



RN BÉNIN

**CENTRE REGIONAL POUR L'EAU POTABLE
ET L'ASSAINISSEMENT A FAIBLE COUT
REPRESENTATION NATIONALE**

01 B.P : 4392 RECETTE PRINCIPALE
TEL : (229) 21 31-10-93 FAX : (229) 21 31-10-93
E.MAIL : crepabenin@yahoo.fr **R BENIN**

VOLET HYGIENE ET SANTE



Prélèvement des matières fécales



Emplacement du bidon d'urine
des latrines ECOSAN

**CONNAITRE ET PREVENIR
LES RISQUES SANITAIRES EN
ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE**

**(A l'usage des chercheurs, des étudiants, des
techniciens et usagers du CREPA-Bénin)**

VOLET HYGIENE ET SANTE

CONNAITRE ET PREVENIR LES RISQUES SANITAIRES EN ASSAINISSEMENT ECOLOGIQUE

(A l'usage des chercheurs, des étudiants,
des techniciens et
usagers du CREPA-Bénin)

Ont Collaboré à la réalisation :
YADOLETON Malomon. Jean
DJIDONOU Clotilde

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	7
1. Assainissement Ecologique (ECOSAN)	
1.1-Stratégie de promotion de l'assainissement écologique au Bénin.	7
1.2-Principes de l'assainissement écologique	9
2- Objectifs	10
3- Risques sanitaires	10
3.1-Différents organismes présents dans les excréta	10
3.2- Différents organismes présents dans les urines	14
4. Les investigations en laboratoire	15
4.1- Méthodes	15
4.2-Matériels	15
4.3- Techniques d'analyse	15
4.3.1-Détermination de pH dans les selles	15
4.3.2-Détermination de la température des fèces en fosse	15
4.3.3-Détermination de l'azote KJELDAHL	16
4.3.4-Détermination du carbone organique	16
4.3.5-Recherche des coliformes fécaux dans l'urine et les fèces	17
4.3.6-Recherche des kystes, œufs et parasites dans les urines et les fèces	17
5. L'analyse de la situation sanitaire des bénéficiaires (cas de AGLA et de ANAGBO ont été étudiés)	18
5.1- Suivi de la variation de la température des fèces	19
5.2- Suivi de la variation du pH des fèces	20
5.3- Suivi de la variation de la teneur en azote dans les fèces	20
5.4- Suivi de la variation de la teneur en carbone	21
5.5- Suivi de la variation du taux d'azote dans les urines	22
5.6- Suivi de la disparition des germes tests fécaux dans les fèces	22
5.7-Performance du système pour la destruction des germes pathogènes	24
5.8-Manipulation/Mesures d'hygiène et de protection	24

6. Mesure de prévention	24
6.1- Description des latrines EcoSan	24
6.1.1- Caractéristiques d'EcoSan	25
6.1.2- Fonctionnement et utilisation	25
6.2- Description d'un urinoir EcoSan	26
7. Processus d'hygiénisation	26
7.1-Cas des fèces	26
7.2-Cas des urines	27
7.3-Compostage	28
8. Education pour la santé (information, éducation et communication)	28
9. Discussion des résultats	29
Conclusion	31
Références bibliographiques	32

LISTE DES SIGLES

CREPA :	Centre Régional pour l'Eau potable et l'Assainissement à faible coût
DHAB :	Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base
DPLR :	Direction de la Promotion et de la Législation Rurale
IEC :	Information, Education et Communication
INRAB :	Institut National de la Recherche Agricole du Bénin
IST :	Infections Sexuellement Transmissibles
MEP :	Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
PH :	Potentiel d'Hydrogène

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Cycle de l'Assainissement Ecologique	9
Figure 2 :	Variation de la température des fèces en fonction du temps de séjour en fosse	19
Figure 3 :	Variation du pH des fèces suivant le temps de séjour en fosse	20
Figure 4 :	Variation de la teneur d'azote dans les fèces en fonction du temps de séjour en fosse	21
Figure 5 :	Variation de la teneur carbone dans les fèces en fonction du temps de séjour en fosse	21
Figure 6 :	Variation de la teneur d'azote kjeldahl en fonction du temps	22
Figure 7 :	Disparition des coliformes fécaux dans les fèces en fosse par rapport au temps de séjour.	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Infections virales	11
Tableau 2 :	Infections bactériennes	12
Tableau 3 :	Infections parasitaires intestinales	13
Tableau 4 :	Infections Sexuellement Transmissibles (IST)	14
Tableau 5 :	Infections des fèces des utilisateurs des latrines	18

LISTES DES PHOTOS

Photo n° 1 :	Vue de face et de derrière d'une latrine ECOSAN à double fosses à plaques chauffantes	25
Photo n° 2 :	Urinoirs de type ECOSAN	26
Photo n° 3 :	Tas de fèces hygiéniques	27
Photo n° 4 :	Emplacement du bidon d'urine des latrines ECOSAN	27
Photo n° 5 :	Fabrication du compost	28

Introduction

Les besoins en terme d'assainissement dans les pays d'Afrique sont énormes. Dans ces pays, particulièrement, dans les zones rurales, les maladies d'origine fécale et celles liées à l'insalubrité représentent une proportion importante dans les tableaux de morbidité et de mortalité. La mauvaise gestion des excréta, les pratiques d'hygiène à risque et la sous-information des populations en matière d'hygiène et d'assainissement sont les principales causes de cette situation.

L'approche ECOSAN est perçue comme un moyen qui contribue à résoudre efficacement les problèmes d'assainissement, à améliorer la santé des populations par une évacuation saine des excréta, à augmenter la productivité agricole pour lutter contre la pauvreté.

1. Assainissement Ecologique (ECOSAN)

C'est un système d'assainissement des excréta humains qui vise à valoriser les urines et les fèces comme fertilisants dans la production agricole. La séparation à la source des urines et des fèces facilite un traitement nécessaire pour une réutilisation saine. Le CREPA-Bénin fait la recherche, la promotion et la formation en EcoSan dans dix-sept (17) pays d'Afrique de l'Ouest et du centre.

1.1-Stratégie de promotion de l'assainissement écologique au Bénin.

L'introduction de l'approche ECOSAN au Bénin à travers la représentation nationale du CREPA date de 2002 et a suivi quatre phases. La première phase (2002-2003) est celle de la préparation et de la formation d'une équipe ECOSAN qui a élaboré des protocoles de recherches extensives, les sites choisis pour la réalisation des ouvrages et les essais agronomiques sont le village Anagbo dans l'arrondissement de Kpanrou commune

d'Abomey-Calavi et le quartier Agla à Cotonou. Une sensibilisation des populations a accompagné cette phase.

La deuxième phase (2003-2004) est celle de la mise en œuvre de projet pilotes/recherche qui a débouché sur un forum de restitution des résultats de recherche au niveau national et sous-régional. Quant à la troisième phase (2004-2005), elle est celle de la consolidation des recherches et pré-dissémination.

La quatrième phase (2006-2010) est la phase de diffusion de l'approche avec la poursuite des recherches. Cette diffusion prend appui sur les acquis de la recherche dans tous les domaines agronomique, technique, hygiène/santé et sociologique. Elle se propose aussi de continuer la recherche au cours du passage à l'échelle. En s'inspirant des acquis de la recherche, la stratégie stipule le développement de trois actions maîtresses à savoir :

La mise en œuvre d'actions de plaidoyer, et d'information surtout à l'endroit de la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base (DHAB), de l'Institut National de Recherche Agricole du Bénin (INRAB), du Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) et de la Direction de la Promotion de la Législation Rurale (DPLR) en vue de la création d'un cadre juridique/institutionnel favorable à la promotion de ECOSAN.

Le renforcement des acteurs (professionnels du secteur et acteurs locaux), la sensibilisation assurée par les pairs, la médiatisation (TV et Radio), l'animation de champs écoles, des visites d'échanges. La professionnalisation de la filière : il s'agit ici d'appuyer les différents maillons de la filière dans le but que ces acteurs fassent d'ECOSAN leur business. Aussi s'agira-t-il surtout de créer la disponibilité des produits ECOSAN en promouvant ECOSAN à tous les niveaux, de faciliter la mise en place de groupe de collecte et de transport des produits ECOSAN reconnus, d'appuyer des producteurs agricoles potentiels ambassadeurs de ECOSAN pour la mise en place de champs ECOSAN.

1.2-Principes de l'assainissement écologique

Le principe de séparation de flux est adopté pour les latrines ECOSAN. Cela facilite le traitement et la réutilisation des déchets à travers les processus suivants : Stockage et assèchement, compostage des déchets dans les fosses bien étanches, stockage séparé des urines dans des bidons fermés ; élévation de la température et du pH ; réutilisation des sous produits hygiénisés en agriculture. La méthode d'assainissement ECOSAN est une méthode qui intègre les excréta humains dans le cycle naturel des nutriments pour en faire bénéficier les humains et l'environnement en général (Figure 1). Un humain produit environ 400 litres d'urines par année. Cette quantité d'urine contient 4kg d'azote, 0,4kg de phosphore et 0,9kg de potasse. De plus un humain produit de 25-50kg de selles annuellement. Cette quantité de selle contient 0,55kg d'azote, 0,18kg de phosphore et 0,37kg de potasse. Tous ces nutriments sont très utiles en agriculture, c'est pourquoi il est judicieux de les utiliser au lieu de s'en débarrasser comme dans le cas de l'assainissement classique. Les principes majeurs de cette méthode d'assainissement écologique sont :

- la prévention de différentes maladies d'origine fécales ;
- la considération des déchets comme des ressources et non comme des déchets nuisibles ;
- la réutilisation des excréta comme ressources valorisables dans l'agriculture ou l'horticulture ;
- la protection de l'environnement ;
- Rendre les excréta humains sains ;
- Fournir aux consommateurs des produits agricoles de bonne qualité microbiologique et parasitologique.

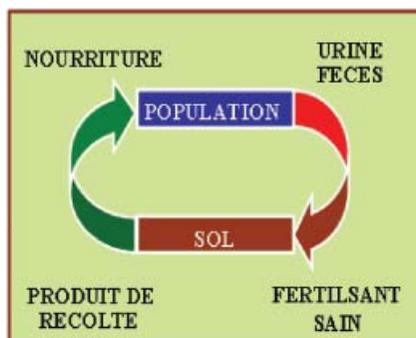


Figure 1: Cycle de l'Assainissement Ecologique

2. Objectifs

Les objectifs poursuivis sont :

- Déterminer et analyser les principales affections objet de consultation clinique dans les zones étudiées,
- Apprécier le degré d'hygiénisation des fèces en relation avec la température et le pH,
- Démontrer que la durée de stockage des excréta influe sur l'hygiénisation,
- Apprécier la qualité hygiénique du sol amendé par les excréta hygiénisés,
- Etudier l'évolution des maladies liées au péril fécal chez les bénéficiaires dans les zones du projet,
- Etudier la qualité hygiénique des produits agricoles provenant des sols amendés par les excréta hygiénisés.

3- Risques sanitaires

Les risques sanitaires liés à la mise sur pied d'un système d'assainissement écologique sont le fruit ou la conséquence des activités humaines lors de l'utilisation, de l'exploitation de leur contenu et de la consommation des produits agricoles obtenus après avoir amendé les terres de culture avec le contenu des ouvrages réalisés.

3.1-Différents organismes présents dans les excréta

Les excréta sont une cause fréquente de maladies du fait de leur teneur élevée en agents pathogènes.

Il importe de bien connaître les agents pathogènes et les maladies dont ils sont les causes pour que la conception, l'exploitation ou la modification des systèmes de recyclage n'entraînent pas une intensification de la transmission. Nous présentons dans les tableaux ci-dessous, un panorama des principaux agents pathogènes liés aux excréta par domaine d'appartenance microbiologique, les affections dont ils sont responsables, les modalités de transmission dans l'environnement et leur localisation anatomique dans l'organisme de l'homme.

Tableau 1: Infections virales

Agents pathogènes	Affections	Modalités de transmission	Localisation anatomiques
Rotavirus	Diarrhées aiguës chez les enfants de moins de 3 ans	Transmission fécale orale	Cellules matures du sommet des villosités de l'intestin grêle
Adénovirus	Voies respiratoires : diarrhées aiguës chez les enfants de moins de 3 ans	Transmission fécale orale	Cellules matures du sommet des villosités de l'intestin grêle
Calicivirus	Diarrhées aiguës chez les jeunes enfants gastro-extérites	Transmission fécale orale	Cellules matures du sommet des villosités de l'intestin grêle
Astrovirus	Atteinte gastro-entérite	Transmission fécale orale	Cellules matures du sommet des villosités de l'intestin grêle
Virus de type Norwalk	Diarrhées aiguës	Transmission fécale orale	Intestin grêle Intestin grêle
Parvovirus	Diarrhées aiguës	Informations suffisantes	Intestin grêle
Coronavirus	Pas de maladie entérale bien définie diarrhées chez les animaux	Informations suffisantes	Intestin grêle
Enterovirus	Gastro-entérite méningite aseptique et maladie fébrile des nouveau-nés	Voie fécale-orale par des doigts ou des objets inanimés contaminés par des matières fécales inoculation directe dans l'œil à partir des doigts de la mère au fœtus par voie transplacentaire	Cellules épithéliales de la muqueuse digestive ; tissu lymphoïde sous-muqueux des amygdales tractus gastro-intestinal
Réovirus	Infections asymptomatiques ; atteintes respiratoires haute gastro-entérite du nourrisson encephalite	Mode de transmission par encore connu	Tissu hépato-biliaires

Tableau 2: Infections bactériennes

Agents pathogènes	Affections	Modalités de transmission	Localisation anatomiques
Vibrio cholerae	Choléra, maladie diarrhéique aiguë	Infection accidentelle par ingestion d'eau contaminée par des matières fécales, consommation au restaurant ou à domicile d'aliments contaminés	Intestin grêle, estomac
Escherichia coli	Infection à Escherichia coli gastro-entérite colite	Voie fécale-orale par l'intermédiaire d'aliments et d'eau contaminés et de à personne	Lumière intestinale muqueuse du grêle
Salmonella typhi et S. paratyphi	Salmonellose fièvre typhoïde gastro-extérites	Transmission par voie orale par l'intermédiaire d'aliments ou d'eau contaminés	Intestin grêle
Shigella sp.	Shigellose, colite inflammatoire, infectieuse aiguë « Dysentérie bacillaire »	Transmission de personne à personne par voie fécale-orale par contact direct, mais parfois par l'intermédiaire d'aliments contaminés tels que de l'eau, des insectes et des objets, transmission des lacs contaminés par des matières fécales	Cellules épithéliales de l'intestin
Salmonella typhi et pamatyphi	Fièvre typhoïde	Ingestion d'aliment, et d'eau contaminés	Intestin grêle
Yersinia enterocolitica et Y. pseudotuberculosis	Yersiniose entérite ou entérocolite avec diarrhée	Transmission par voie orale	
Campylobacter sp et espèces apparentées, Arcobacter et Helicobacter	Infections à Campylobacter, maladies diarrhéiques	Transmission à l'homme par des aliments crus ou insuffisamment cuits ou par contact direct avec des animaux	Tube digestif de nombreux animaux consommés par l'homme

Tableau 3: Infections parasitaires intestinales

Agents pathogènes	Affections	Modalités de transmission	Localisation anatomique
Entamoeba histolytica	Amibiase	Ingestion de kystes viables provenant d'eau, d'aliments ou de mains contaminées par des matières fécales	Lumière intestinale, paroi colique, cellules hépatiques
Giardia lamblia	Giardiase maladie intestinale et de diarrhées endémiques, et épidémiques	Ingestion de kystes	Epithélium intestinal
Cryptosporidium	Cryptosporidiose, maladie diarrhéique	Ingestion d'oocystes	Cellules de l'épithélium intestinal
Cyclospora cayetanensis	Cyclosporose, maladie diarrhéique, syndrome grippal des éructations	Transmission hydrique et par des framboises importées	Cellules épithéliales des échantillons du biopsiques du grêle
Balantidium coli	Balantidiase maladie colique	Transmission de personne à personne. Ingestion de kystes provenant de fèces de porc	Côlon
Nématodes intestinaux			
Ascaris lumbricoides	Ascariidiose	Ingestion d'œufs infestants mains souillées de matières fécales	Lumière de l'intestin grêle
Ancylostoma duodenale et Necator americanus	Ankylostomiase	Pénétration cutanée de la larve strongyloïde	Muqueuse du grêle
Strongyloides stercoralis	Anguillulose ou strongyloïde	Pénétration entamée de la larve filariforme	Muqueuse duodéno-jejunaire
Trichuris trichiura	Trichocephalose, Syndromes gastro-intestinaux	Ingestion d'œufs infestants	Côlon et caecum
Enterobius vermicularis	Oxyurose = Enterobiase, Prurit anal	Ingestion d'œufs présents sur les mains ou sous les ongles	Lumière intestinale, région périanale

NB : les agents pathogènes rencontrés au Bénin sont en gras.

3.2-Différents organismes présents dans les urines

A priori, les urines des sujets sains sont exempt de germes mais par mesure de prévention, il convient de laisser les urines pendant au moins trente (30) jours pour permettre la disparition des germes éventuels pouvant contenir les urines.

Lorsque les urines proviennent des sujets malades, les affections couramment rencontrées se présentent comme suit :

Tableau N°4 : Infections Sexuellement Transmissibles (IST)

Agents pathogènes	Affections	Modalités de transmission	Localisation anatomique
Gonococcie (chaude pisse)	Les écoulements ou pertes de liquide anormal du sexe de l'homme ou de la femme et les urines fréquentes (plusieurs fois dans une même journée), douleurs au bas ventre	Rapports sexuels non protégés	Sexe (Conduits urinaires)
Syphilis	Plaie sur le sexe de l'homme ou de la femme	Rapports sexuels non protégé	Sexe (Conduits urinaires)
Chancre mou	Plaie sur le sexe de l'homme ou de la femme	Rapports sexuels non protégé	Sexe (Conduits urinaires)
Herpès génital	Plaie sur le sexe de l'homme ou de la femme	Rapports sexuels non protégé	Sexe (Conduits urinaires)
Candidose	Les écoulements ou pertes de liquide anormal du sexe de l'homme ou de la femme	Rapports sexuels non protégé	Sexe (Conduits urinaires)
Trichomonase	Les écoulements ou pertes de liquide anormal du sexe de l'homme ou de la femme	Rapports sexuels non protégé	Sexe (Conduits urinaires)

4. Les investigations en laboratoire

4.1- Méthodes

Les matières analysées

- les urines,
- les fèces (en fosse, chez les utilisateurs),
- le sol amendé,
- les produits agricoles.

Ces matières sont analysées au laboratoire relativement au temps d'hygiénisation et au temps de déperdition en azote et la qualité du fertilisant

4.2-Matériels

Les matériels utilisés sont les suivants :

- Lames de verre pour microscope
- Lamelles 20 x 20
- Applicateur en bois ou anses de platine (alliage de nickel et de chrome de 0,4mm)
- Crayon gras
- Solution physiologique
- Solution de lugol

4.3- Techniques d'analyse

4.3.1-Détermination de pH dans les selles

Le pH est mesuré par une application directe du pH mètre portable directement dans les latrines. Sa valeur est confirmée au laboratoire après avoir remis en solution neutre une quantité de 5 g de fèces dans 20 ml de solution physiologique.

4.3.2-Détermination de la température des fèces en fosse

La température a été mesurée directement dans les latrines à l'aide d'un thermomètre à sonde. La lecture est faite sur place.

4.3.3-Détermination de l'azote KJELDAHL

La détermination de la teneur en azote type Kjeldahl est basée sur le principe selon lequel, la plus grande partie de l'azote contenue dans les selles se trouve dans les aliments non digérés. On peut ainsi déterminer la masse d'azote par rapport à une certaine quantité de fèces ou d'urines. A chaud en milieu acide sulfurique concentré et en présence de catalyseur la minéralisation de la matière organique (CHON), produit du CO_2 du NH_4^+ et du H_2O .

Dans ces conditions, on peut soit doser l'azote ammoniacal (NH_4^+) directement ou transformer tout d'abord NH_4^+ en NH_3 et ensuite doser ce dernier. Dans le cadre de l'étude, c'est le NH_4^+ qui a été dosé directement. Ainsi donc on a accès à la masse d'azote par unité de masse de fèces ou par volume d'urine.

La minéralisation est réalisée en introduisant dans un matras 2g de selles ou 10 ml d'urine dans 10 ml d'acide sulfurique concentré avec quelques billes de verre et une pointe de spatule de catalyseur de minéralisation. Après minéralisation, le minéralisat est transvasé dans une fiole jaugée de 200 ml puis complété à 200 ml. Le dosage de NH_4^+ est effectué directement par bandelettes et ainsi on peut, par calcul déterminer la masse de l'azote par masse de selles ou la masse de l'azote par volume de l'urine.

4.3.4-Détermination du carbone organique

A chaud en milieu acide sulfurique concentré et en présence de catalyseur, la matière organique (CHON) produit du CO_2 , du NH_4^+ , du H_2O , du HCO_3^- , du H_3O^+ .

La minéralisation est réalisée en introduisant dans un matras 2g de selles ou 10 ml d'urine dans 10 ml d'acide sulfurique concentré avec quelques billes de verre et une pointe de spatule de catalyseur de minéralisation.

La minéralisation est réalisée en introduisant dans un matras 2 g de selles

- .10 ml d'acide sulfurique concentré
- .quelques billes de verre

- une pointe de spatule de catalyseur de minéralisation

Après minéralisation, le minéralisat est transvasé dans une fiole jaugée de 200 ml puis complété à 200 ml. On peut alors doser l'ion bicarbonate (HCO_3^-) et ainsi avoir accès au carbone organique. Le résultat est donné en pourcentage de carbone par rapport à la masse de selles.

4.3.5-Recherche des coliformes fécaux dans l'urine et les fèces

Les coliformes thermotolérants (ou coliformes fécaux) sont des coliformes qui fermentent le lactose (avec gaz) à 44°C.

Le milieu de culture utilisé est la Gélose au désoxycholate 0,1% ou gélose VRBL. Ce milieu contient du désoxycholate, inhibiteur des bactéries Gram Positif à la concentration de 0,1 %, mais pas les coliformes. Le lactose est le seul glucide.

Pour l'ensemencement on introduit dans des boîtes de Pétri 1 cm³ de produit concentré ou de chaque dilution (fèces : 1 g/20 cm³).

- Verser 12 cm³ environ de milieu en surfusion, mélanger et laisser prendre en masse.
- Recouvrir de 4 cm³ de milieu.
- Incuber 24h à 44°C

4.3.6-Recherche des kystes, œufs et parasites dans les urines et les fèces

La méthode de recherche est la suivante :

Sur une lame, déposer :

- une goutte de solution physiologique au milieu de la moitié gauche
- une goutte de lugol au milieu de la moitié droite
- prendre avec un applicateur ou une anse de platine un petit morceau de selle. Si les selles sont moulées prendre bien à l'intérieur de l'échantillon, ainsi qu'à la surface
- mélanger l'échantillon de selles à la goutte de solution physiologique
- à l'aide de l'applicateur ou de l'anse de platine, prendre un deuxième échantillon de selle et le mélanger à la goutte de lugol
- recouvrir chaque préparation d'une lame
- inscrire au crayon gras le numéro de l'échantillon sur la lame

- examiner les préparations au microscope, examiner ensuite la préparation au lugol

5. L'analyse de la situation sanitaire des bénéficiaires (cas de AGLA et de ANAGBO ont été étudiés)

L'analyse parasitologique des excréta des usagers des latrines a révélé à Agla que 4 usagers sur 20 utilisant deux des latrines construites sont parasités. Les parasites rencontrés sont essentiellement les kystes d'*Entamoeba histolytica* et les œufs d'ankylostomes. A Anagbo deux usagers sur dix neuf sont également parasités si l'on considère les deux latrines initialement construites. Dans ce cas précis le parasite retrouvé est le *trichomonas intestinalis* (voir tableau 5). Il faut préciser que les personnes parasitées ne présentent aucun signe clinique de maladie. Cependant, l'équipe du projet les a orientés vers le centre de santé de la localité pour se faire déparasiter.

Tableau 5: Examen des fèces des utilisateurs des latrines

SITES	Nombre d'usagers	Femmes	Hommes	Personnes parasitées	Types de parasites incriminés
AGLA	20	12	8	4 (3 femmes, 1 homme)	<i>Entamoeba histolytica</i> (kystes) <i>Ankylostome</i> (œufs)
ANAGBO	19	7	12	2 (1 homme, 1 femme)	<i>Trichomonas intestinalis</i>

L'examen des fèces des utilisateurs des latrines a été effectué dès la fermeture des fosses des latrines en expérimentation à Agla après six mois d'utilisation. Il s'agit de la latrine à une fosse équipée de plaque chauffante et de la latrine à double fosse sans plaque chauffante.

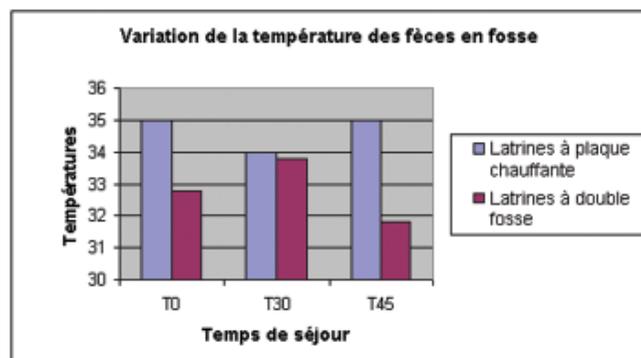
Cet examen parasitologique concernant la recherche de kystes d'œufs et de parasites chez les utilisateurs a révélé qu'il y a une proportion non négligeable de porteurs sains.

Sur le plan épidémiologique, ils constituent un maillon important de dissémination des affections parasitaires intestinales.

5.1-Suivi de la variation de la température des fèces

Les températures maximales observées sont de 35°C pour les latrines à plaque chauffante et de 34°C pour les latrines sans plaque chauffante. La plus faible température est enregistrée dans les latrines sans plaque et qui est de 31,8°C. A l'analyse du graphique relatif à l'évolution des températures dans les fosses, on constate qu'elle est plus élevée dans la fosse munie de plaque chauffante que dans la fosse ordinaire. On constate que la plaque influe sur l'élévation de la température dans la fosse. Ainsi, l'aspect des fèces en fosse montre une dessiccation plus poussée et donne un produit compact et dur. Les températures des fèces contenues dans la fosse sont sujettes aux variations des températures au cours de la journée.

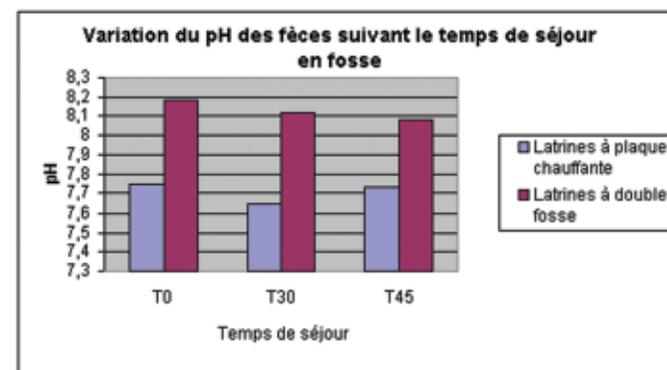
Figure 2: Variation de la température des fèces en fonction du temps de séjour en fosse



5.2-Suivi de la variation du pH des fèces

Les valeurs de pH mesurées montrent que celles mesurées pour les fèces issues des latrines non équipées de plaque chauffante (double fosse) sont nettement plus basiques que celles des fèces issues des latrines à plaque chauffante (figure 3). La différence observée entre les pH des fèces issues des deux types de latrines est liée au type de cendre utilisé. En effet, les cendres utilisées pour la latrine sans plaque chauffante à un pH moyen de 9.6 contre 8.3 pour la cendre utilisée dans la fosse avec plaque.

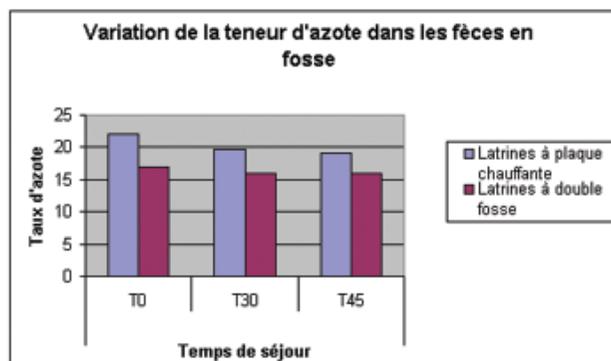
Figure 3: Variation du pH des fèces suivant le temps de séjour en fosse



5.3-Suivi de la variation de la teneur en azote dans les fèces

Dans la latrine à plaque chauffante, la teneur en azote est plus élevée que dans la latrine à double fosse. Au 45^{ème} jour de la détermination du taux d'azote, la baisse observée a été de 3,4 % dans la latrine à plaque chauffante et de 1% dans la latrine à double fosse sans plaque. Toutefois le niveau final de l'azote après 45 jours reste plus élevé par rapport à celui de la latrine à plaque chauffante. On peut dire que pendant le séjour des fèces en fosse, il y a une baisse de l'azote dans les matières fécales à cause du processus de minéralisation qui s'installe dans les matières fécales

Figure 4: Variation de la teneur d'azote dans les fèces en fonction du temps de séjour en fosse

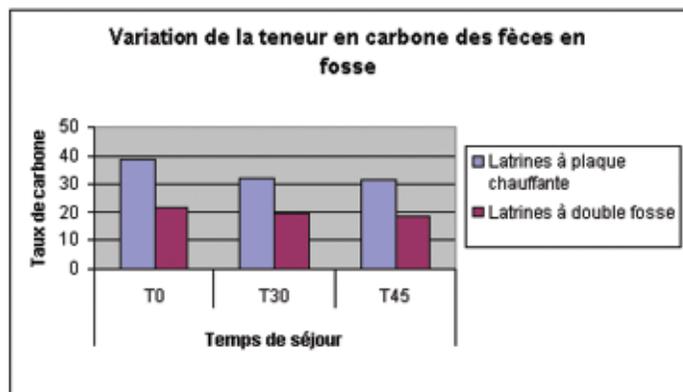


5.4-Suivi de la variation de la teneur en carbone

On note une réduction de la teneur en carbone dans les matières fécales en fonction du temps de séjour. Au 45^{ème} jour de la détermination du taux de carbone, la déperdition observée est de 7 % dans la latrine à plaque chauffante et de 2% dans la latrine à double fosse. On peut constater que le temps de séjour en fosse des fèces influe sur la déperdition du carbone dans les matières fécales. Ceci peut s'expliquer par le processus de minéralisation qui s'installe dans la fosse et qui s'accompagne de dégagement éventuelle de gaz carbonique et de méthane.

Le rapport carbone sur azote (C/N) au 45^{ème} jour est 1,

Figure 5: Variation de la teneur en carbone dans les fèces en fonction du temps de séjour en fosse

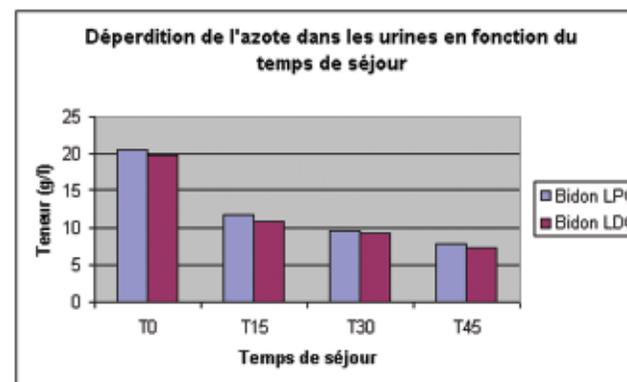


5.5-Suivi de la variation du taux d'azote dans les urines

Le suivi de la variation de l'azote dans l'urine a été effectué aux pas de temps de 0, 15, 30 et 45 jours de stockage dans un bidon de cinquante litres rempli d'urines et fermé. Les variations observées sont présentées sur la figure 6.

A l'analyse des deux courbes, on constate une teneur en azote avoisinant 20g/l au début des mesures. Mais après deux semaines de stockage une forte déperdition en azote est observée. La baisse est située entre 42% et 46%. Une tendance à la stabilisation s'est observée par la suite au niveau de chacun des deux bidons avec une valeur autour de 7g/l. Les conditions et la durée de stockage, la température et le pH influent sur la déperdition en azote.

Figure 6 : Variation de la teneur en azote Kjeldahl en fonction du temps



NB. LPC : Latrines à plaque chauffante ; LDC : Latrines à double fosse

5.6-Le suivi de la disparition des germes tests fécaux dans les fèces

✓ Recherche de parasites dans les fèces

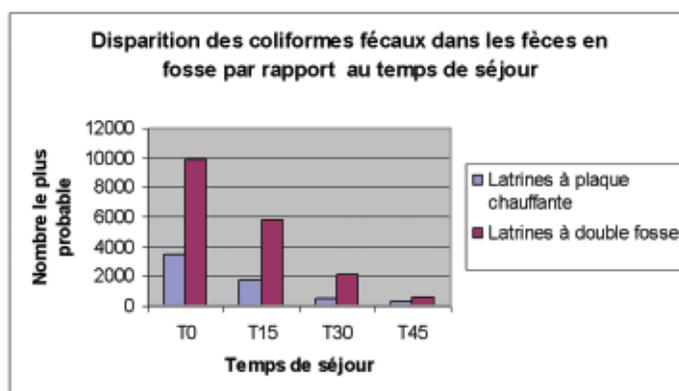
La recherche des kystes, des œufs et des parasites a été effectuée au niveau des latrines en expérimentation aux temps T₀, correspondant à la fermeture des fosses ; T15, T30 et T45 représentant respectivement 15^{ème}, le 30^{ème} et le 45^{ème} jour de la fermeture des fosses. Notons que tous les résultats enregistrés ont été négatifs à l'exception du résultat T0 qui a montré la présence de kystes d'Entamoeba coli.

✓ Recherche des coliformes fécaux dans les fèces

La recherche des coliformes fécaux a été effectuée à T0, T15, T30 et T45 au niveau des fosses. A T45, les matières fécales révélèrent la présence de coliformes fécaux dans les deux latrines mais à une concentration faible de moins de $0.5 \cdot 10^3$ coliformes par gramme de fèces. Après compostage la recherche de coliforme dans le produit de compost est négative.

Le compost est alors un bon moyen pour affiner l'hygiénisation des fèces. La température maximale relevée à l'intérieur du compost est de 65°C.

Figure 7: Disparition des coliformes fécaux dans les fèces en fosse par rapport au temps de séjour



✓ Analyse parasitologique des urines :

Les résultats des analyses parasitologiques faites sur les urines collectées dans des bidons de 50 litres au niveau de chaque latrine en expérimentation à des pas de temps de 0, 15, 30 et 45 jours respectivement (T0, T15, T30 et T45) se sont révélés tous négatifs.

Ces urines, ne présentant pas de danger du point de vue bactériologique et parasitologique ont été donc utilisées comme fertilisant en maraîchage et dans les champs de culture pluviale.

5.7-Performance du système pour la destruction des germes pathogènes

Les résultats ci-dessus mentionnés montrent bien que le temps de séjour a une influence négative sur la présence des germes indicateurs de pollution fécale et par conséquent sur la survie des germes pathogènes.

5.8-Manipulation/Mesures d'hygiène et de protection

A la fermeture des fosses après six (6) mois d'utilisation des latrines, on note l'existence de coliformes fécaux dans les selles. Dans ces conditions, il est bien opportun de manipuler les matières fécales avec précaution en portant des gants, cache-nez, et chaussures. Ces mesures minimales de protection ont été respectées.

Les recherches de laboratoire sur les produits récoltés ont été négatives aux plans parasitologique et bactériologique.

6. Mesures de prévention

6.1- Description des latrines EcoSan

Les latrines ECOSAN sont des fosses étanches ou non d'aisance, semi-enterrées ou surélevées avec la particularité de séparer les fèces et les urines. La profondeur de la fouille ne dépasse généralement pas 30cm environ en terrain stable. Les parpaings servent de mur d'élévation et ont pour support le radier ou le béton de propreté. La dalle de couverture de la fosse porte un ou plusieurs trou(s) de défécation et d'aération selon le modèle de latrines. Le tuyau d'aération est un empilement vertical de claustres et surpasse la superstructure de 60 cm. Il est muni d'un grillage anti-mouche. Comme toutes les latrines, cette dalle supporte aussi l'usager. La superstructure est en matériaux définitifs mais il peut être aussi en matériaux locaux selon le choix des bénéficiaires ; elle est coiffée de feuilles de tôle ou d'une dalle. Les portes sont en bois ou en tôle. Les bidons de stockage d'urine sont protégés par une petite maçonnerie. Il existe les latrines ECOSAN à double fosse de type Vietnamien (LEDF) et les latrines ECOSAN à plaque chauffante de type Tec pan (LEPC). La spécificité au niveau des latrines à double fosse de

type Vietnamien est que les portes de vidange sont latérales alors qu'au niveau des latrines de type Tec pan les plaques de vidange situées derrière sont orientées d'un angle de 45 degrés vers le soleil pour augmenter la température et le séchage des fèces dans les fosses.



Photo 1: **Vue de face et de derrière d'une latrine ECOSAN à double fosses à plaques chauffantes**

6.1.1- Caractéristiques d'EcoSan

Les caractéristiques clés d'EcoSan sont :

La prévention de la pollution de l'environnement et des maladies provoquées par les excréta humains, le traitement des excréta en vue de leur hygiénisation, et enfin la transformation et le recyclage des nutriments.

6.1.2- Fonctionnement et utilisation

- Les latrines EcoSan permettent la dérivation des urines et des matières fécales qui sont stockées séparément.
- Les matières fécales vont dans les fosses et les urines sont recueillies dans un bidon.
- Les fosses sont utilisées de manière alternante (quand l'une est en service, l'autre est fermée pour un an).
- Les plaques chauffantes permettent la déshydratation rapide et l'hygiénisation des matières fécales.
- Les cheminées de ventilation permettent l'aération des fosses.
- On recouvre les matières fécales de cendre ou de sciure de bois ou de terre après chaque défécation

6.2- Description d'un urinoir EcoSan

Il comprend une cuvette. L'urine est canalisée vers un bidon. Après remplissage du bidon, elle est collectée et remplacée par un autre de même capacité.

Bidur est abrégé de bidon d'urines. Le bidon a souvent une capacité de 20 à 25 litres et est muni d'un entonnoir avec un couvercle coulissant pour éviter que les odeurs et l'ammoniaque ne s'échappent. Si l'azote sous forme d'ammoniaque s'échappe cela diminue la valeur fertilisante des urines. Une ampoule ronde à douille convient bien pour couvrir le trou d'entonnoir. Elle flotte pendant l'utilisation et ferme le trou une fois que l'utilisateur a terminé. Sa fonction est : collecte et stockage des urines et début 'hygiénisation.



Photo N° 2: **Urinoir de type ECOSAN**

7. Processus d'hygiénisation

7.1-Cas des fèces

Le temps de l'hygiénisation est de 6 à 12 mois selon les régions, plus long pour les régions plus humides et plus froides. Quand la deuxième fosse est pleine il faut évacuer les fèces hygiénisées de la première fosse. Le contenu est totalement sec mais pas inoffensif, il doit être composté.



Photo 3 : Tas de fèces

7.2-Cas des urines

Les urines sont directement recueillies dans des bidons de 30L ou 50 L. Le bidon possède à son ouverture un entonnoir qui permet de converger les urines reçues du tuyau. Une fois ce dernier rempli ; il est hermétiquement fermé et déposé à un endroit ombragé ou dans un coin de la maison. Toutefois, il faut éviter de les déposer à côté des puits, des jarres, de la cuisine, dans les habitations, pour une question d'hygiène et d'esthétique. Les urines sont gardées dans le bidon pendant une durée de 30 à 45 jours avant d'être utilisées dans les champs.



Photo 4 : Emplacement du bidon d'urine des latrines ECOSAN

7.3-Compostage

Le compost est fabriqué à base de fèces ayant séjournées pendant au moins trente jours dans la fosse de la latrine et mélangées avec de la sciure de bois à raison de 1 volume de fèces pour deux volumes de sciure de bois. Le mélange obtenu a été composté dans des fûts spéciaux conçus à cet effet. Les mesures de température et d'humidité ont été régulièrement relevées. Le compost mûr est obtenu après 90 jours avec un retournement tous les 30 jours.



Photo 5 : Fabrication du compost

8. Education pour la santé (information, éducation et communication)

En ce qui concerne l'information à l'éducation, des écoles ont été fortement sensibilisées. Des séances d'échanges à travers différentes rencontres ont été organisées à l'endroit surtout des apprenants et des Enseignants. Ces séances ont surtout permis une adhésion de ces catégories d'acteurs du monde de l'éducation. Certains groupements d'hommes et de femmes ont également été pris en compte dans ce mécanisme d'éducation aux processus de la mise en œuvre du programme.

Pour ce qui est de l'information et de la communication, ce sont surtout les acteurs au niveau local qui ont été associés. Il s'agit notamment des

responsables communaux. Ceux-ci sont largement informés des avantages de la mise en œuvre du programme EcoSan. Ce qui leur a permis d'obtenir leur adhésion et leur pleine participation aux prises de décision.

L'autre aspect de la communication ressort au niveau des acteurs comme les maraîchers. Ceux-ci, ayant été convaincus suite à des sensibilisations et aux expériences vécues, ont pris conscience des avantages et des possibilités qui s'offrent à eux. La communication interpersonnelle fondamentalement associée aux effets d'entraînement a été l'élément moteur et catalyseurs de la conception qu'avaient la plupart de ces acteurs maraîchers. Puis de fil en aiguille, l'approche EcoSan gagne les acteurs qui s'occupent du maraîchage. Grâce à l'IEC, les ménages adhèrent au concept et l'expérimentent. Mieux, les fèces et les urines sont des produits recherchés dans certaines zones, notamment celles dans lesquelles les maraîchers sont suffisamment acquis à la cause.

Nous constatons que progressivement, la notion d'EcoSan commence par gagner une bonne partie de la population, notamment celle rurale et semi-urbaine.

En somme, grâce à cet outil (IEC), plusieurs catégories de la population ont adoptés, adoptent et certainement adopteront cette approche. Dans tous les cas, l'approche IEC a permis d'insuffler une dynamique à l'adoption du concept ECOSAN par différents acteurs convaincus de ses aspects positifs. Ainsi, l'IEC a été un outil efficace dans le dispositif d'information mis en place par le CREPA pour une inversion des attitudes et des aptitudes dans la conception qu'a la communauté rurale des fèces et des urines.

9. Discussion des résultats

Dans le domaine de l'hygiène et de la santé, les résultats sont globalement très positifs.

Au plan hygiénique, les analyses ont prouvé que les matières fécales sont hygiénisées et ne représentent aucun danger pour les produits agricoles. Quant aux urines elles n'étaient pas contaminées. Ce qui indique une absence de maladie et une bonne maîtrise par les utilisateurs de la modalité de séparation des urines. Toutefois, des précautions doivent être prises lors de l'utilisation de l'urine pour répandre sur la terre et non sur les feuilles.

Conclusion

Les agents pathogènes responsables des risques sanitaires liés à la mise sur pied d'un système d'assainissement écologique appartiennent à plusieurs familles de pathogènes.

Il est donc important d'empêcher ou de limiter la contamination des manipulateurs par ces agents pathogènes. Tout ceci passe par le respect des règles d'hygiène et d'assainissement.

Références bibliographiques

Agence suédoise Internationale pour le Développement, Assainissement Ecologique, Département des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Stockholm, Suède, 1998, 99p.

Christine Werner et al, Raisons et principes en faveur de l'Assainissement Écologique, 9p.

CREPA-BENIN, Manuel de base ECOSAN, 41p.

CREPA-BENIN, Projets Pilotes d'Agla et d'Anagbo-Ahowégodo, Bénin, Novembre 2005, 86p.

Sites Internet utiles

www.esem.asso.fr Éducation pour la santé des enfants du monde

www.irc.nl Centre International de l'Eau et de l'Assainissement

www.lboro.ac.uk/well publications WELL -notes et dossiers techniques disponibles gratuitement

www.reseaucrepa.org/index.htm Revue trimestrielle : Info CREPA

