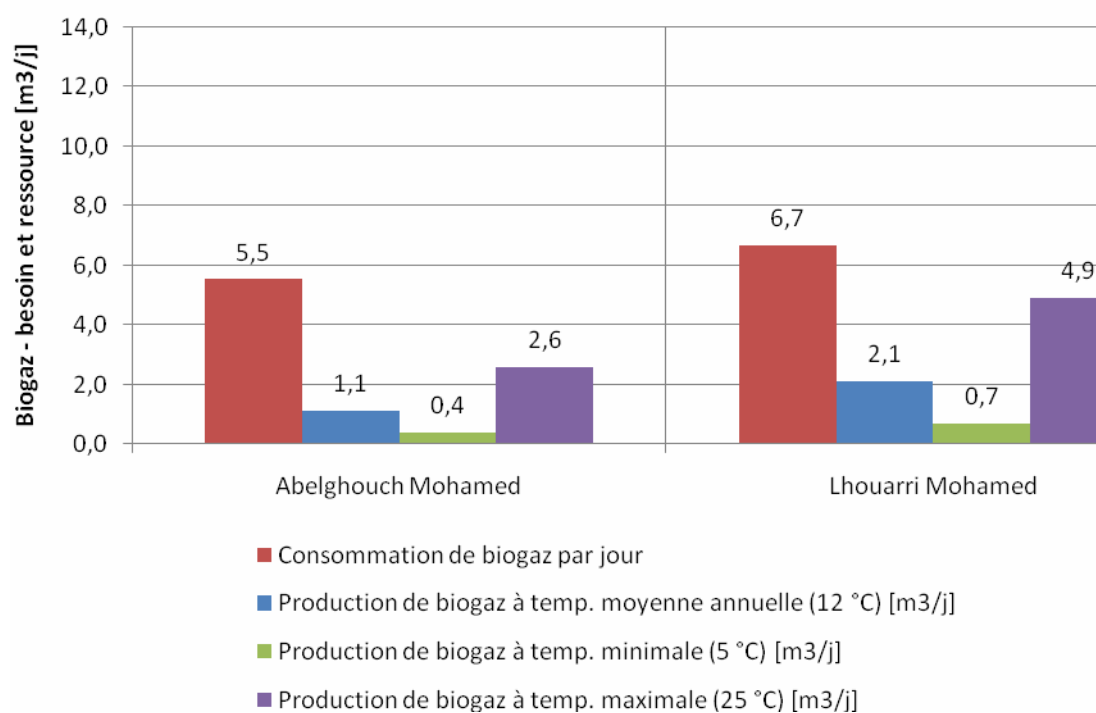


Figure 17 : Besoin/ressource en biogaz sans moutons ni chèvres

Dans ce cas, la production en biogaz ne peut pas satisfaire le besoin en butane des bénéficiaires (selon les estimations préliminaires).

La moitié des besoins pourrait être satisfaite à la température 25°C.

Avec moutons et chèvres temporairement

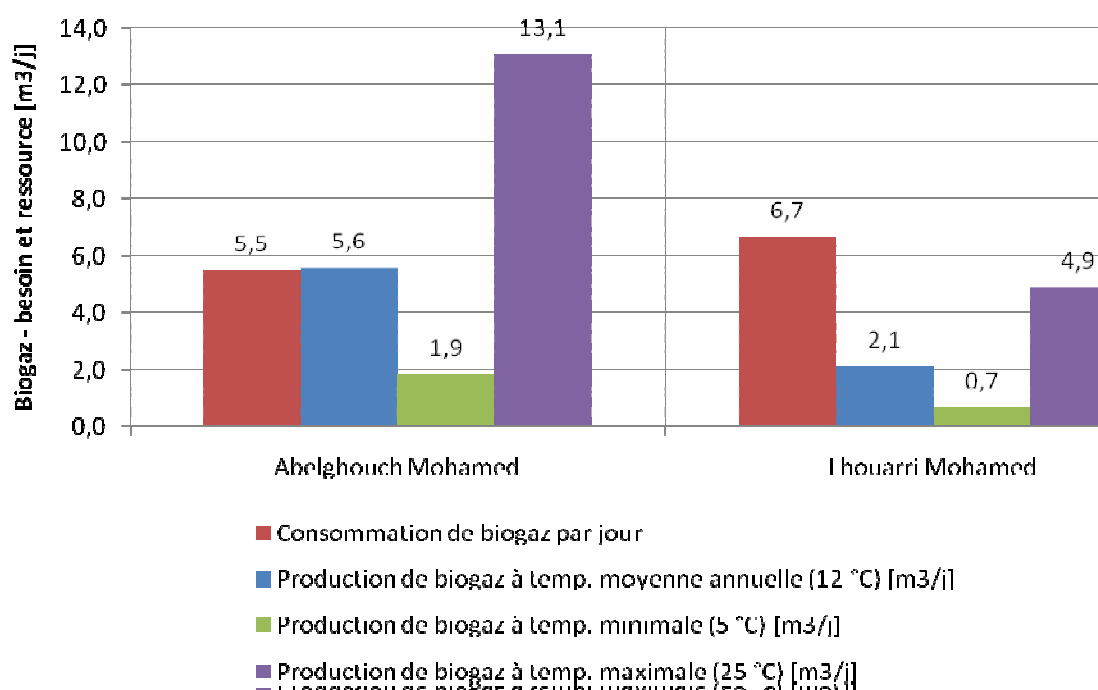


Figure 18 : Besoin/ressource en biogaz avec moutons et chèvres temporairement

Dans ce cas, la production en biogaz dépasse le besoin en gaz de la famille Abelghouch aux températures 12 et 25°C.

La production chez la famille Lhouari n'a pas changé car celle-ci ne possède jamais de chèvres ni de moutons.

III.3.1.3 Analyse économique de la production de biogaz

a- Analyse sans présence de moutons et chèvres

Tableau 13: Valeur économique de production du biogaz sans présence de moutons ni chèvres

	Abelghouch Mohamed	Lhouari Mohamed
Production de biogaz par jour à température moyenne annuelle (12 °C) [m3]	1.1	2.1
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	20.1	31.6
Valeur économique [DH/j]	1.1	2.1
Production de biogaz par jour à température minimale (5 °C) [m3]	0.4	0.7
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	6.7	10.5
Valeur économique [DH/j]	0.4	0.7
Production de biogaz par jour à température maximale (25, °C) [m3]	2.6	4.9
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	46.9	73.8
Valeur économique [DH/j]	2.5	4.9

Sans moutons et chèvres

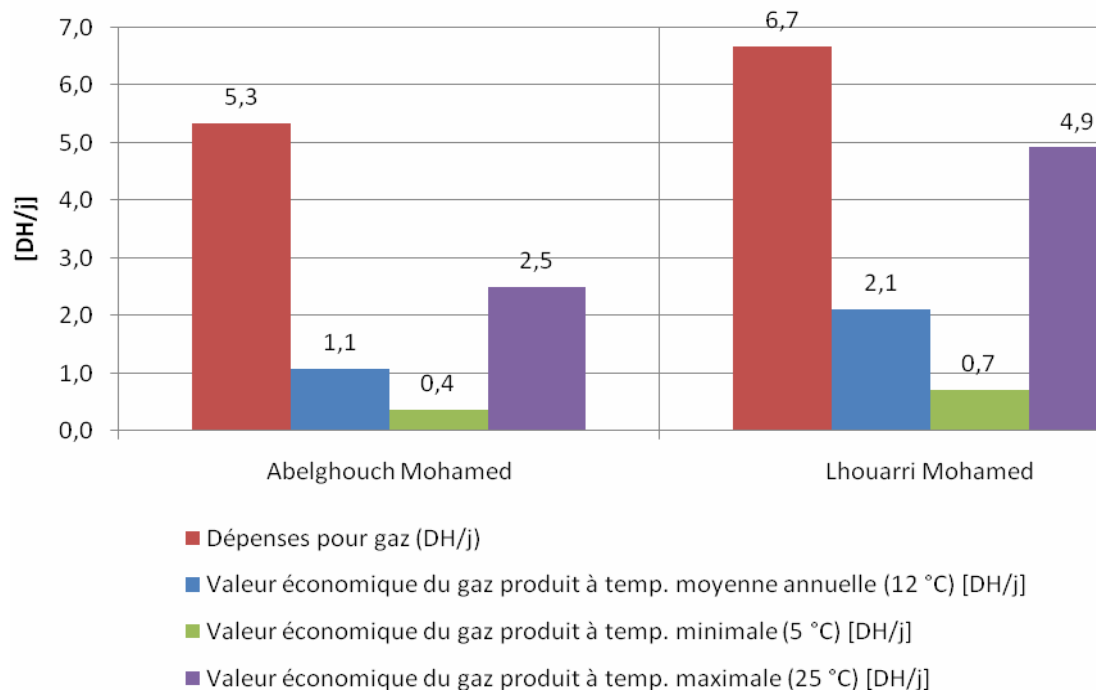


Figure 19 : Valeur économique de production du biogaz sans moutons ni chèvres

On remarque qu'un gain de moitié à la température 12 et 25°C a été enregistré. Economiquement parlant, les deux familles auront à épargner entre 75 et 147 DH par mois à 25°C.

7,5% à 73% d'épargne chaque mois a été enregistré en passant de 5°C à 25°C.

b- Analyse tenant compte de la présence temporaire des moutons et chèvres

Tableau 14 : Valeur économique de production du biogaz avec présence temporaire de moutons et chèvres (seul la fraction dont a besoin le bénéficiaire a été pris en considération dans l'analyse économique)

	Abelghouch Mohamed	Lhouari Mohamed
Production de biogaz par jour à temp. moyenne annuelle (12 °C) [m3]	5.6	2.1
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	101.5	31.6
Valeur économique [DH/j]	5.3	2.1
Production de biogaz par jour à temp. minimale (5 °C) [m3]	1.9	0.7
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	33.8	10.5
Valeur économique [DH/j]	1.8	0.7
Production de biogaz par jour à temp. maximale (25 °C) [m3]	13.1	4.9
Pourcentage du besoin journalier moyen [%]	236.8	73.8
Valeur économique [DH/j]	5.3	4.9

Avec moutons et chèvres temporairement

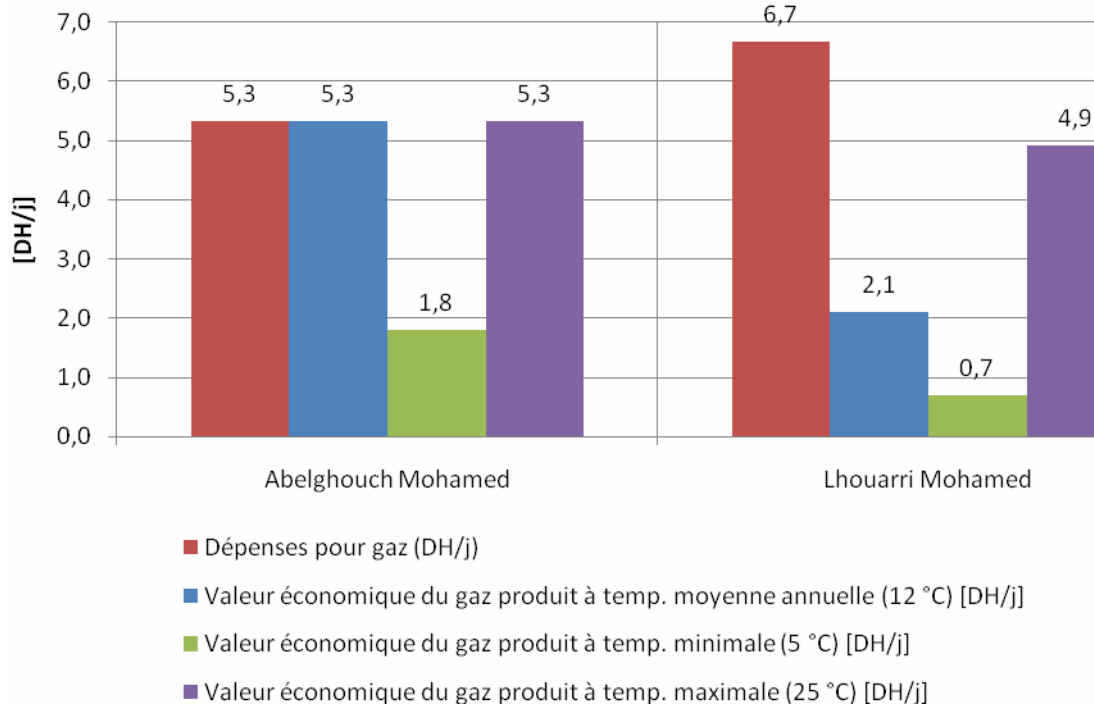


Figure 20 : Valeur économique de production du biogaz avec présence temporaire de moutons et chèvres

Comme la production du biogaz est intimement liée à la température et à la quantité des excréta produite, un gain économique semble être relativement important chez la famille d'Abelghouch (A part pour la température 5 °C).

147 DH/mois à 160 DH/mois en terme de réutilisation de biogaz en cuisine a été enregistré à 25 °C.

III.3.2 Fosses et bidons d'urine des TDSU

Dans cette partie, on procédera au dimensionnement des fosses et bidons des bénéficiaires (12 familles et 2 écoles) tels que retenus auparavant.

III.3.2.1 Hypothèses et données

a- Familles

Tableau 15 : Diverses hypothèses sur le dimensionnement des fosses des familles

Désignation	Valeur	Source	Observations
Volume des bidons à collection d'urine [l]:	20		
Taux de fréquentation de la toilette [%]	100%		
Taux d'accumulation de fèces [m3/pers./an]	0,05	(WECEF, 2008)	
Taux d'accumulation d'urine [l/pers./jour]	1,5		Estimation
Temps de séjour des fèces dans la fosse [an]	1		
Facteur de sécurité pour le taux d'accumulation de matière dans la fosse	1,2		Augmentation dû à l'ajout de la cendre, de la sciure, du papier, ...
Rapport de remplissage des fosses	75%	(Snel et al., 2002)	
Temps maximal de stockage de l'urine pour optimisation d'utilisation [jours]	120		Estimation. Pas de réutilisation pendant les mois 11 à 2 pendant l'hiver

b- Ecoles

Tableau 16 : Diverses hypothèses sur le dimensionnement des fosses des écoles

Désignation	Valeur	Source	Observations
Volume des bidons à collection d'urine [l]:	20		
Taux de fréquentation de la toilette pendant les jours de classe	50%		
Taux de fréquentation de l'école	58%		Estimation : 7 mois sur 12
Pourcentage des filles et garçons qui utilisent les toilettes pour défécation	10%	(Snel et al., 2002)	Pendant la présence des élèves en classe.
Taux d'accumulation de fèces [m3/élève/an]	0,035		Estimation
Taux d'accumulation de fèces [m3/instituteur/an]	0,05	(WECF, 2008)	
Taux d'accumulation d'urine [l/élève/jour]	1		Estimation
Taux d'accumulation d'urine [l/instituteur/jour]	1,5		Estimation
Temps de séjour des fèces dans la fosse [an]	1		
Facteur de sécurité	1,2		Augmentation dû à l'ajout de la cendre, de la sciure, du papier, ...
Rapport de volume de remplissage des fosses	75%	(Snel et al., 2002)	
Temps minimal de stockage de l'urine pour l'hygiénisation [jours]	180	(WHO, 2006)	
Nombre maximal d'élèves par classe	40		Estimation
Nombre de classes par école	2		
Nombre d'instituteurs par classe	1		
Pourcentage garçons	60%		Estimation
Pourcentage filles	40%		Estimation
Types d'école	Primaire		

Tableau 17 : Nombre de personnes par installation sanitaire (I.S)

Désignation	Valeur	Source
Instituteur	1 I.S pour 40	(Snel et al., 2002)
Filles	1 I.S pour 40	
Garçons (toilettes)	1 I.S pour 80	
Garçons (urinoirs)	1 I.S pour 50	

III.3.2.2 Dimensionnement des fosses et collecte d'urine

Formule de base

Le volume utile (V_u) des fosses a été déterminé par la formule : $V_u = B \times N \times T \times F$ (TANDIA.C.T, 2006)

B = taux d'accumulation des fèces en $m^3/pers./an$

N = nombre de personnes par ménage/école (taille de la famille/école).

T = temps de séjour des fèces en an. Ce temps tient compte du temps de destruction des germes pathogènes (temps d'hygiénisation). Nous avons considéré la valeur d'hypothèse de 1 an.

F = taux de fréquentation de la toilette. Dans le cas des toilettes familiales où elles sont utilisées régulièrement sur toute l'année, $F=1$

Les dimensions sont déterminées à partir de la formule :

$$V_u = H_u \times L_u \times l_u$$

H_u = hauteur utile

L_u = longueur utile

l_u = largeur utile

Tableau 18 : Nombre d'utilisateurs de toilette

Nom de la famille/ecole	Ahnouch	Jane	Ferhaoui	Bajdid	Ahnouch	Akhdoul	Abelghouch	Attar	Khaled	Laaroussi	Bousrghin	Aradad	Taghelast	Erregada
Nombre d'utilisateurs de toilette	6	5	14	11	7	7	10	9	3	5	5	4	82	82
Nombre de filles													32	32
Nombre de garçons													48	48

Tableau 19 : Production d'urine

Nom de la famille/ecole	Ahnouch	Jane	Ferhaoui	Bajdid	Ahnouch	Akhdoul	Abelghouch	Attar	Khaled	Laaroussi	Bousrghin	Aradad	Taghelast	Erregada
Production d'urine [l/jour]	9	7,5	21	16,5	10,5	10,5	15	13,5	4,5	7,5	7,5	6	41,5	41,5
Production d'urine [l/an]	3285	2737,5	7665	6022,5	3832,5	3832,5	5475	4927,5	1642,5	2737,5	2737,5	2190	8836	8836
Production d'urine [20l-bidon/jour]	0,45	0,38	1,05	0,83	0,53	0,53	0,75	0,68	0,23	0,38	0,38	0,30	2,1	2,1
Production d'urine [20l-bidon/an]	164	137	383	301	192	192	274	246	82	137	137	110	442	442
Fréquence de vidange de 20l-bidon [jour]	2,2	2,7	1,0	1,2	1,9	1,9	1,3	1,5	4,4	2,7	2,7	3,3	0,48	0,48
Volume de stockage individuel [l]	1080	900	2520	1980	1260	1260	1800	1620	540	900	900	720	7470	7470

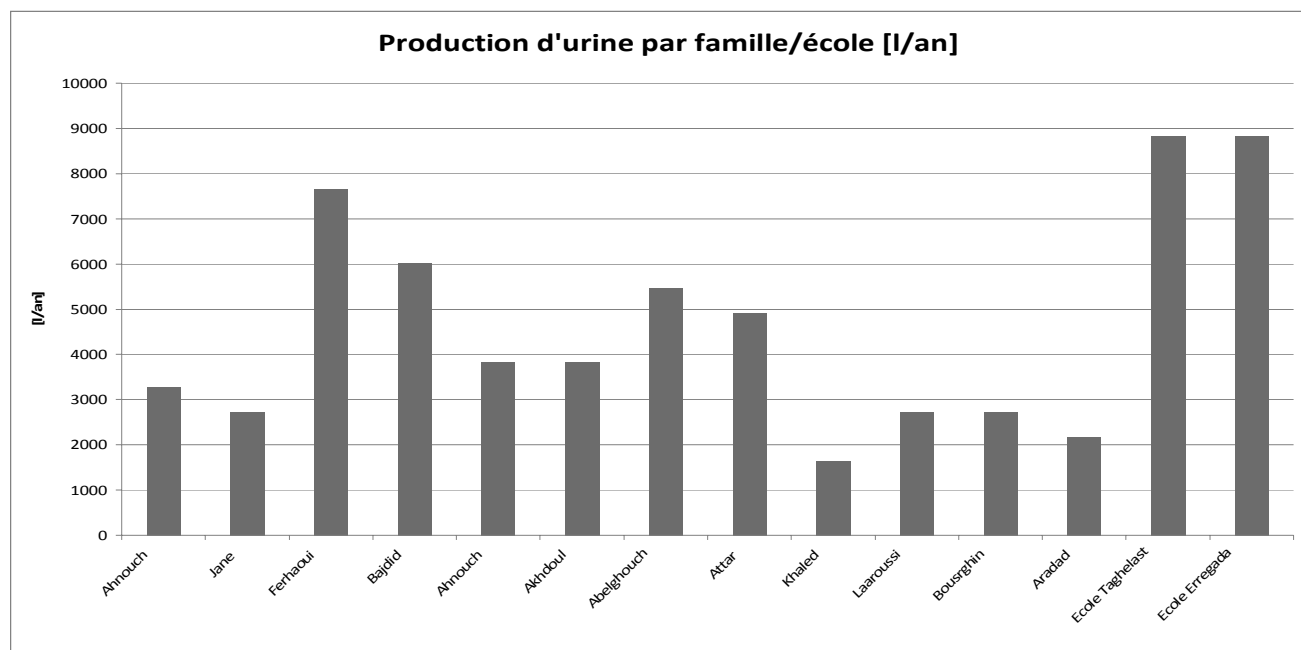


Figure 21 : Production d'urine par famille/école

La valeur minimale de production d'urine est 1642,6 l/an.

La valeur maximale de production d'urine est 7665 l/an

Tableau 20 : Dimensionnement de la fosse

Nom de la famille/ecole	Ahnouch 1	Jane	Ferhaoui	Bajdid	Ahnouch 2	Akhdoul	Abelghouch	Attar	Khaled	Laaroussi	Bousrghin	Aradad	Taghelast	Erregada
Volume de fèces produit [m3/an]	0,3	0,25	0,7	0,55	0,35	0,35	0,5	0,45	0,15	0,25	0,25	0,2	0,1925	0,1925
Volume de fèces produit [l/an]	300	250	700	550	350	350	500	450	150	250	250	200	192,5	192,5
Volume de fèces + cendre (ou sciure) produit [m3/an]	0,36	0,3	0,84	0,66	0,42	0,42	0,6	0,54	0,18	0,3	0,3	0,24	0,231	0,231
Volume théorique de la fosse [m3]	0,48	0,4	1,12	0,88	0,56	0,56	0,8	0,72	0,24	0,4	0,4	0,32	0,308	0,308
Hauteur utile [m]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Surface théorique de la fosse [m2]	0,96	0,8	2,24	1,76	1,12	1,12	1,6	1,44	0,48	0,8	0,8	0,64	0,616	0,616
Surface théorique de la dalle [m2]	1,92	1,6	4,48	3,52	2,24	2,24	3,2	2,88	0,96	1,6	1,6	1,28	1,232	1,232
Largeur de la dalle à retenir [m]	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Longueur théorique de la dalle [m]	1,2	1	2,8	2,2	1,4	1,4	2	1,8	0,6	1	1	0,8	0,77	0,77
Longueur à retenir [m]	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Surface de la dalle à retenir [m2]	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Volume des 2 fosses à retenir [m3]	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Période de remplissage d'une fosse [an]	2,50	3,00	1,07	1,36	2,14	2,14	1,50	1,67	5,00	3,00	3,00	3,75	3,90	3,90
Taux de remplissage après 1 an	40%	33%	93%	73%	47%	47%	67%	60%	20%	33%	33%	27%	26%	26%

Tableau 21 : Besoin d'installations aux écoles

	Ecole 1	Ecole 2
	Taghelast	Erregada
Toilettes filles	1	1
Toilettes garçons et instituteurs	1	1
Urinoirs(*)	1	1

(*) : On propose de placer l'urinoir dans la cabine où se trouve la fosse inutilisée.

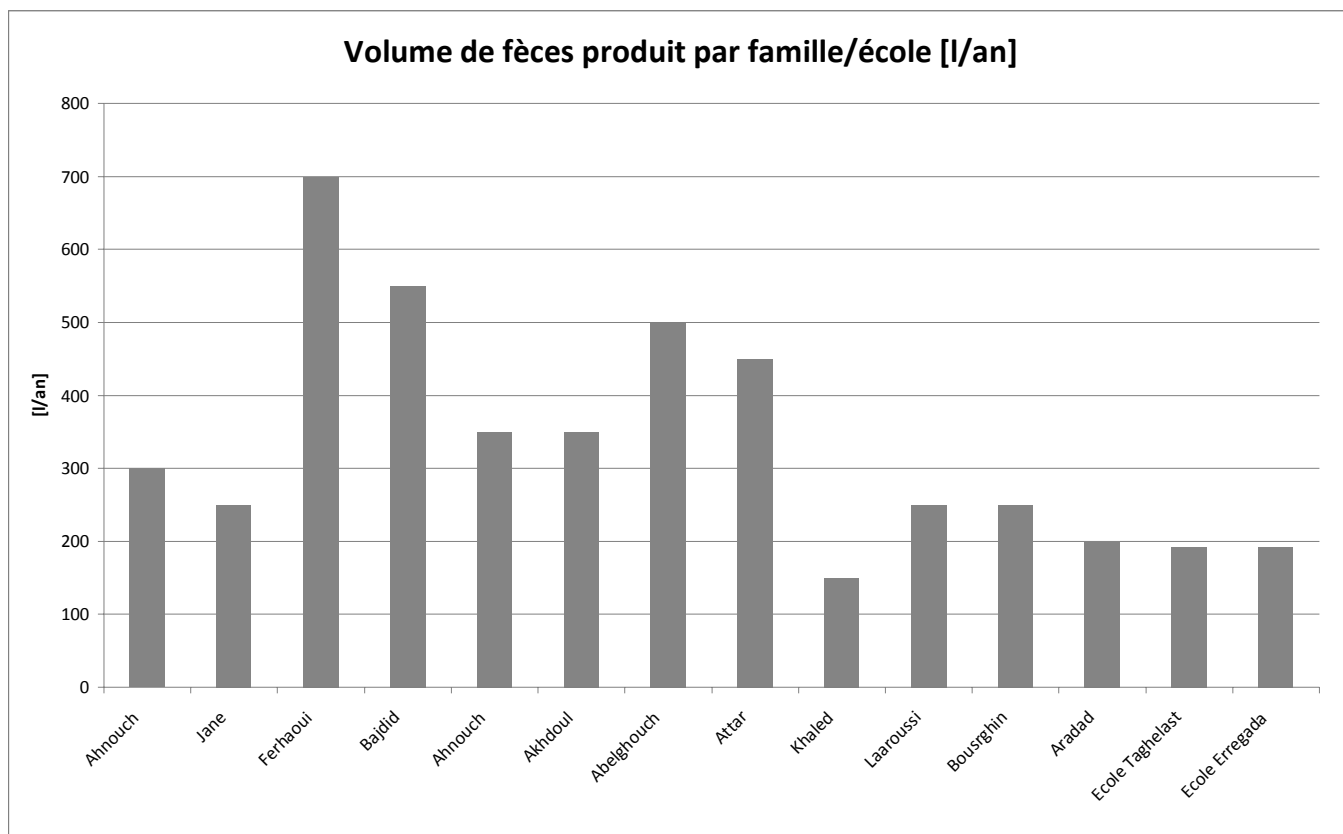


Figure 22 : Volume de fèces produit par famille/école

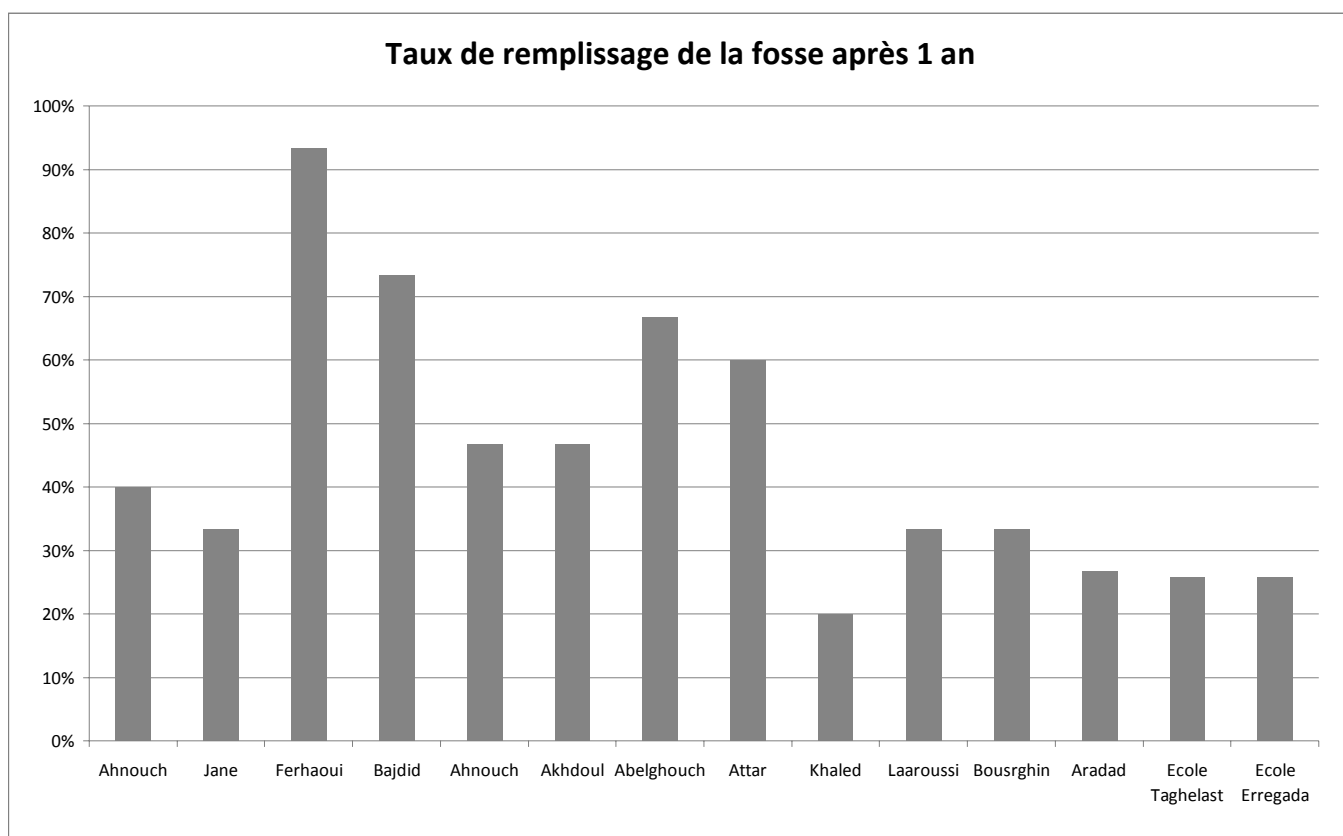


Figure 23 : Taux de remplissage de la fosse après 1 an

Aucune fosse n'est remplie à 100% à l'écoulement d'une année. Ce qui montre que nos fosses sont bien dimensionnées.

IV. Conclusion générale

L'introduction du concept d'assainissement écologique à Dayet Ifrah s'est fait avec succès dans sa phase de sensibilisation. Maintenant, la demande est fortement exprimée. L'acceptation de l'utilisation de l'urine et des matières fécales hygiénisées comme fertilisant en agriculture et la récupération du biogaz et son utilisation domestique a été enregistrée. De plus, les populations manifestent une forte adhésion au projet. Ce qui constitue le facteur dynamisant de l'adoption du concept ecosan. Ces résultats ont été obtenus grâce à la sensibilisation de proximité et de masse qui a permis de renforcer la capacité de perception de la population dans l'approche ecosan.

V. Recommandations

Après avoir achevé cette 1^{ère} phase, nous recommandons ce qui suit :

- Le programme de sensibilisation doit être développé en continu auprès de la population de Dayet Ifrah et auprès des agriculteurs pour la réussite du projet. Cette réussite évitera de créer un

antécédent d'échec et de polémique indésirable concernant l'introduction pour la 1^{ère} fois au Maroc du système ecosan.

- Cette sensibilisation doit s'étaler aussi sur les élèves des trois (3) écoles pour les faire adhérer dans un projet de développement durable.
- Le législateur marocain doit reconnaître l'approche ecosan comme un moyen combiné d'assainissement autonome et de réutilisations des excréta humains. Il doit considérer ces déchets comme ressources naturelles renouvelables (fertilisants, Biogaz...) et une loi sur cette question doit voir le jour.
- L'approche ecosan devrait être généralisée dans l'ensemble des localités rurales marocaines où on pourrait combiner l'importance de l'ecosan en tant qu'un système performant d'assainissement des eaux avec récupération des sous produits valorisables (engrais, biogaz...).
- En ce qui concerne l'entretien et l'exploitation des ouvrages d'assainissement écologique (vannes et grises), nous proposons qu'ils soient assurés :
 - Par l'AUE existante dont le renforcement des capacités de gestion étendues à l'activité assainissement est à prévoir.
 - Par une micro-entreprise de gestion, habilitée et formée à la gestion des installations ecosan et la réutilisation de leurs sous-produits en particulier le système biogaz, Le revenu pourrait être composé de la rémunération auprès des habitations en contrepartie du service rendu et aussi des éventuelles ventes des produits hygiénisés aux agriculteurs intéressés par la réutilisation de ces produits.
 - Par l'utilisateur lui-même, qui se charge de vider sa fosse. Cet entretien est sans risque surtout pour les toilettes à double fosse, qui assurent un résidu inoffensif pour la santé.
- Encourager la recherche et développement dans le domaine de l'assainissement écologique en particulier dans des régions froides.
- Activer la mise en place du laboratoire rural prévu à Dayet Ifrah d'une part pour analyser l'eau du forage et confirmer que sa qualité est conforme aux normes de potabilité en vigueur et d'autres part pour pouvoir effectuer dans l'avenir après réalisation des projets pilotes, les analyses au niveau de l'ensemble des ouvrages ecosan pour le suivi de la qualité hygiénique et sanitaire des excréta valorisables.

VI. Perspectives

Après cette phase de sensibilisation, de diagnostic et d'identification des bénéficiaires du projet pilote ecosan ainsi que les premières estimations du dimensionnement des installations et de l'analyse économique préliminaire, il est prévu de poursuivre l'étude notamment en ce qui concerne :

- Discussion des solutions proposées avec les familles choisies pour finaliser et approfondir le questionnaire ;
- Collecte de données techniques pour le dimensionnement des ouvrages ;
- Etude d'assainissement avec production de biogaz et études de techniques de traitement des eaux grises avec des experts internationaux de biogaz. A ce sujet, des discussions ont été déjà démarrées avec M. MARC WAUTHLET. Un projet de TdR a été élaboré (Voir annexe E)
- Dimensionnement approfondi des ouvrages ;
- Estimation du coût du projet ;
- Recherche de financements auprès des bailleurs des fonds;
- Construction et mise en œuvre des systèmes
- Suivi régulier du fonctionnement des installations à des fins de corrections techniques
- Assurer les analyses des excréta humains des bénéficiaires pour le suivi quantitatif et qualitatif du traitement des déchets en collaboration avec les services laboratoire de l'ONEP et l'équipe du laboratoire rural prévu à Dayet Ifrah avec le concours UNESCO.
- Sensibiliser les agriculteurs sur la réutilisation des excréta hygiénisés (urine et fèces) dans l'agriculture.

Références bibliographiques

- Adissoda.Y, Guillibert.P, Oldenburg.M (2004). Assainissement écologique, mode d'emploi.
- Agence de l'eau, (2005) : Macrophytes et traitement des eaux, version n° 1.
- BIRD, (2005), Guide pour l'assainissement liquide des douars marocains
- CREPA, (2005) : Assainissement Ecologique à Burkina Faso.
- Diener et Morel (2006): Greywater management in low and middle-income countries.
- DRPE, (2009) : Direction de recherche et de planification des eaux au SEEE.
- El Kasmi.A, (2009) : Rapport inédit sur le développement durable à Dayet Ifrah initié par la Chaire UNESCO et l'Université Al Akhawayne.
- Esrey.S, Gough.J , Rapaport.D, Sawyer.R, Mayling.S-H, Vargas.J (1998). Assainissement écologique traduit en français par Pari Zarrabi.
- F.A.O, (2006) : Biogas technologie : A training manual for extenssion, NEPAL
- Service météorologique au SEEE, (2009) : Information recueillie le 13 Juillet 2009.
- Snel, Mariëlle, Ganguly, Sumita and Shordt, Kathleen (2002). School Sanitation and Hygiene Education – India: Resource Book. Delft, the Netherlands, IRC International Water and Sanitation Centre. (Technical Paper Series; no. 39). 268 p.
- Stoll, U. & Schonewald, B. 2003. Integrated management of water resources in projects of German financial cooperation. Paper presented at the 2nd International Symposium on Ecological Sanitation, 7-11 April, Lubeck, Germany.
- TANDIA. C. T, (2006), volet technique de l'ecosan, Burkina Faso, CREPA.
- TANDIA. C.T, (2006), volet hygiène/santé de l'ecosan, Burkina Faso, CREPA
- Tanguay.F, (2007). *Petit manuel d'auto-construction*, éditions de Mortagne.
- Wauthélet M., Amahrouch A. et Achab A. (1996): Guide de construction et d'utilisation des installations biogaz. 3ème edition. Programme Spécial Energie. Volet Energie. Marrakech: GTZ/CDER/ORMVASM.
- WECF, (2008): Safe and profitable toilets. A solution for health and wealth. Urine diverting toilets.
- WECF, (2008): Safe and profitable toilets. A solution for health and wealth. Urine diverting toilets.
- Werner.C, (2009), Rapport inédit sur l'atelier de sensibilisation et de formation à Ifrane, Janvier 2009, représentation technique de la GTZ à Rabat.
- Werner.C, (2004), Environnement and Infrastructure sector project ecosan Lübeck, Germany

- Werner.C, (2008), développements internationaux envers un assainissement écologique et durable : 2008 année de l'assainissement.
- WHO, (2006): Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume IV - Excreta and Greywater Use in Agriculture.