



Université Senghor

Université internationale de langue française
au service du développement africain

Opérateur direct de la Francophonie

Contribution à la promotion du “Solar Water Disinfection” (SODIS) et des latrines ECOSAN.

Présenté par

Aminou SEIDOU

Pour l’obtention du Master en Développement de l’Université Senghor

Département Santé

Spécialité Politiques Nutritionnelles

le 20 Avril 2011

Devant le jury composé de :

Dr. Christian MESENGE Président

Directeur du Département Santé

Prof. Alain GONTHIER Examineur

Maître de conférences, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Prof. Benoit LAIGNEL Examineur

Professeur de l’Université de Rouen

Remerciements

J'adresse mes sincères remerciements :

- Au Directeur Général du Centre Régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût (CREPA) dont la direction générale se trouve au Burkina Faso. Je lui exprime ma profonde gratitude pour m'avoir donné l'occasion de faire mon stage au CREPA-BENIN ;
- Au Directeur Résident du Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA-BENIN), **Mr. Malomon Jean YADOLETON**. Votre soutien et vos conseils ont été très bénéfiques à la réalisation de ce travail.
- A tous le personnel du CREPA-BENIN.
- Au professeur **Jean-Yves LEVEAU**, pour avoir porté un regard critique sur ce travail. Vos conseils m'ont aidé à aller plus loin dans ma quête d'informations.
- Au Directeur du Département Santé, **Dr. Christian MESENGE** pour ses conseils.
- A Mme **Alice Mounir**, assistante de direction du département Santé.
- A tous les professeurs de l'université Senghor.
- A tous les auditeurs du département Santé pour les bons moments passés ensemble.
- A tout le personnel de l'université Senghor.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

- Mon père, j'aurais bien voulu que tu sois là aujourd'hui.
- Ma mère, ton soutien ne m'a jamais fait défaut.
- Mon épouse, ma compagne et complice de tous les jours.
- Ma fille, toute la famille sera bientôt réunie.
- Mes frères, merci pour votre soutien permanent.

- Résumé

A quatre ans des échéances des objectifs du millénaire, le monde n'a jamais été autant mobilisé en faveur de l'accès, de façon durable, à un approvisionnement en eau de boisson salubre et à des infrastructures améliorées d'assainissement. En éditant dans les années 2000 des objectifs quantitatifs à atteindre avant certaines dates limites, l'Organisation des Nations Unies a influencé positivement les stratégies des différents pays du globe en matière d'accès à l'eau potable et d'assainissement.

En effet, une analyse de la littérature en rapport avec ces deux sous-secteurs nous indique que des efforts substantiels ont été faits, notamment dans les pays en développement. Cependant, ces bonds quantitatifs ne doivent pas faire oublier les énormes disparités qu'il existe entre les différents pays et au sein d'un même pays. Des millions de personnes continuent, aujourd'hui encore, de subir les conséquences désastreuses liées à la consommation d'une eau non potable et à des conditions d'hygiène défavorables. Pour ces gens, les efforts entrepris depuis quelques années doivent continuer, s'intensifier et même se diversifier.

C'est à cet effort que nous nous proposons de contribuer en étudiant des alternatives, à niveau ménage, de traitement de l'eau et d'accès à des moyens d'hygiène et d'assainissement améliorés.

En adoptant une méthode et une technologie simples, scientifiquement attestées, durables et à faibles coûts, le "Solar water Disinfection" (SODIS) et les latrines ECOSAN offrent des solutions de remplacement crédibles, susceptibles de contribuer à l'atteinte des OMD et bien au-delà, d'améliorer les conditions de vie des populations les plus défavorisées des pays en développement.

Mots-clefs

Eau potable, hygiène, assainissement, SODIS, latrine, assainissement écologique, OMD.

Abstract

At four years deadlines of the Millennium goals, the world has never been more mobilized in support of sustainable access to safe drinking water and sanitation facilities improved. By publishing in the 2000s quantitative goals to be achieved by certain deadlines, the United Nations positively influence the strategies of various countries around the world regarding access to drinking water, hygiene and sanitation.

Indeed, an analysis of the literature related to these two sub-sectors indicates that substantial efforts have been made, particularly in developing countries. However, these quantitative leaps should not obscure the enormous disparities that exist between countries and within the same country. Millions of people continue, even today, to suffer the disastrous consequences associated with the consumption of unsafe drinking water and bad hygiene conditions. For these people, efforts in recent years must continue, even intensify and diversify. It is this effort that we intend to help by exploring alternatives to standard household water treatment and access to means of hygiene and improved sanitation. By adopting a simple method and technology, scientifically documented, sustainable and low cost, "Solar Water Disinfection"(SODIS) and Ecosan latrines provide credible alternatives which may contribute to achieve the MDGs and well beyond, to improve the living conditions of the poorest people of developing countries.

Key-words

Drinking water, hygiene, sanitation, SODIS, latrine, ecological sanitation, MDGs

Liste des acronymes et abréviations utilisés

- AP : Approche Participative
- AEP : Approvisionnement en Eau Potable
- AEPHA : Adduction d'Eau Potable Hygiène et Assainissement
- AEV : Adduction d'Eau Villageoise
- BPO : Budget Programme par Objectif
- BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène
- CREPA : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût
- DG-Eau : Direction Général de l'eau
- DDS : Direction Départemental de la Santé
- DHAB : Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base
- ECOSAN : Ecological Sanitation
- EDSB : Enquêtes Démographiques et de Santé du Bénin
- EMICOV : Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des ménages
- EPE : Equivalent Point d'Eau
- FCFA : Franc de la Communauté Financière d'Afrique
- FPM : Forage équipé de Pompe à Motricité humaine
- IDH : Indice de Développement Humain
- IDHI : Indice de Développement Humain ajusté aux Inégalités
- IERPE : Institut Européen de Recherche sur la Politique de l'Eau.
- ISO : International Standard Organisation
- LF : Latrine Familiale
- LI : Latrine Institutionnelle
- MF : Mécanisme de Financement
- OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- Ong : Organisation non gouvernementale
- Pangire : Plan d'action national de gestion intégrée des ressources en eau
- PCA : Plan Communal d'Assainissement
- PCHA : Plan Communal d'Hygiène et d'Assainissement
- PCS : Promoteur Communautaire de Santé
- PDC : Plan de Développement Communal
- PEA : Poste d'Eau Autonome
- PET : Polyéthylène Téréphtalate
- PHA : Promotion de l'Hygiène et de l'Assainissement
- PIB : Produit Intérieur Brut
- PNE : Partenariat National pour l'Eau

- PNHAB : Programme National d'Hygiène et d'Assainissement de Base
- PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
- PVC : Chlorure de Polyvinyle
- RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
- SANDEC/EAWAG : Institut fédéral suisse pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux/Département eau et assainissement dans les pays en développement

- Smig : Salaire minimum interprofessionnel garanti
- SODIS : Solar water Disinfection
- Soneb : Société nationale des eaux du Bénin
- TA : Technologies Appropriées
- UNICEF : Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
- UNT : Unité Néphélométrique de Turbidité.
- USD : United States Dollar

Table des matières

Contribution à la promotion du “Solar Water Disinfection” (SODIS) et des latrines ECOSAN.....	i
Remerciements.....	i
Dédicace.....	ii
- Résumé.....	iii
Mots-clefs.....	iii
Abstract.....	iv
Key-words.....	iv
Liste des acronymes et abréviations utilisés.....	v
Table des matières.....	1
Introduction.....	5
1 Problématique.....	6
1.1 L’eau dans le monde : faits et chiffres.....	6
1.1.1 Les ressources en eau dans le monde.....	6
1.1.2 La répartition géographique.....	6
1.1.3 La situation hydrique en Afrique Subsaharienne.....	7
1.1.4 L’accès à l’eau potable.....	8
1.1.5 Couverture en Eau potable : des progrès importants.....	9
1.1.6 Disparités zones urbaines, zones rurales.....	9
1.2 L’eau potable en République du Bénin.....	9
1.2.1 Présentation de la république du Bénin.....	9
1.2.2 Ressources en eau, cadre politique, institutionnel et réglementaire.....	11
1.2.3 Le Bénin et les OMD en matière d’approvisionnement en eau potable.....	12
1.3 Hygiène et Assainissement.....	14
1.3.1 Situation de l’hygiène et de l’assainissement en Afrique.....	14
1.3.2 L’assainissement au Bénin.....	14
1.4 Les enjeux.....	15
2 Cadre théorique.....	17
2.1 Les liens.....	17
2.1.1 Liens entre assainissement, eau potable et santé.....	17
2.1.2 Lien entre assainissement et développement économique et social.....	18
2.2 Maîtrise et gestion du risque.....	19
2.2.1 Qualité de l’eau de boisson.....	21

2.2.2	Indicateurs microbiens de qualité de l'eau	22
2.2.3	Normes microbiologiques.....	23
2.2.4	Méthodes de désinfection de l'eau.....	23
2.3	Solar Water Disinfection (SODIS) ou désinfection solaire de l'eau.....	24
2.3.1	Description de la méthode SODIS	25
2.3.2	Conditions pour une efficacité maximale de SODIS.....	25
2.4	Aspects techniques de la désinfection solaire de l'eau.....	26
2.4.1	Effets du rayonnement ultraviolet.....	26
2.4.2	Effets de la température	26
2.4.3	Les contraintes météorologiques	27
2.5	Résultats obtenus avec SODIS	27
2.5.1	Effets de SODIS sur les pathogènes.....	28
2.5.2	Efficacité de SODIS dans différentes conditions	29
2.5.3	Quelques résultats pertinents.....	29
2.5.4	Intérêts économiques.....	30
2.6	Hygiène et Assainissement	30
2.6.1	L'assainissement écologique	31
2.6.2	Description des latrines ECOSAN.....	32
2.6.3	Fonctionnement et mode d'utilisation	33
2.6.4	Recyclage ou réutilisation des excréta.....	34
3	Méthodologie.....	35
3.1	Constat basé sur l'expérience professionnelle	35
3.2	Revue de littérature	36
3.2.1	Recherche sur internet.....	36
3.2.2	Apport du stage.....	37
3.3	Limites de notre méthodologie.....	38
4	Projet professionnel	38
4.1	Objet.....	38
4.1.1	Motifs	38
4.1.2	Justification du choix de la zone et de la population cible.	39
4.2	Objectifs	42
4.3	Stratégies	42
4.3.1	Stratégies de diffusion.....	42
4.3.2	Stratégies de formation des habitudes	43
4.3.3	Autres stratégies	43

4.4	Résultats attendus.....	43
4.5	Activités.....	44
4.6	Ressources.....	46
4.6.1	Humaines.....	46
4.6.2	Financières.....	47
4.6.3	Matérielles.....	47
4.7	Rôles et Timing.....	47
4.7.1	Rôles.....	47
4.7.2	Timing.....	48
4.8	Facteurs de réussite, résistances et ajustements.....	48
4.8.1	Facteurs de réussite.....	48
4.8.2	Résistances.....	48
4.8.3	Ajustements.....	49
4.9	Communication.....	49
4.9.1	Communication opérationnelle.....	49
4.9.2	Communication interne.....	50
4.9.3	Communication externe.....	50
4.9.4	Moyens de communication.....	50
4.10	Evaluation et extension du projet.....	51
4.11	Plan de financement.....	51
4.11.1	Budget prévisionnel.....	51
4.11.2	Participation des populations.....	51
4.11.3	Apport de la commune de Klouékanmè.....	51
4.11.4	Apport des partenaires au développement.....	52
	Conclusion.....	53
5	Références bibliographiques.....	54
6	Liste des illustrations.....	58
7	Liste des tableaux.....	58
8	Glossaire.....	59
9	Annexes.....	62
9.1	Annexe 1 : Chronogramme.....	62
9.2	Annexe 2 : Budget.....	64
9.3	Annexe 3 : Financement.....	65
9.4	Annexe 4 : Cadre logique.....	66
9.5	Annexe 5 : Outils et images.....	69

9.5.1	Outils « Voies de propagation » et « blocage des voies de propagation »	69
9.5.2	Outils de démonstration de la méthode SODIS.....	71
9.6	Annexe 6 : Processus de promotion de bonnes pratiques d'hygiène.	73

Introduction

L'eau est l'une des ressources naturelles stratégiques du XXI^e siècle. Elle est au cœur de toutes les activités humaines et contribue grandement au développement économique et social de tout pays. Sa maîtrise et sa gestion sont des enjeux de taille pour le devenir de l'humanité. C'est de sa disponibilité en quantité et en qualité suffisante que dépendent la santé et l'épanouissement des êtres.

Si dans les pays industrialisés, tourner un robinet et voir couler une eau potable est un geste banal du quotidien, dans les pays en développement, l'accès à celle-ci constitue une vraie question de survie. Les problèmes d'accès et d'approvisionnement en cette eau sont un véritable problème et un défi majeur de santé publique. En 1994, Simone VEIL, ministre français des affaires sociales, avait déclaré : « *Un libre accès à une eau saine est un droit de l'homme* ».

L'hygiène et l'assainissement de base sont, autant que l'accès à l'eau potable, indispensables à la vie des êtres humains. Ils constituent, au même titre que le taux de scolarisation, un bon indicateur du niveau de développement d'un pays.

Dans les pays en développement, les problèmes liés à l'accès à l'eau potable, l'hygiène et l'assainissement se posent avec acuité. Il y est d'ailleurs de plus en plus admis que le combat contre la tuberculose, le paludisme et les maladies infectieuses passe d'abord par la réussite de celui de l'eau potable, l'hygiène et l'assainissement. Ainsi, la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne ont adopté des politiques de promotion et de développement de ces secteurs en se conformant aux dispositions des objectifs du millénaire pour le développement (OMD)

En adoptant en septembre 2000 la déclaration du millénaire pour le développement, la république du Bénin a fait des sous-secteurs Eau et Assainissement une de ces priorités et l'a mentionné dans ses documents cadres de politique et stratégies de développement (SCRP 2007-2009). Dès lors, des efforts substantiels ont été faits afin d'atteindre les OMD en matière d'accès à l'eau potable, d'hygiène et d'assainissement. Si ceux-ci ont permis au pays d'améliorer considérablement la situation, il existe encore une large frange de la population, constituée essentiellement de gens défavorisés, qui ne bénéficie pas encore ou très mal de l'accès à ces services de base indispensables à la dignité humaine.

A l'heure où tous les regards sont tournés vers 2015, la question qui se pose est de savoir comment donner, à ces millions de personnes démunies la possibilité d'avoir accès de façon durable et à coûts réduits à des moyens d'approvisionnement en eau potable, d'hygiène et d'assainissement de base. C'est donc à cette interrogation que notre travail voudrait contribuer à trouver des réponses.

Il se base donc sur l'analyse de la situation des sous- secteurs de l'hygiène, de l'assainissement et de l'approvisionnement en eau potable en Afrique subsaharienne en général et en république du Bénin en particulier. Il a pour but de proposer des solutions simples, durables et à faibles coûts permettant d'offrir aux populations les plus démunies, un accès à des méthodes de désinfection de l'eau à niveau ménage et à des technologies simples et améliorées d'assainissement de base. Nous proposerons à terme, un projet de mise en œuvre de ces technologies.

1 Problématique

L'eau est indispensable à la vie. Elle conditionne le devenir des nations. Si pendant longtemps, l'humanité s'est peu souciée de sa gestion en la gaspillant au quotidien, elle se rend compte aujourd'hui qu'elle est précieuse et devient de plus en plus rare. Ainsi, très tôt déjà, l'ancien président de l'ex URSS, (Gorbatchev) affirmait : « *Avant, les gens pensaient que l'eau était disponible et serait toujours disponible, que le problème n'était pas si grave. Aujourd'hui il est nécessaire d'adopter une convention qui ferait du droit d'accès à une eau potable de qualité un droit de l'homme* »

L'ancien secrétaire général des Nations Unies, (Kofi Annan) pour sa part, met l'eau et l'assainissement au cœur de la lutte pour le bien être de l'humanité. Ainsi, il affirme : « *Nous ne pourrions venir à bout du SIDA, de la tuberculose, du paludisme et des autres maladies infectieuses qui affligent le monde en développement que lorsque nous aurons remporté la bataille de l'eau potable, de l'assainissement et des soins de santé primaire.* » Cette déclaration met une fois encore en évidence le lien entre l'eau, l'hygiène et l'assainissement pour l'amélioration de la santé des populations.

De ce fait, les OMD en leur objectif 7 et cible 10, préconisent la réduction de moitié d'ici à 2015 du pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau de boisson salubre. Depuis lors, des efforts substantiels ont été faits dans tous les pays du monde. Des programmes d'approvisionnement en eau potable, d'hygiène et d'assainissement ont été mis en place. Tout ceci permet aujourd'hui d'annoncer que des progrès sont enregistrés en matière d'accès à l'eau potable.

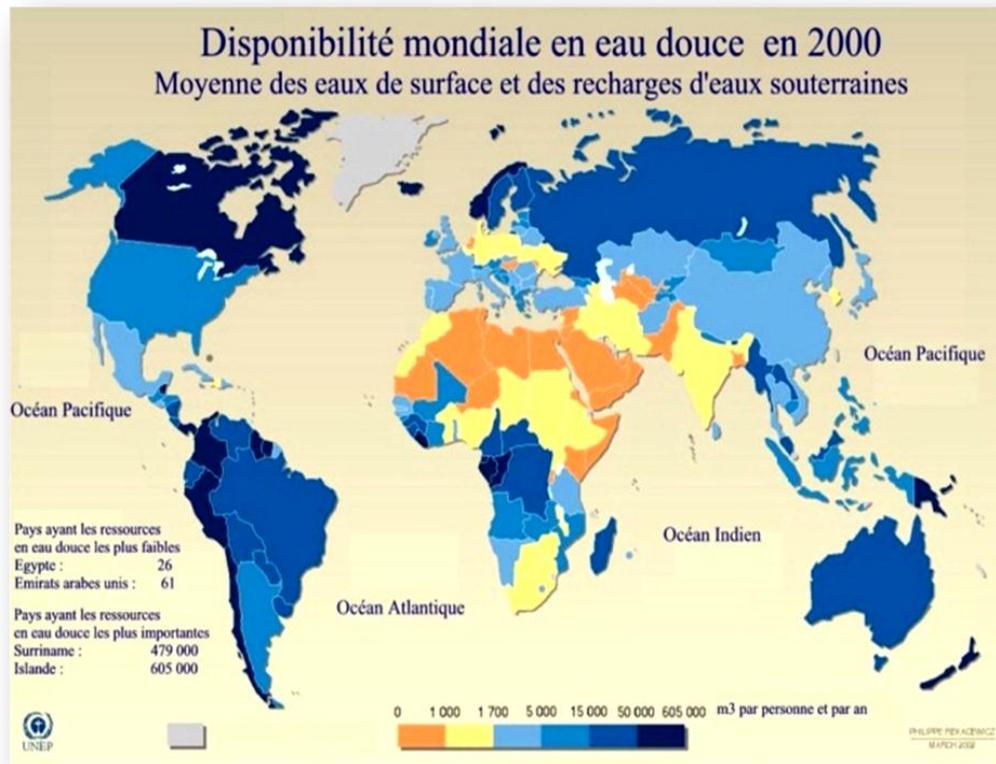
1.1 L'eau dans le monde : faits et chiffres

1.1.1 Les ressources en eau dans le monde

Les ressources en eau sont inégalement réparties dans l'espace et dans le temps et subissent la pression exercée par les activités humaines. Selon le deuxième rapport des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, elle se présente sous diverses formes dans l'atmosphère, sur et sous la surface de la terre et dans les océans. L'eau douce ne représente que 2,5% de l'eau de la planète. Elle se présente essentiellement sous forme gelée dans les glaciers et les calottes glaciaires. Le reste de l'eau douce est principalement stockée dans les nappes phréatiques.

1.1.2 La répartition géographique

Figure 1 Disponibilité mondiale en eau douce 2000



Source : UNEP

Si **70%** de la surface du globe est recouverte d'eau, sa répartition est très inégale. Ainsi, 9 pays (Canada, Brésil, Russie, Indonésie, République démocratique du Congo, Colombie, Inde, Chine et USA) dans le monde reçoivent plus de 60% des pluies. Les trois quarts des précipitations annuelles tombent dans des régions renfermant moins du tiers de la population mondiale.

Cette inégale répartition se ressent encore beaucoup plus en Afrique. En effet, sur le continent Africain, l'eau est inégalement répartie, mal utilisée et menacée. Ainsi, selon les experts de l'Union Africaine, l'Afrique qui compte pour 12% de la population mondiale dispose de 9% des ressources en eau douce. La République démocratique du Congo (RDC) est le pays le plus arrosé avec 25% des ressources africaines et la Mauritanie le plus sec avec 0,001%. Cette inégale répartition et la mauvaise gestion des ressources disponibles entraînent d'énormes problèmes de Santé sur ce continent.

1.1.3 La situation hydrique en Afrique Subsaharienne

Dans une étude intitulée : *Etat des lieux de la situation hydrique en Afrique subsaharienne*, Alexis Carles (2009) chercheur à l'IERPE¹, affirme que l'Afrique subsaharienne possède les plus bas taux au monde quant à l'accès à une eau potable en quantité suffisante et de bonne qualité, ainsi qu'à des

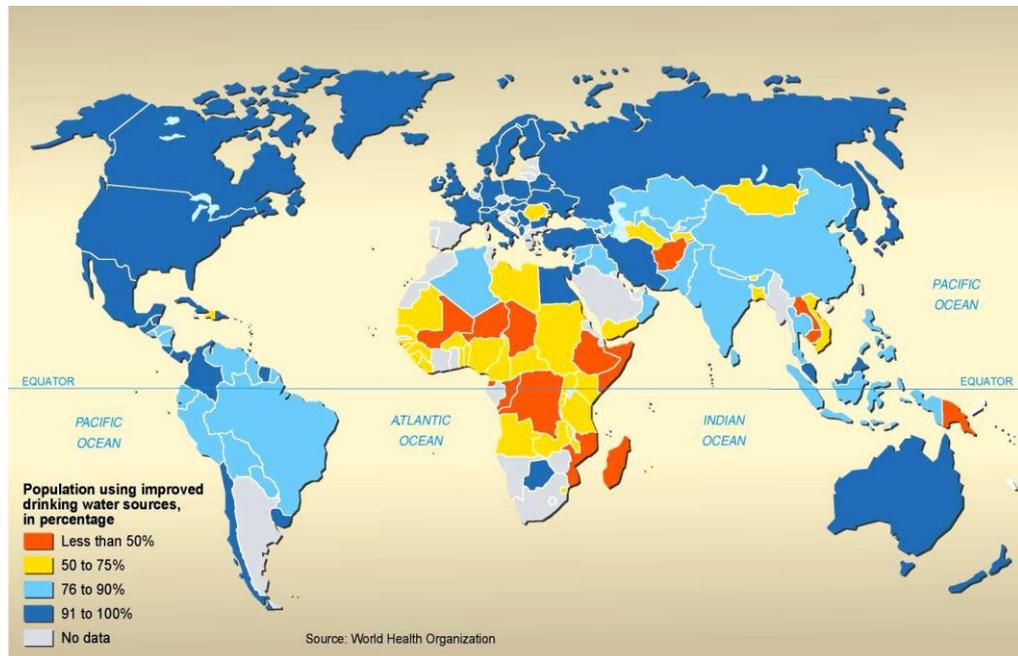
¹ Institut Européen de Recherche sur la Politique de l'Eau

services d'assainissement adéquats. De plus, les situations dans les zones rurales sont bien plus précaires que dans les zones urbaines (UN-HABITAT, 2003 ; PNUD, 2006, Carles, 2009). Pourtant, avec une disponibilité d'eau potentielle évaluée à près de 6.000 m³/hab.an, la région bien qu'en deçà de la moyenne mondiale (évaluée quant à elle à 7.600 m³/hab.an), possède assez d'eau pour satisfaire tous les besoins de ses habitants (PNUE, 2006, Carles, 2009). Les raisons qui sous-tendent ce paradoxe peuvent donc trouver leur justification dans les conditions d'accès à l'eau potable et à l'assainissement.

1.1.4 L'accès à l'eau potable

La carte qui suit présente un état de l'accès à l'eau potable de la majorité des pays de l'Afrique subsaharienne

Figure 2 Proportion de la population ayant accès à des sources d'eau potable de qualité



Source PNUE, 2005b

On constate à l'analyse de cette carte, que la plupart des pays ayant moins de 50% d'accès à une source d'eau potable de qualité se retrouvent en Afrique subsaharienne ; 10 au total (Mali, Tchad, Niger, Ethiopie, Somalie, République Démocratique du Congo, Guinée-équatoriale, Congo, Mozambique, Madagascar). Les autres pays de l'Afrique se situent dans la fourchette de 50-75% d'accès. Dans le reste du monde, seuls quatre (4) pays (Afghanistan, Laos, Cambodge, Papouasie-Nouvelle-Guinée) se trouvent en dessous de 50% d'accès à l'eau potable.

1.1.5 Couverture en Eau potable : des progrès importants

Avec la mobilisation internationale, des efforts substantiels ont été faits de par le monde. Même si la situation n'est pas encore parfaite dans ces pays, elle laisse paraître des lueurs d'espoirs quand l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement en matière d'eau et d'assainissement.

Le rapport du programme conjoint OMS/UNICEF (2010) de suivi de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement intitulé : **Progrès en matière d'eau potable et d'assainissement – 2010** annonce que 87% de la population mondiale soit près de 5,9 milliards d'habitants de notre planète ont accès à l'eau potable. L'humanité est donc sur la voie d'atteindre les objectifs du millénaire pour le développement en matière d'approvisionnement en eau potable, voire de les dépasser. Cependant, les disparités d'accès à l'eau potable n'incitent pas toujours à la satisfaction.

1.1.6 Disparités zones urbaines, zones rurales

Les disparités dans la répartition mondiale des 5,9 milliards de personnes ayant un accès à une eau potable sont largement défavorables pour les pays du continent africain. La grande majorité des gens privés d'accès à l'eau et à l'assainissement vivent en zones rurales. Ce même rapport montre que sept (7) sur dix (10) de ceux qui n'ont pas accès à un assainissement de base vivent en zone rurale, de même que huit (8) sur dix (10) de ceux qui n'ont pas accès à des sources d'eau potable améliorées. Le tableau ci-dessous montre les écarts entre l'Afrique subsaharienne et le reste du monde tant en zone urbaine qu'en zone rurale

Tableau 1 Accès à l'eau potable selon la zone d'habitation: Afrique subsaharienne et Monde

	Afrique subsaharienne	Monde
Milieu urbain	82	95
Milieu rural	44	72
Total	58	83

Sources : BM (2008), CIA (2008), UNICEF (2006)

Dans le monde, 95% des populations des zones urbaines ont accès à l'eau potable contre 82% en Afrique subsaharienne. En zone rurale, 72% dans le monde contre 44% en Afrique subsaharienne. Qu'elle est alors la situation en république du Bénin ?

1.2 L'eau potable en République du Bénin

1.2.1 Présentation de la république du Bénin

Figure 3 Carte administrative du Bénin

CARTE POLITIQUE ET ADMINISTRATIVE DU BÉNIN

Carte administrative du Bénin



La république du Bénin est un pays côtier situé dans la zone intertropicale entre l'équateur et le tropique du cancer, précisément entre les parallèle 6°30' et 12°30' de latitude Nord et le méridien 1° et 3°40' de longitude Est. C'est un pays de l'Afrique de l'ouest qui est limité au nord par le Burkina Faso et le Niger, au sud par l'océan Atlantique, à l'ouest par le Togo et à l'est par le Nigéria. La république du Bénin

s'étend sur une superficie de 114.763 km² et sa population est estimée à 8.760.000 habitants en 2006. Le taux d'accroissement annuel de la population est de l'ordre de 3% selon les statistiques sanitaires mondiales 2008. La nouvelle structure hiérarchique de l'administration territoriale, issue de la décentralisation, comprend 12 départements, 77 communes, 534 arrondissements et 4100 villages ou quartiers de villes. (EDSB, 2006).

Le Bénin est classé parmi les pays à développement humain faible et est 134^{ème} sur 169 pays. L'indice de développement humain (IDH) est de 0,435 et ce même indice ajusté aux inégalités (IDHI) est de 0,282. (PNUD, 2010).

1.2.2 Ressources en eau, cadre politique, institutionnel et réglementaire

Le réseau hydrographique du Bénin est dense et est constitué de plusieurs cours d'eau qui prennent naissance pour la plupart dans le massif de l'Atacora et qui alimentent trois bassins :

- Le bassin du Niger vers le Nord-Est ;
- Le bassin de la Volta vers le Nord-Ouest ;
- Le bassin côtier du Bénin vers le Sud.

Le bassin côtier est constitué essentiellement du fleuve Ouémé, le plus grand du pays (510km) et de ses affluents, principalement l'Okpara et le Zou. Au Bénin, les cours d'eau présentent un régime tropical avec une crue pendant la saison pluvieuse de juillet à octobre et l'étiage vers la fin du mois d'avril. Une succession de lacs et de lagunes séparés de la mer par un étroit cordon littoral caractérise la zone côtière. Elle s'étend sur 125km de long sur 4km en moyenne de large. (EDSB, 2006)

Le secteur de l'approvisionnement en Eau potable est, jusqu'à nos jours, géré par l'Etat. Si des tentatives de privatisation ont été ébauchées à plusieurs reprises, elles n'ont en général donné aucun résultat concret face à la pression de l'opinion publique qui craint de voir flamber le prix d'achat de l'eau. Ainsi, la DG² Eau et la SONEB³ ont à charge la gestion des services d'eau potable en milieu rural et urbain. La SONEB s'occupe aussi du traitement et de l'évacuation des eaux usées en milieu urbain.

Avec l'avènement de la décentralisation et pour permettre l'adaptation du secteur à ce nouveau contexte, une nouvelle stratégie de l'AEP⁴ en milieu rural a été élaborée et s'étend sur la période de 2005-2015. L'AEP en milieu urbain est aussi cadré par une stratégie allant de 2006 à 2015. Cette évolution dans le secteur de l'Approvisionnement en Eau Potable a conduit à l'élaboration et à l'adoption d'autres documents stratégiques et opérationnels à savoir :

- Le document de Politique Nationale de l'Eau ;
- La loi sur la gestion de l'eau et ses textes d'application ;
- La stratégie nationale de gestion des ressources en eau ;

² Direction Générale de l'Eau

³ Société Nationale des Eaux du Bénin

⁴ Approvisionnement en Eau Potable

- Le Plan d'Action Nationale de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE).

Ainsi, depuis 2003, d'autres acteurs se sont ajoutés à l'Etat central. Les communes ont, en effet, acquis des prérogatives et assurent désormais l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement à leurs populations, sans pour autant exercées la maîtrise d'ouvrage que la loi leur accorde ; ceci essentiellement par manque de capacités techniques et de ressources financières. (Livre Bleu Bénin)

1.2.3 Le Bénin et les OMD en matière d'approvisionnement en eau potable

Les Objectifs du Millénaire pour le Développement en matière d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement font référence à l'objectif 7 et aux cibles 10 et 11. En effet l'objectif 7 visent à « Assurer un environnement durable » et ses cibles 10 et 11 voudraient respectivement : « "Réduire de moitié, d'ici 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau de boisson salubre" et " Réussir, d'ici à 2020, à améliorer sensiblement la vie d'au moins 100 millions d'habitants de taudis" »

Pour atteindre ces objectifs, la république du Bénin doit, dans le sous-secteur Eaux potable, réaliser un taux de desserte de 75% en zones urbaines et de 67,3% en zones rurales et semi-urbaines. Pour ce faire, en termes d'infrastructures, le pays doit réaliser 6.475 nouveaux FPM⁵, 537 nouveaux ouvrages d'AEV⁶ et 287 nouveaux PEA⁷. En zone urbaine, 2,2 millions de personnes supplémentaires doivent être raccordées au réseau de distribution d'eau potable de la SONEB et ceci dans 193.000 ménages. (DG-Eau BPO Eau, 2009).

Selon le rapport d'exécution du Budget Programme par Objectif (BPO, 2009), le Bénin est en bonne voie pour l'atteinte de ces OMD. Le tableau suivant présente les réalisations globales d'EPE⁸ en zone rural et semi-urbaine au 31 décembre 2009.

Tableau 2 Réalisations globales 2009

Désignation	BPO DG-Eau	ONG internationales et autres acteurs	Total
EPE Ouvrages Neufs	1811	269	2080
EPE Réhabilités	73	160	233
TOTAL	1884	429	2313

Source : DG-Eau

1884 équivalents Point d'Eau ont été réalisés et 429 réhabilités. Ce qui donne un total de 2313. Il faut souligner qu'un EPE dessert 250 habitants. Ainsi au titre de l'année 2009, ce sont 578250 personnes

⁵ Forage muni de Pompe à Motricité humaine

⁶ Adduction d'Eau Villageoise

⁷ Poste d'Eau Autonome

⁸ Equivalent Point d'Eau

supplémentaires qui ont eu accès à une source d’approvisionnement en Eau potable ; portant de ce fait le taux de desserte de 49,9% en 2008 à 55,1% en 2009. (Exécution BPO Eau DG-Eau Bénin, 2009)

Même si ce taux laisse présager de l’atteinte des OMD dans le sous-secteur de l’approvisionnement en eau potable, il est cependant important de noter que d’énormes disparités subsistent entre les départements, disparités mises en évidence par le tableau suivant.

Tableau 3 Taux de desserte en eau potable au 31 décembre 2009

Départements	Population rurale	Taux de desserte 2009 % ⁹
ALIBORI	667 015	65,1
ATACORA	672 508	68,7
ATLANTIQUE	1 123 630	43,0
BORGOU	950 295	43,2
COLLINES	715 129	64,0
COUFFO	626 844	55,9
DONGA	429 588	58,3
MONO	416 842	70,3
OUEME	856 815	31,4
PLATEAU	493 954	70,8
ZOU	681 810	65,0
BENIN	7 634 430	55,1

Source adaptée: BDI/DG Eau

Les départements les moins desservis sont ceux de l’Ouémé et de l’Atlantique et les plus desservis sont le Plateau et le Mono. Ainsi, ce sont des milliers de personnes qui n’ont pas encore accès à une eau salubre, continuant ainsi de souffrir des affres dues aux maladies liées à l’eau. Le tableau suivant présente la situation, comparée aux OMD.

Tableau 4 Taux de desserte réalisé comparé aux OMD

Taux Indicateurs	Taux prévu pour les OMD		Taux réalisé en 2009	
	Milieu rural	Milieu Urbain	Milieu Rural	Milieu Urbain
Taux de desserte en eau %	67,3	75	55,1	57

Source: rapport exécution BPO 2009 DG-Eau

Un écart de deux points sépare le milieu rural du milieu urbain quant au taux de desserte.

Si la situation est à l’optimisme quant à l’atteinte des OMD dans le sous-secteur de l’approvisionnement en eau potable, tel n’est, malheureusement, pas le cas dans le sous-secteur de l’assainissement tant dans toute l’Afrique en général qu’au Bénin en particulier.

⁹ Le taux de desserte d’une zone est le rapport entre le nombre de points d’eau fonctionnels et le nombre de points d’eau nécessaires pour desservir à 100 % la population de cette zone à raison de 250 habitants par point d’eau.

1.3 Hygiène et Assainissement

1.3.1 Situation de l'hygiène et de l'assainissement en Afrique

La situation de l'assainissement en Afrique n'est pas reluisante. Si des efforts sont constatés dans le sous-secteur de l'approvisionnement en eau potable, celui de l'assainissement reste toujours à la traîne. Ainsi le rapport 2010 de l'OMS sur les progrès en matière d'assainissement et d'alimentation en eau montre que plus de 2,6 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à des installations améliorées d'assainissement. La majeure partie de ceux-ci vivent en Asie du sud (1,07 milliards) et en Afrique subsaharienne (565 millions). Il est aussi important de noter que la plupart des pays ayant un taux d'utilisation de ces installations d'assainissement inférieur à 50% se trouvent en Afrique subsaharienne.

1.3.2 L'assainissement au Bénin

Comme dans la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, les progrès en matière d'utilisation d'installations d'assainissement améliorées sont inférieurs à ceux enregistrés dans le sous-secteur de l'approvisionnement en eau potable. Selon un rapport de l'Institut national de la statistique et de l'analyse économique (INSAE, 2006), seulement un ménage sur trois a accès à un assainissement adéquat. Le rapport d'exécution du BPO¹⁰ 2009 de la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de base, fait état de 51,4% de taux de réalisation d'ouvrages d'assainissement (principalement des latrines familiales et institutionnelles). Le tableau qui suit montre les réalisations par département et selon le type d'ouvrage.

Tableau 5 Taux de réalisation d'ouvrages d'assainissement 2009

DEPARTEMENTS	TAUX DE REALISATIONS 2009 SELON BPO	
	LF ¹¹	LI ¹²
ALIBORI	11,5%	55,7%
ATACORA	3,3%	55,8%
ATLANTIQUE/LITTORAL	5,1%	94,3%
BORGOU	158,4%	80,0%
COLLINES	14,0%	12,9%
DONGA	1,9%	18,3%
MONO/COUFFO	1,9%	15,8%
OUEME	5,3%	52,6%
PLATEAUX	24,8%	39,3%
ZOU	22,0%	85,7%
BENIN	11,6%	51,4%

Source: Rapport exécution BPO 2009/DHAB/MS

¹⁰ Budget Programme par Objectif

¹¹ Latrine Familiale

¹² Latrine Institutionnelle

L'assainissement au Bénin se limite principalement à la construction de latrines. Deux types sont pris en compte comme indicateurs : les latrines familiales (LF) qui sont prévues pour un certain nombre d'usagers selon leurs caractéristiques et les latrines Institutionnelles érigées surtout dans les écoles publiques.

Ainsi il y a de fortes disparités d'un département à un autre. La première observation est que les latrines familiales sont très peu construites en rapport avec les prévisions du BPO. Deux départements sont particulièrement en retard : la DONGA et les départements du Mono et du Couffo. En général, le niveau d'exécution des infrastructures d'assainissement est très faible, faisant craindre une incapacité à atteindre les OMD fixés à 69% de la population totale.

Une comparaison des taux de réalisation d'ouvrages prévus pour atteindre les OMD et ceux réalisés en 2009 est faite dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 Taux de couverture en latrine comparé aux OMD

Taux Indicateurs	Taux prévu pour les OMD		Taux réalisé en 2009	
	Latrine Familiale	Latrine Scolaire	Latrine Familiale	Latrine Scolaire
Taux de couverture en Latrine %	68,9	100	39,4	67,3

Source : rapport exécution BPO 2009/DHAB/MS

A la lumière de ce tableau, le taux de couverture en latrines familiales est de 39,4 et de 67,3% pour les latrines scolaires.

Dans un point de presse récent, la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base estime qu'au 31 décembre 2010, le Bénin a atteint un taux d'accès de 43%. Malgré ce progrès de 2%, l'analyse de ces taux par rapport aux OMD montre que le Bénin accuse un grand retard.

Or, les enjeux relatifs à l'accès à une eau salubre, à l'hygiène et à l'assainissement sont énormes.

1.4 Les enjeux

L'assainissement et l'accès à l'eau potable détermine le niveau d'avancement d'un pays. Malheureusement, dans les pays en développement et surtout en Afrique subsaharienne, les programmes d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement de base sont dissociés. Ce manque de corrélation entre ces deux secteurs ne permet souvent pas d'atteindre les objectifs des programmes qui sont d'impacter positivement sur la santé des populations en leur donnant l'accès à une eau salubre et à un environnement sain.

Dans une étude récente (partenariat Veolia Eau – MIT) portant sur *l'évaluation de l'impact des opérations de branchements sociaux individuels (eau et assainissement)* menée à Tanger au Maroc l'économiste française Esther Duflo s'est penchée sur l'impact de l'accès à l'eau potable sur la santé publique dans les pays du sud. Les résultats de cette étude montrent que l'accès à l'eau potable n'a pas un impact réel sur l'amélioration de la santé des populations du quartier de Tanger. L'arrivée de l'eau courante tient plus de l'amélioration du confort de vie. Ainsi elle affirme : « *Le résultat majeur de*

l'analyse des données de santé est l'absence de tout effet systématique du programme sur la santé des enfants ». Elle ajoute que ce résultat s'explique par le fait que 85% des familles qui ont désormais accès à l'eau courante continuent à stocker de l'eau avant de la boire, tandis que si le nombre de douches a augmenté, les individus ne se lavent pas plus les mains.

Même si les résultats de cette étude ne sont pas transposable à l'Afrique subsaharienne, on peut néanmoins affirmer qu'ils font la preuve de la nécessité de coupler "approvisionnement en eau potable et promotion de l'hygiène et de l'assainissement " Ce n'est que de cette façon que les objectifs de santé publique, de développement économique et social seront atteints.

Les enjeux en matière d'assainissement et d'accès à l'eau potable sont donc multisectoriels :

- Développement économique ;
- Développement social ;
- Développement sanitaire ;
- Education.

Selon la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base, la république du Bénin évolue au rythme moyen de deux pour cent (**2%**) de plus par an en matière d'accès des populations à des infrastructures d'hygiène et d'assainissement de base. Si nous nous référons au taux d'accès au 31 décembre 2010 récemment publié par la même structure qui est de **43%**, à l'arrivée en 2015, le Bénin risque de ne peut pas atteindre les objectifs du millénaire pour le développement par rapport à ce sous-secteur (69% de la population ayant accès à des infrastructures d'assainissement améliorées).

En matière d'approvisionnement en eau potable, le taux d'accès national incite à l'optimisme. 55,1% de la population béninoise à accès à l'eau potable au 31 décembre 2009. Le secteur de l'approvisionnement en eau potable évolue beaucoup plus vite que celui de l'assainissement. Ces efforts pourraient être réduits à néant par le manque de synergie entre les deux secteurs. En effet, afin d'impacter efficacement sur la santé des populations, l'accès à l'eau potable devrait être suivi de près par l'accès à des infrastructures améliorées d'assainissement.

De plus, la crise économique actuelle et l'incapacité à consommer entièrement les crédits alloués peuvent entraîner le tassement de l'aide extérieure accordée aux deux sous-secteurs ci-dessus cités. On estime que pour atteindre les OMD, le Bénin a besoin de **30** milliards de FCFA par an pour l'eau et **12** milliards de CFA par an pour l'assainissement. Sur la période de 1993-2004, **66** milliards de CFA ont été investi principalement dans l'hydraulique rurale, soit une moyenne de 6milliards par an. Seulement **10%** du financement public est accordé à l'assainissement contre **90%** pour l'eau. (Livre bleu Bénin)

Même si des engagements ont été pris par l'Etat béninois à la conférence « AfricanSan » en 2008 consistant à consacrer 0,5% du PIB à l'assainissement et à l'eau, le budget prévisionnel 2010 de l'assainissement est malheureusement de **1,8** milliard de FCFA contre **2,5** milliards en 2009. (Point de presse DHAB Bénin, 2010).

Il est donc important de trouver des solutions alternatives et à moindre coût pour permettre aux populations les plus démunies d'accéder à un assainissement de base décent et l'accès à l'eau potable.

C'est donc dans ce cadre que se situe le présent travail qui se donne pour objectif de contribuer à la promotion des technologies durable d'accès à l'eau potable et à l'assainissement à faible coût. Il s'intéresse particulièrement au Solar Water Disinfection et à l'assainissement écologique à travers les latrines ECOSAN.

La section suivante fait le point sur les connaissances scientifiques sur la désinfection solaire de l'eau (SODIS) et les latrines ECOSAN en établissant d'abord les liens entre l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement, la santé et le développement socio-économique.

2 Cadre théorique.

2.1 Les liens

2.1.1 *Liens entre assainissement, eau potable et santé*

Un lien étroit existe entre l'accès à l'eau potable, l'assainissement et la santé. Ainsi, l'eau potable et l'assainissement constituent d'excellents indicateurs de développement d'un pays au même titre que le niveau de scolarisation. En affirmant : « *L'eau et l'assainissement sont indispensables à la santé publique. Je dis souvent qu'ils en constituent la base, car lorsqu'on aura garanti à tout un chacun, quelles que soient ses conditions de vie, l'accès à une eau salubre et à un assainissement correct, la lutte contre un grand nombre de maladies aura fait un bond énorme* », le Dr LEE Jong-wook, Directeur général de l'Organisation mondiale de la Santé met en évidence cet état de fait.

En effet, un bon niveau d'assainissement associé à un accès à l'eau potable permettrait de réduire sensiblement l'incidence et la prévalence de maladies liées à l'eau insalubre et à des conditions d'hygiène et d'assainissement précaires. Dans un article intitulé : *Enjeux et pratiques de l'assainissement en Afrique sub-saharienne*, Martin SEIDL (2006, p.1) affirme : « *A l'échelle planétaire, 21% de l'incapacité de travail due aux maladies provient des facteurs environnementaux. Le taux le plus élevé se situe en Afrique de l'ouest, où il atteint 10 fois le niveau européen.*». Selon lui, les problèmes dus à l'eau et à l'assainissement comptent pour la moitié de ces facteurs environnementaux. (SEIDL, 2006)

Le rapport PNUD¹³ sur le développement humain (PNUD, 2010) estime que 2,6 milliards d'humains vivent sans toilettes. Sans systèmes d'assainissement, ces personnes sont obligées de rejeter leurs excréments et les eaux usées dans la nature, contaminant de ce fait les eaux que toute la communauté consomme au quotidien. L'UNICEF (2008), estime qu'un gramme (1g) d'excrément humain peut

¹³ Programme des Nations Unies pour le Développement

contenir jusqu'à dix millions de virus et un million de bactéries¹⁴. Les maladies liées à l'eau contaminée par les excréments sont multiples. Au nombre de ceux-ci, on a les maladies diarrhéiques dont la fièvre typhoïde, le choléra, l'hépatite A. Ces maladies sont responsables de **1,8** million de décès dont 90% sont des enfants de moins de cinq (5) ans (OMS, Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé, 2004). D'après (MORAES et al, 2002, SEIDL, 2006), ces décès comptent pour 15% de l'ensemble des décès d'enfants de moins de cinq ans dans les pays en développement et des actions sur l'eau, l'hygiène et l'assainissement permettraient de réduire d'un quart ces risques.

2.1.2 *Lien entre assainissement et développement économique et social*

Vivre sans système d'assainissement adéquat peut constituer un lourd fardeau social à porter pour les populations au quotidien. Un accès inadéquat à l'eau et à l'assainissement a un effet multiplicateur au sein de la population. Selon SEIDL (PNUD, 2006, SEIDL, 2006), les pertes subies sont très importantes et se mesure à l'aune des coûts liés aux dépenses de santé, à la perte de productivité et à l'absentéisme au travail. Les pays les plus touchés sont ceux qui sont très pauvres et l'Afrique subsaharienne y perd environ **5%** de son PIB soit **28,4** milliards USD, montant supérieur au total de celui consacré à l'aide et à l'allègement de dette pour la zone en 2003.

Pris à l'échelle d'un pays, cette situation peut avoir un impact négatif sur l'assiduité à l'école. Le rapport sur le développement humain (PNUD, 2006), estime à **194.000.000** le nombre de jours d'absence à l'école liés aux maladies dues au manque d'assainissement. Dans une étude menée en collaboration avec l'UNICEF, le gouvernement du Bangladesh a montré que la scolarisation des filles pouvait augmenter de **11%** si on leur offrait des infrastructures d'assainissement appropriées dans les écoles.

Ainsi, en prenant des mesures pour assurer l'accès à l'eau potable et à des infrastructures améliorées d'assainissement à leurs populations, les gouvernements des pays en développement pourraient réduire considérablement les dépenses liées à la lutte contre ces maladies.

En terme de coût d'opportunité, l'OMS estime que **1\$** US investit dans l'assainissement rapporte **9\$** US en moyenne, liés à la baisse des coûts du système de santé publique et à la réalisation des gains de productivité.

Une étude faite sur le *gain socioéconomique de l'investissement dans l'assainissement au Bénin* (CREPA-BENIN/Initiative WASH au Bénin, 2009), montre que l'investissement dans ce secteur comporte de substantiels avantages économiques. En effet, selon ce rapport, **547** heures en moyenne par an sont gagnées par chaque ménage qui dispose de latrine. **25.520.584.375** FCFA/an seraient gagnés si tous les ménages étaient équipés de latrines et qu'ils réinvestissaient tout le temps gagné dans une activité avec un Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti (SMIG) de **31.625** FCFA. En termes de gain monétaire en matière de santé, les ménages ayant bénéficié de la Promotion de l'Hygiène et de l'Assainissement (PHA) épargneraient **37.000** FCFA par an et par ménage quand la

¹⁴ UNICEF, Année internationale de l'assainissement 2008: vue d'ensemble

prise en charge est immédiate. Enfin pour la nation entière, on estime le gain à **29.858.075.000** FCFA par an si tous les ménages sans toilettes en étaient pourvus.

Il est donc primordial de savoir prévenir, maîtriser et gérer les risques sanitaires en matière d'eau potable et d'assainissement de base.

2.2 Maîtrise et gestion du risque

Les risques liés à l'eau de boisson et aux déchets humains sont nombreux. Aussi il est important de savoir les identifier, les évaluer et les gérer convenablement. La notion de gestion de risque est désormais omniprésente dans tous les domaines ayant rapport au bien être de l'humain. Quelles sont alors les fondements de la gestion du risque ?

Le concept de gestion des risques (risk management) est probablement apparu pour la première fois aux Etats-Unis dans le domaine financier en relation avec les questions d'assurance (Dubois, 1996). Progressivement, cette notion a été étendue à divers domaines comme l'environnement, la gestion de projet, le marketing, la sécurité informatique ainsi que la santé.

La gestion des risques est définie par l'ISO comme l'ensemble des activités coordonnées visant à diriger et piloter un organisme vis-à-vis du risque. Le risque est donc un danger, inconvénient plus ou moins probable auquel on n'est exposé. (Larousse, 2010).

La gestion du risque se base sur des démarches bien précises qui varient suivant les secteurs d'activités. Ces procédés sont regroupés dans des guides édités par les professionnels de chaque secteur. A cet effet on trouve des guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) dans les domaines de la santé et de l'alimentation.

a. Les guides de bonnes pratiques d'hygiène (GBPH)

Selon l'agence nationale de sécurité sanitaire de la France (anses), les guides de bonnes pratiques d'hygiène sont les référentiels professionnels mis au point par les organismes professionnels d'une filière. Ils sont publiés après validation au journal officiel. Ces guides permettent de respecter les étapes de la démarche HACCP en proposant des éléments concrets.

b. HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINTS (HACCP)

Hazard Analysis and Critical Control Points ou Analyse des risques, analyse des points critiques pour leur maîtrise est une démarche qui voudrait :

- Qu'on écrive ce qu'on fait ;
- Qu'on fasse ce que l'on écrit ;
- Qu'on vérifie ce que l'on a fait.

La méthode HACCP fait un inventaire des risques potentiels. Ces risques peuvent être physiques, chimiques, biologiques et microbiologiques, allergènes. Elle prend ensuite des mesures préventives et

de maîtrise et établie enfin des mesures de surveillance. (Cours Sécurité microbiologique des aliments et assurance-qualité, usenghor, Leveau, 2010).

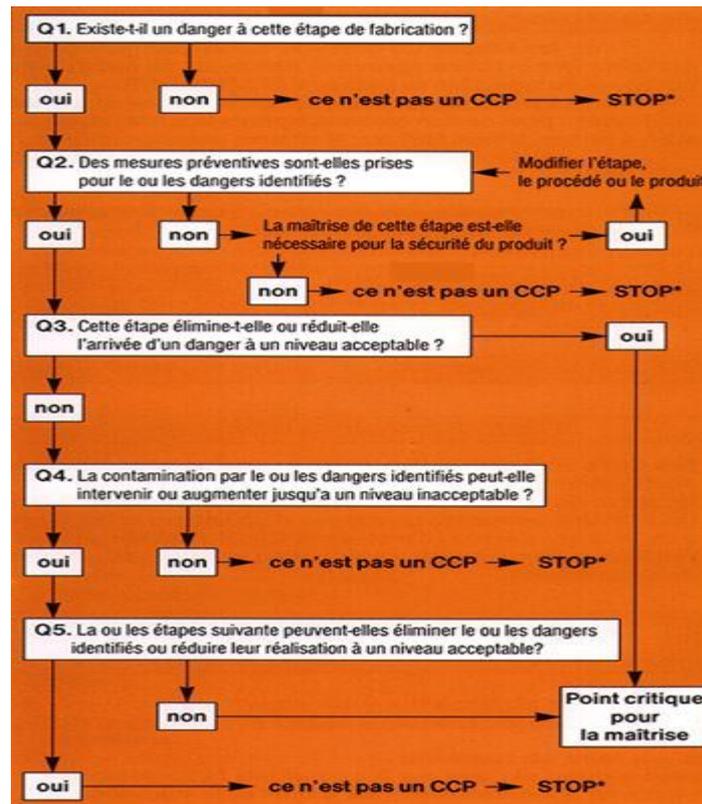
HACCP se base donc sur sept (7) principes fondamentaux:

- a. Identification et évaluation des dangers - Identification des mesures préventives ;
- b. Détermination des points critiques pour leur maîtrise (CCP) ;
- c. Détermination des critères à respecter pour chaque CCP ;
- d. Etablissement de la surveillance des CCP ;
- e. Etablissement des valeurs correctives ;
- f. Etablissement de la vérification globale du système ;
- g. Etablissement de la documentation.

Le CCP ou Critical Control Point est l'étape dite « critique » à laquelle on peut appliquer et surveiller en temps utile la dernière mesure de maîtrise (identifiée par l'analyse des dangers) possible indispensable à la sécurité des produits alimentaires. C'est donc l'étape à laquelle une mesure de maîtrise peut être appliquée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires ou le ramener à un niveau acceptable. La surveillance permet de s'assurer de la mise en œuvre effective des mesures de maîtrise et à défaut d'entreprendre des actions correctives. (Cours Sécurité microbiologique des aliments et assurance-qualité, usenghor, Leveau, 2010).

Un CCP est donc une étape (opération, point, procédure) dont la non-maîtrise entraîne un risque inacceptable sans aucune possibilité de correction ultérieure. Il existe donc un arbre de décision pour l'identification des CCP présenté dans la figure ci-dessous.

Figure 4 Arbre de décision pour la détermination d'un point critique à maîtriser



Source : <http://www.eurofins-formationconseil.fr>

Ainsi dans, dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine, des procédés très stricts ont été édités par l'OMS.

2.2.1 Qualité de l'eau de boisson

Selon les directives de qualité de l'eau publiées par l'OMS, une eau de boisson saine ne présente aucun risque notable pour la santé d'une personne qui la consommerait sur toute la durée de sa vie, compte tenu des variations de sensibilité éventuelles entre les différents stades de la vie.

En effet l'eau peut être sujette à des polluants d'origines diverses intimement liés à l'activité humaine : pollution domestique, urbaine, industrielle et agricole. Il existe donc différentes natures de pollution :

- La pollution physique par les matières en suspension dans l'eau ;
- La pollution chimique, présence de substances dissoutes ;
- La pollution biologique, présence de virus, bactérie, champignons ;
- La pollution thermique par l'augmentation de la température.

Il y a donc des critères d'évaluation de la qualité d'une eau salubre qui ont trait à la température, au pH, aux matières en suspension, à la demande chimique en oxygène, à la demande biochimique en oxygène en 5 jours, aux paramètres organoleptiques (couleur, turbidité, odeur, saveur), aux paramètres concernant les substances indésirables (Fer, Argent, Fluor, Nitrate, Nitrites, Ammonium...), aux paramètres microbiologiques. Dans ce mémoire nous insisterons beaucoup plus sur ces derniers.

Les paramètres microbiologiques

- Absence de Salmonella dans 5L ;
- Absence de Staphylocoques dans 100ML ;
- Absence de bactériophages fécaux dans 50ML ;
- Absence d'Entérovirus dans 10L ;
- Absence de coliformes dans 100ML (95% des échantillons au moins) ;
- Absence de coliformes thermotolérants dans 100ML ;
- Absence de Streptocoques fécaux dans 100 ML;
- Absence de spores de bactéries anaérobies sulfitoréductrices dans 20ML (Cours Sécurité microbiologique des aliments et assurance-qualité, usenghor, Leveau, 2010).

2.2.2 Indicateurs microbiens de qualité de l'eau

Les maladies infectieuses sont transmises principalement par les excréta humains et animaux, notamment les matières fécales. S'il existe des malades ou des porteurs de germes potentiellement pathogènes dans la communauté, la contamination fécale de la source d'approvisionnement d'eau entraînera la présence de microorganismes pathogènes, responsables des maladies comme les gastro-entérites. Les méthodes d'isolement et d'identification de ces microorganismes étant souvent très lentes et complexes, il est communément admis de rechercher les organismes normalement présents dans les excréments de l'homme et des animaux à sang chaud en tant qu'indicateurs d'une éventuelle pollution ou de l'efficacité d'une méthode de traitement et de désinfection de l'eau. (Hasley & Leclerc, 1993, Megan & Djagli, 2007).

Les bactéries pathogènes habituellement rencontrés dans l'eau sont toujours accompagnées d'autres bactéries de même origine, et beaucoup plus abondantes et plus fréquentes. On les appelle **bactéries indicatrices**.

Les bactéries indicatrices pour le contrôle de la qualité hygiénique de l'eau doivent répondre aux critères suivants :

- Elles doivent être toujours présentes lorsque les microorganismes pathogènes sont présents ;
- Elles doivent apparaître en nombre plus grand que les pathogènes ;
- Elles doivent avoir le même comportement que les pathogènes dans l'environnement naturel et au cours des procédés de traitement de l'eau.
- Elles doivent être mises en évidence, dénombrées et identifiées à l'aide de techniques simples.

Si aucun microorganisme ne satisfait à toutes ces exigences, l'espèce **Escherichia coli** répond à la majorité de ces critères et dans une moindre mesure les **bactéries coliformes thermotolérantes**. D'autres bactéries peuvent être aussi utilisées comme indicateurs. Il s'agit de :

- Les streptocoques fécaux qui sont utilisés comme indicateurs supplémentaires d'une pollution fécale ou de l'efficacité d'un traitement dans certaines conditions ;
- Les spores de clostridium sulfito-réducteurs qui sont utilisés comme indicateur d'élimination des entérovirus ou des formes quiescentes de cryptosporidium, de giardia, des amibes et d'autres parasites qui résistent mieux à la désinfection que *Escherichia coli* (OMS, 2004).

Ces directives conduisent, de fait, à des normes microbiologiques de qualité d'une eau de boisson.

2.2.3 Normes microbiologiques

L'eau destinée à la consommation et aux besoins des ménages ne doit pas contenir de microorganismes pathogènes. L'indicateur de pollution fécale le plus fréquent et le plus spécifique est *Escherichia coli*. Jusqu'à une quantité de **10ml** ou **100ml** d'eau de consommation analysée, ni ***Escherichia coli*** ni ***coliforme thermotolérant*** ne doit être isolé.

La qualité de l'eau peut se détériorer au cours de sa distribution et de sa conservation. Le tableau suivant résume le niveau des risques encourus en fonction de la concentration en coliformes fécaux.

Tableau 7 Classification des risques en fonction du nombre de coliformes fécaux présent dans 100mL d'eau de boisson

Nombres de coliformes fécaux par 100mL	Remarques
0	En accord avec les guidelines de l'OMS
1-10	Bas risque
10-100	Risques intermédiaires
100-1000	Haut risque
Supérieur à 1000	Très haut risque

Source : SANDEC/EAWAG, 1996

2.2.4 Méthodes de désinfection de l'eau

Les différentes méthodes de désinfection de l'eau doivent donc concourir au respect de ces normes afin que l'eau de boisson ne constitue aucun danger sur le plan sanitaire pour l'homme.

La désinfection est un traitement qui permet de détruire ou d'éliminer les microorganismes susceptibles de transmettre des maladies. Ce traitement n'inclut pas forcément la stérilisation, qui est la destruction de tous les organismes vivants dans un milieu donné. (Desjardins, 1997, Megan & Djagli, 2007)

En république du Bénin, plusieurs méthodes de désinfection de l'eau sont utilisées. Les plus courantes sont :

- L'ébullition

C'est une méthode qui tue les pathogènes viraux, parasitaires et bactériens si elle est bien menée. Mais son coût énergétique est tel, qu'elle est insoutenable sur le plan économique et environnemental. De plus, l'eau traitée par ébullition a un goût désagréable du fait de la disparition des gaz dissouts. C'est un procédé applicable à de petites quantités d'eau. (SANDEC/EAWAG, 2005).

- La filtration

C'est le passage de l'eau à travers un filtre. Elle se fait au niveau domestique au moyen de simples filtres tels que les filtres bougie en céramique, les filtres à cailloux et sable. Ils éliminent une grande partie des matières solides mais ne peuvent pas éliminer tous les microorganismes.

Il faut dire que les filtres disponibles dans le commerce reviennent trop chers aux populations et ceux réalisés localement sont d'une efficacité limitée quant à l'amélioration de la qualité microbiologique de l'eau obtenue. (SANDEC/EAWAG, 2005).

- La chloration

C'est la méthode la plus utilisée dans le monde. (80% des populations dans le monde). Elle consiste en l'utilisation de l'hypochlorite de sodium communément appelé « eau de javel ». Il agit rapidement dans l'eau pour former de l'acide hypochloreux, composé actif dans la désinfection. L'addition d'hypochlorite libère des ions hydroxydes qui augmentent le pH de l'eau.

Ces trois procédés sont utilisés de façons diverses par les populations au Bénin. La plus effective est la chloration. Elle est surtout utilisée par la Société Nationale des Eaux du Bénin. A niveau ménage et surtout en zone rural, elle est très peu utilisée compte tenu du coût d'achat du chlore et du manque d'éducation des populations à son usage correct. (SANDEC/EAWAG, 2005)

La problématique de l'accès à l'eau potable étant majeure dans les pays de l'Afrique subsaharienne, il est primordial de trouver des solutions alternatives, afin de donner aux populations les plus défavorisées, la possibilité d'accéder, à niveau ménage, à une eau dont la qualité est acceptable pour la consommation humaine. En proposant une technologie simple, économique et durable, le **Solar Water Disinfection** ou **désinfection Solaire de l'eau** (SODIS) offre cette alternative.

2.3 Solar Water Disinfection (SODIS) ou désinfection solaire de l'eau

Promu par le département eau et assainissement dans les pays en développement (SANDEC) de l'Institut fédéral suisse pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG), le Solar water Disinfection ou désinfection Solaire de l'eau est une technologie simple, à bas coût pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine. SODIS utilise le rayonnement solaire (rayonnement UV-A et température) pour détruire les bactéries et les virus présents dans l'eau.

SODIS est une méthode de traitement de l'eau qui :

- *Ne change pas le goût de l'eau ;*
- *Est efficace au niveau de l'habitat individuel ;*
- *Est simple d'emploi ;*
- *Utilise les ressources locales et une source d'énergie renouvelable ;*
- *Est facilement reproductible avec de très faibles coûts d'investissement.*

2.3.1 Description de la méthode SODIS

Pour utiliser efficacement SODIS, il faut :

- Disposer de bouteille en plastique PET (de préférence 1 à 2l de capacité) ;
- De l'eau assez claire (dont la turbidité ne dépasse pas 30 UNT) ;
- Il est important de laver soigneusement les bouteilles avant leur premier emploi ;
- Remplir à $\frac{3}{4}$ les bouteilles ;
- Secouer les bouteilles pendant 20 secondes ;
- Remplir complètement les bouteilles et visser les couvercles ;
- Placer les bouteilles sur un support métallique ou mettre les bouteilles sur le toit en tôle ;
- Laisser les bouteilles en plein soleil pendant 6 heures ou 2 Jours par temps de ciel couvert.

L'eau obtenue par ce processus peut être consommée sans crainte de contamination microbiologique.

2.3.2 Conditions pour une efficacité maximale de SODIS

a. Caractéristiques des bouteilles à utiliser

Divers types de matériaux plastiques transparents sont de bons transmetteurs de lumière dans le spectre UV-A et de la lumière visible. Les bouteilles en plastique sont en polyéthylène téréphtalate (PET) ou en chlorure de polyvinyle (PVC). Ces deux matériaux contiennent des additifs, tels que des stabilisateurs d'UV. Les bouteilles en PET sont beaucoup plus recommandées, car elles contiennent beaucoup plus d'additifs que les bouteilles en PVC. Etant donné que le rayonnement UV est réduit en fonction de la profondeur de l'eau, les récipients devant servir à la désinfection par le rayonnement solaire, ne doivent pas dépasser 10cm de profondeur. Les bouteilles PET répondent à cette condition lorsqu'elles sont exposées horizontalement au soleil. (SANDEC/EAWAG, 1996).

b. Support des bouteilles

Une augmentation de la température peut être obtenue en utilisant des tôles de fer ondulé comme support de bouteilles. D'autres supports foncés sont également appropriés. Les bouteilles peuvent être exposées au soleil sur le toit en métal d'une maison, sur une tôle ondulée en zinc placée sur le sol ou sur un toit en tuiles si des tôles en zinc ne sont pas disponibles.

c. Turbidité de l'eau

Les particules en suspension dans l'eau réduisent la pénétration du rayonnement et protègent les microorganismes contre celui-ci. Par conséquent, l'efficacité de SODIS est réduite dans le cas d'une eau turbide. SODIS nécessite de l'eau relativement claire, de turbidité inférieure à 30 UNT (unité néphélométrique de turbidité). (SANDEC/EAWAG, 1996).

2.4 Aspects techniques de la désinfection solaire de l'eau

La méthode de désinfection de l'eau par le rayonnement solaire utilise deux composantes de la lumière solaire pour la destruction des pathogènes. Le premier, le rayonnement ultraviolet qui a un effet germicide et le second, l'infrarouge qui augmente la température de l'eau et produit un effet connu sous le nom de pasteurisation lorsque cette dernière atteint 70-75°C. La combinaison du rayonnement UV-A et de la production de chaleur entraîne un effet synergique qui augmente l'efficacité du processus. (SANDEC/EAWAG, 1996).

2.4.1 Effets du rayonnement ultraviolet

Le rayonnement solaire peut être divisé en trois gammes de longueurs d'ondes : le rayonnement UV, la lumière visible et l'infrarouge. Le rayonnement UV ne peut pas être perçu par l'œil humain. C'est un rayonnement très agressif qui peut causer de sévères dégâts cutanés, oculaires et qui détruit les cellules vivantes. Heureusement, la plupart des ultraviolets de type B et C, de longueur d'onde de 200 à 300nm, sont absorbés dans l'atmosphère par la couche d'ozone qui protège la terre du rayonnement provenant de l'espace. Ce n'est que la fraction d'UV-A, la plus élevée dans le spectre et proche de la lumière violette visible, qui atteint la surface de la terre.

Le rayonnement UV-A a un effet létal sur les germes pathogènes présents dans l'eau. Etant donné que ces microorganismes vivent habituellement spécifiquement dans le tractus gastro-intestinal de l'homme, ils ne sont pas toujours adaptés aux conditions environnementales agressives. Ils sont donc plus sensibles au rayonnement solaire que d'autres organismes retrouvés communément dans l'environnement. Le rayonnement UV-A interagit directement avec les acides nucléiques et les enzymes des cellules vivantes. Il modifie la structure moléculaire et conduit à la mort cellulaire. Il réagit également avec l'oxygène dissout dans l'eau et produit des formes particulièrement réactives d'oxygène tels que les radicaux libres et le peroxyde d'hydrogène. Ces molécules réactives interfèrent à leur tour avec les structures cellulaires et détruisant ainsi les microorganismes. (SANDEC/EAWAG, 1996)

2.4.2 Effets de la température

Un autre aspect de la lumière du soleil est le rayonnement de grande longueur d'onde appelé infrarouge. Ce rayonnement est également invisible à l'œil humain, mais nous pouvons sentir la chaleur produite par une lumière de longueur d'onde supérieure à 700nm. Les microorganismes sont sensibles à la chaleur. Le tableau suivant indique l'effet de la chaleur sur les microorganismes en fonction du temps d'exposition.

Tableau 8 Thermo résistance des microorganismes dans l'eau

Microorganismes	Température pour 100% de destruction		
	1min	6min	60min
Entérovirus			62°C

Rotavirus			63°C pour 30 min
Coliformes fécaux	Destruction complète à 80 °C		
Salmonella		62°C	58°C
Shigella		61°C	54°C
Vibrio cholerae			45°C
Kystes d'Entamoeba Histolitica	57°C	54°C	50°C
Kystes de Giardia	57°C	54°C	50°C
Œufs et larves d'Ankylostomes		62°C	51°C
Œufs d'Ascaris	68°C	62°C	57°C
Œufs de Schistosomes	60°C	55°C	50°C
Œufs de Tænia	65°C	57°C	51°C

Source : SANDEC/EAWAG, 1996

2.4.3 Les contraintes météorologiques

L'efficacité de la désinfection de l'eau par le rayonnement solaire dépend de la quantité de soleil disponible. Le rayonnement solaire est distribué de manière inégale et varie en intensité d'une région géographique à l'autre, en fonction de la latitude, de la saison et de l'heure de la journée. La région la plus favorable pour l'emploi de cette méthode de désinfection se situe entre la latitude 15°Nord et 35°Nord et la latitude 15°Sud et 35°Sud. Ces régions semi-arides sont caractérisées par la plus grande quantité de rayonnement solaire. La deuxième région la plus favorable se trouve entre l'équateur à la latitude 15°Nord ou 15°Sud. En raison d'un haut taux d'humidité et d'une couverture nuageuse importante, la quantité de rayonnement dispersé y est élevée.

Il est important de noter que la majorité des pays en développement sont localisés entre la latitude 35°Nord et 35°Sud. Ils peuvent donc compter sur le rayonnement solaire comme source d'énergie pour la désinfection de l'eau de boisson.

Quels sont les résultats obtenus avec SODIS et qui sont scientifiquement attestés ?

2.5 Résultats obtenus avec SODIS

L'Organisation Mondiale de la Santé, l'UNICEF et la Croix-Rouge recommandent SODIS comme méthode alternative pour le traitement de l'eau potable dans les pays en développement. Ainsi, l'OMS affirme : « *La désinfection solaire est un exemple d'une méthode alternative à effets bénéfiques sur la santé. Ses faibles coûts d'investissement pour les utilisateurs finaux rendent de ce fait la méthode accessible aux plus pauvres* » (OMS, 2007). SODIS a également obtenu le prix Croix-Rouge 2006.

Quel sont alors les effets de cette méthode sur la santé ?

2.5.1 Effets de SODIS sur les pathogènes

Le rayonnement UV-A et la température ont un effet synergique. A une température de l'eau de 30°C, une fluence de 555 Wh/m² (350-450nm, dose de rayonnement solaire correspondant à 6 heures de soleil d'été à une latitude moyenne.) est nécessaire pour atteindre une réduction de 3log des coliformes fécaux. Dans ces conditions seul l'effet du rayonnement UV-A est présent.

Toutefois, le taux de mortalité des coliformes fécaux exposés au soleil augmente significativement lorsque deux facteurs de stress, le rayonnement et l'élévation de la température, sont présents. Ainsi à une température d'eau de 50°C, un effet synergique entre le rayonnement et la température se produit : une réduction des coliformes fécaux de 3log ne nécessite alors plus qu'une fluence de 140 Wh/m² équivalent à un temps d'exposition d'une heure seulement. Etant donné que les pathogènes humains, une fois évacués du corps de l'homme sont très sensibles aux conditions difficiles qui règnent à l'extérieur, ils ne résistent pas au changement de température et n'ont aucun mécanisme de protection contre le rayonnement UV.

Des recherches ont montré que des bactéries et des virus pathogènes sont détruits par SODIS. L'inactivation des microorganismes suivants a été documentée :

- Bactéries : Escherichia Coli (E.coli), Vibrio cholerae, Streptococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Shigella flexneri, Salmonella typhii, Salmonella enteritidis, Salmonella paratyphi ;
- Virus : Bactériophage f2, Rotavirus, Virus de l'encéphalomyocardite ;
- Levures et moisissures : Aspergillus Niger, Aspergillus flavus, Candida, Geotrichum ;
- Protozoaires : Giardia spp. ; Cryptosporidium spp. ;

Le tableau suivant montre les pathogènes détruits par les rayons UV-A.

Tableau 9 Pathogènes détruits par les rayons UV-A

Eléments pathogènes	Maladies	Réduction par le procédé SODIS (exposition : 6 heures à 40°C)
Bactéries		
E.coli (Indicateur de qualité de l'eau)	Entérite	3-4 log = 99,9%
Vibrio Cholerae	Cholera	3-4log
Salmonella spp.	Typhus	3-4log
Shigella spp.	Dysenterie	3-4log
Virus		
Rotavirus	Gastroentérite	3-4log
Polio Virus	Poliomyélite	Inactivé (résultats inédits)
Hépatite Virus	Hépatite	Réduction des hépatites (études inachevées)
Protozoaires		
Giardia lamblia	Giardiase	3-4log (inactivation des kystes)
Cryptosporidium spp.	Cryptosporidiose	2-3log (inactivation des oocystes)

Source : SANDEC/EAWAG, 1996

Il est toutefois important de souligner que SODIS ne produit pas une eau stérile.

2.5.2 Efficacité de SODIS dans différentes conditions

L'efficacité de SODIS en laboratoire a été largement prouvée par l'équipe scientifique de la SANDEC/EAWAG. Mais l'utilisation de cette méthode ne bénéficie pas des mêmes conditions en laboratoire que sur le terrain. Ainsi de nombreux essais ont été réalisés dans les conditions suivantes :

- *Recherches en laboratoire (expériences réalisées dans des conditions strictement contrôlées ; résultats reproductibles)*
- *Recherches sur le terrain (réalisées dans des conditions naturelles : lumière, bouteilles, eau etc.) ;*
- *Atelier de démonstration (conditions presque réelles avec un effet hautement éducatif car tous les résultats sont immédiatement présentés aux participants à l'atelier.) ;*
- *Utilisation au niveau de l'habitat individuel (possibilité de connaître la qualité réelle de l'eau à l'instant même de la consommation ; tous les paramètres techniques et humains sont prises en considération y compris une éventuelle contamination secondaire.).*

2.5.3 Quelques résultats pertinents

Chaque fois que les conditions d'efficacité de SODIS ont été réunies (bouteilles plastiques transparentes jusqu'à 2 litres de volume ; exposition des bouteilles pendant 6 heures en plein soleil ou par temps légèrement couvert de 9 heures du matin à 3 heures de l'après-midi : turbidité de l'eau ne dépassant pas 30 UNT), les tests sur le terrain ont confirmé les résultats obtenus en laboratoire, à savoir une réduction des coliformes fécaux de 3log donc une efficacité de SODIS à 99,9 %. Les tableaux suivants résument des expériences réalisées dans diverses conditions.

Tableau 10 Efficacité de SODIS durant les ateliers de démonstration

Niveau d'efficacité	% d'échantillons	Nombres d'échantillons
>99,9%	81.2	95
99-99,9 %	9.4	11
90-99%	4.3	5
<90%	5.1	6
Total	100	117

Source : SANDEC/EAWAG, rapport N°12/Avril 2005

Les données ont été collectées durant 25 ateliers : Bolivie (22) ; Honduras (1) ; Equateur (1) ; Pérou (1) entre 1999-2001. Un total de 119 échantillons d'eau SODIS a été réalisé et comparé avec une eau de qualité brute. Tous les échantillons de turbidité inférieure à 30UNT, initialement contaminés avec des coliformes fécaux et exposés avant 10 heures du matin ont été inclus dans l'évaluation. Il importe de noter que tous les échantillons dont l'efficacité est inférieure à 90% ont été mesurés au cours d'un unique atelier s'étant déroulé dans des conditions climatiques particulièrement défavorables au Pérou.

On peut donc noter que **81%** des échantillons analysés ont présenté un taux de désinfection des coliformes fécaux de plus de 99,9% ; **9%** des échantillons dans la gamme de 99-99,9% ; **4%** entre 90-99% de désinfection. Seuls **5%** des échantillons analysés ont montré une efficacité inférieure à 90%.

Tableau 11 Efficacité de SODIS au niveau de l'utilisation individuel (exemple du projet SODIS au Nicaragua)

Efficacité	% d'échantillons	Nombre d'échantillons
>99,9%	64.6	31
99-99,9%	0	0
90-99%	20.8	10
<90%	14.6	7
Total	100	48

SANDEC/EAWAG, rapport N°12/Avril 2005

Mesurer l'efficacité de SODIS est plus difficile à l'échelle de l'utilisateur que lors des ateliers de démonstration. En effet, le taux d'inactivation des bactéries ne peut pas toujours être défini de manière précise, car les données de contamination initiale ne sont souvent pas disponibles. Normalement, *l'eau traitée par SODIS est analysée en même temps que l'eau non traitée*. Bien que l'eau brute soit prélevée à la même source que celle dont est issue l'eau traitée par SODIS, il ne s'agit pas exactement de la même eau. Il est donc impossible de mesurer le taux exact d'inactivation de SODIS. Il s'agit plutôt de comparer la qualité de l'eau obtenue par SODIS par rapport à la qualité générale de l'eau que l'utilisateur prélève directement à la source pour sa boisson. (SANDEC/EAWAG, 2005). Il est donc important pour l'efficacité de SODIS, que les familles jouissent de conditions d'hygiène et d'assainissement suffisantes.

Le rapport « Avantages-Coûts » de SODIS est aussi fortement positif.

2.5.4 Intérêts économiques

Dans un article intitulé *Promotion of household water treatment and safe storage in Unicef WASH programmes*, l'UNICEF (2008), réaffirme la nécessité d'œuvrer pour le développement de programmes de promotion du traitement et du stockage sécurisés de l'eau au sein des ménages, surtout à faibles revenus. Citant une étude faite par Clasen (2007), l'UNICEF présente dans cet article, un tableau du coût par personne et par an de mise en œuvre de différentes méthodes de traitement de l'eau à niveau ménage. La désinfection solaire de l'eau est la plus avantageuse avec 0,63\$.

Cependant, cet avantage ne saurait avoir un véritable impact sur la santé des populations s'il n'est pas accompagné de bonnes pratiques d'hygiène et d'assainissement. Des études (Esrey et al, 1991; ACF, 2005) ont montré que l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable seule a un impact limité sur les maladies diarrhéiques (16%). Mais associé à la promotion de l'hygiène et de l'assainissement, l'impact est bien plus important (36%). En quoi consistent donc l'hygiène et l'assainissement ?

2.6 Hygiène et Assainissement

L'assainissement est un processus qui a pour finalité de donner aux personnes un environnement de vie sain en assurant l'évacuation et le traitement des eaux usées et des excréta en minimisant les risques pour la santé, en collectant et éliminant les déchets solides. (Wéthé, 2009 ; Adissoda, 2010).

Deux types de pratiques d'assainissement sont les plus promues jusqu'à nos jours : le « tout à l'égout » et le « stockage ».

Même si le « tout à l'égout » a été pendant longtemps considéré comme la meilleur des solutions, on voit apparaître dans les villes des pays en développement, des alternatives à ce système et ceci pour plusieurs raisons :

- Financières : les pays en voies de développement n'ont souvent pas les moyens de faire face à l'investissement financier que requiert les systèmes complexes du « tout à l'égout » ;
- Capacités institutionnelles et compétences techniques limitées ;
- Le manque de ressources suffisantes en eau.

Le système de « stockage » est le fait de conserver les excréments humains dans une latrine à grande fosse pour une période indéterminée. C'est le système d'assainissement le plus utilisé dans le monde.

Mais celui-ci fait face à plusieurs contraintes :

- Il est inutilisable dans les zones surpeuplées par manque d'espace pour creuser les fosses des latrines ;
- Il ne peut se construire sur les sols rocheux ;
- Il ne peut se construire là où le niveau de l'eau souterraine est élevé ;
- Il ne peut se construire dans les zones périodiquement inondables.

Le système de stockage des excréments humains conduit souvent à la contamination du sol et de la nappe d'eau, les mauvaises odeurs, l'effondrement des fosses, la prolifération des mouches, le risque de débordement pendant une saison de fortes pluies. (Esrey et al., 1998)

Face à ces options qui présentent des inconvénients majeurs sur plusieurs plans, d'autres alternatives durables existent.

2.6.1 L'assainissement écologique

L'assainissement écologique est une nouvelle façon de penser, de percevoir les déchets solides et liquides (excrétas et eaux usées) non pas comme des rebuts mais plutôt comme des ressources qui peuvent être valorisées. (CREPA, 2009). Esrey et al (1998) montrent que l'assainissement écologique se base sur trois aspects fondamentaux :

- Rendre les excréments humains sains ;
- Prévenir la pollution plutôt que d'essayer de lutter contre après son apparition ;
- Utilisés les produits sains issus des excréments humains hygiénisés dans l'agriculture.

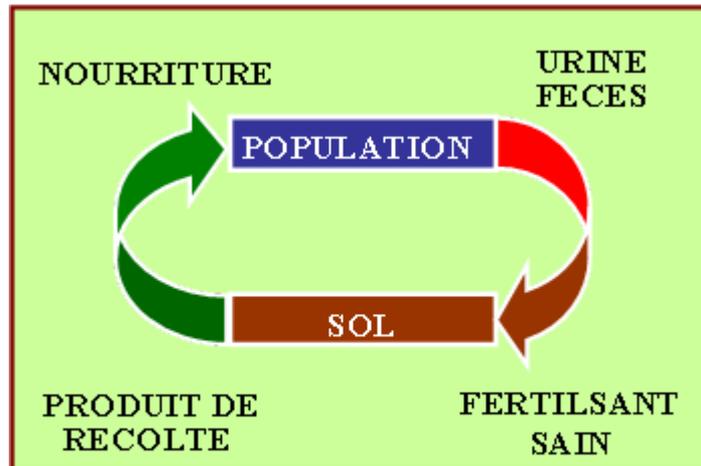
C'est donc un système qui tend à satisfaire les critères suivants :

- Etre capable de détruire ou d'isoler les pathogènes d'origine fécale ;
- Etre à la portée des populations les plus pauvres ;
- Empêcher la pollution, retourner les nutriments vers le sol et protéger les ressources en eau ;

- Respecter les valeurs culturelles et sociales ;
- Etre facile d'entretien dans les limites de la capacité technique, du cadre institutionnel et des ressources économiques locaux. (Esrey et *al.*, 1998).

En cela, il constitue un cycle qui se conçoit en boucle fermée que présente la figure suivante.

Figure 5 Cycle de l'Assainissement Ecologique



Source : CREPA-SIEGE, 2005

Les excréta hygiénisés (fèces et urine) issus des latrines ECOSAN sont utilisées pour fertiliser les sols. Les produits des récoltes serviront à nourrir les populations humaines. L'intérêt de l'utilisation des latrines ECOSAN est donc important.

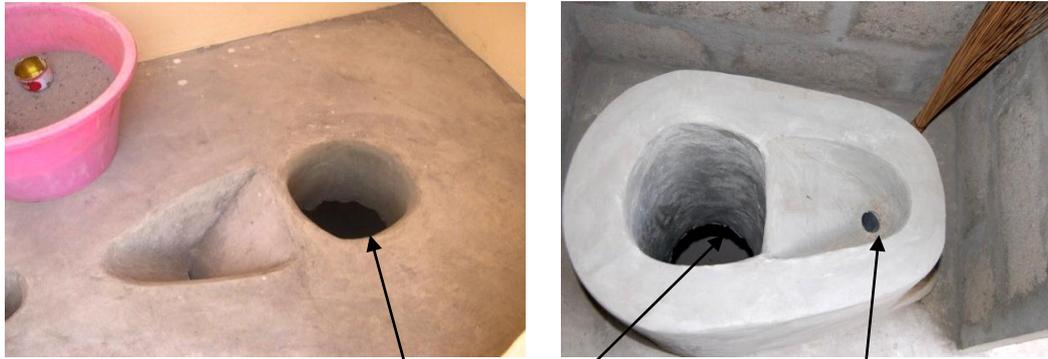
2.6.2 Description des latrines ECOSAN

La latrine ECOSAN est constituée de deux parties :

- La superstructure qui peut être en matériaux locaux ou définitifs ;
- La fosse dans laquelle sont recueillies les excréta est sans entrainement d'eau et en maçonnerie conçue suivant les normes en vigueur. Elle est munie de plaques chauffantes à l'arrière. Pendant l'utilisation, il y a la séparation des flux. Les fèces sont recueillies dans la fosse et l'urine dans des bidons fermés.

Les figures ci-dessous montrent les différentes parties d'une latrine ECOSAN.

Figure 6 Formes de cuvettes latrine ECOSAN positions accroupies et assises



Source : CREPA-BENIN 2006

Trou de défécation

Trou de miction

Figure 7 Latrine ECOSAN à usage collectif vue de face et de dos



Source : CREPA-BENIN 2006

Conduit d'aération en PVC

Plaques chauffantes

2.6.3 Fonctionnement et mode d'utilisation

Les latrines ECOSAN sont conçues de sorte à séparer les flux. Les fèces sont recueillies dans la fosse et les urines dans un bidon fermé. Cette séparation des fèces et de l'urine diminue considérablement l'humidité dans les fosses. Les latrines ECOSAN sont souvent construites hors sol, ce qui permet le séchage des fèces, évite la contamination de la nappe phréatique et facilite la vidange. Les plaques chauffantes accélèrent la déshydratation des fèces. L'utilisation de la cendre ou de la sciure après

chaque défécation permet de réduire davantage l'eau des matières fécales de la fosse ainsi que les odeurs.

L'utilisation des latrines ECOSAN est simple. Chaque usager doit, à chaque fois qu'il l'utilise, veiller à respecter les règles suivantes :

- Veiller à ne pas uriner dans la fosse destinée aux fèces et le faire dans le compartiment réservé à cet effet ;
- Verser une quantité déterminée de cendre ou de sciure de bois chaque fois qu'il y va ;
- Contrôler périodiquement le contenu des bidons afin que l'urine ne déborde pas. (CREPA-BENIN, 2006).

2.6.4 Recyclage ou réutilisation des excréta

L'urine :

Un adulte produit en moyenne **400** litres d'urine par année qui contient **4.0** kg d'azote, **0,4** kg de phosphore et **0,9** kg de potasse. Les nutriments contenus dans l'urine se présentent sous la forme idéale que les plantes peuvent utiliser à savoir l'azote sous forme d'urée, le phosphore en superphosphate et la potasse sous forme d'ion. (CREPA-BENIN, 2006).

Selon (Esrey et *al.*, 1998), la quantité de ces nutriments trouvée dans les urines est beaucoup plus importante que celle contenue dans les engrais chimiques.

Dans le cas des latrines ECOSAN, les urines sont recueillies dans des bidons hermétiquement fermés dès remplissage et déposés dans un endroit ombragé ou dans un coin de la maison. Ces urines sont gardées dans les bidons pour une durée de **30 à 45** jours avant d'être utilisées dans les champs. (CREPA, 2006)

Les urines répandues à même le sol peuvent ne pas être diluées mais quand l'épandage doit se faire sur les plantes, il est conseillé de la diluer en ajoutant 2 à 5 parts d'eau pour une part d'urine. (Esrey et *al.*, 1998)

Les fèces :

L'homme produit en moyenne **25 à 50** kg de fèces par an contenant jusqu'à **0,55** kg d'azote, **0,18** kg de phosphore et **0,37** kg de potasse.

La déshydratation dans les fosses à plaque chauffante permet de détruire les germes pathogènes contenus dans ces matières fécales. En effet, le temps nécessaire pour hygiéniser les fèces est de **6 à 12** mois. Ce temps varie selon les régions. Il est plus long dans les régions humides et froides. Dès que la deuxième fosse est pleine, il faut vider le contenu de la première qui est totalement sec mais pas inoffensif. Il doit ensuite être composté pour son utilisation dans l'agriculture. (CREPA, 2006)

Figure 8 Vidange manuelle de latrine ECOSAN à plaque chauffante



Source : CREPA-BENIN/ECOSAN 2004

Synthèse :

Nous avons montré tout le long de cette section l'importance de l'accès à l'eau potable, à l'hygiène et à l'assainissement, leurs liens avec la santé, l'éducation et le développement économique et social. A niveau ménage, plusieurs méthodes de traitement de l'eau, d'hygiène et d'assainissement ont été testées scientifiquement et ont montré leur efficacité à des degrés divers. Le Solar water disinfection et les latrines ECOSAN ont l'avantage d'être des méthodes simples, durables et à faibles coût.

La section suivante fait le point sur la méthodologie adoptée pour produire ce travail.

3 Méthodologie

Notre travail s'est essentiellement appuyé sur une revue bibliographique, les acquis du stage professionnel et des constats basés sur notre expérience professionnelle.

3.1 Constat basé sur l'expérience professionnelle

La décision de travailler sur l'accès à l'eau potable, l'hygiène et l'assainissement vient de notre expérience professionnelle dans les organisations non gouvernementales locales au cours de laquelle nous avons fait des constats :

- Les zones rurales sont très peu desservies en matière d'adduction d'eau potable ;
- Les infrastructures d'adduction d'eau villageoise qui existe sont souvent hors d'état de fonctionnement par panne et manque de pièce de rechange ;
- Il y a souvent une mauvaise gestion des points d'eau existants ;
- La majeure partie des consultations dans les centres de santé pour les enfants de moins de cinq ans sont dues à des maladies diarrhéiques ;

- Quand il n'y a pas d'adduction d'eau villageoise, les populations n'ont souvent pas de solutions alternatives pour avoir une eau potable destinée à la consommation humaine et à l'usage dans les ménages.

Ces constats nous ont conduits à rechercher les moyens simples et durables capable d'offrir aux populations les plus démunies des possibilités d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement à faible coût.

3.2 Revue de littérature

Nous avons fait une analyse approfondie de la littérature scientifique portant sur le "Solar Water Disinfection" (SODIS) et le "Ecological Sanitation" ou assainissement écologique.

Ce travail d'analyse nous a donc conduits à consulter les bases de données bibliographiques de la bibliothèque de l'université Senghor. Nous avons aussi fait des recherches sur internet. Enfin, les cours reçus en deuxième année de master et qui ont trait à notre thématique nous ont été d'un grand secours.

3.2.1 Recherche sur internet

La majeure partie des documents analysés est issue de différents sites internet que nous avons consultés :

- Pubmed : essentiellement pour rechercher les différents articles scientifiques sur les travaux réalisés sur SODIS. Ceci nous a permis de répertorier et d'analyser les travaux faits par plusieurs chercheurs dans différents pays ;
- Le site de l'OMS et de l'UNICEF : sur les sites de ces deux organisations spécialisées des Nations Unies, nous avons recherché, téléchargé et analysé les rapports sur la santé dans le monde (statistiques sanitaires mondiales), les rapports sur les objectifs du millénaire pour le développement (OMD), les rapports sur l'évolution des cibles 10 et 11 ayant trait à l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les différentes parties du globe terrestre. Ainsi nous avons pu établir les profils par régions, et distinguer les régions du monde qui ont du retard, de l'avance et celles où il y a de belles perspectives d'atteinte de ces OMD ;
- Le site de la FAO sur lequel nous avons consulté les normes en matière d'hygiène alimentaire. Nous avons ainsi affiné nos connaissances sur Le système HACCP ;
- Le site du réseau national des centres de ressource du CREPA-BENIN : www.rncr.org . c'est un site qui a pour vocation de réunir en un creuset toutes les ressources et tous les efforts dans les domaines de l'approvisionnement en eau potable, de l'hygiène et de l'assainissement ;
- Le site de l'institut national de statistique et d'analyse économique du Bénin (INSAE Bénin) pour les différentes enquêtes et études en république du Bénin ;
- Le site www.sodis.ch pour tous les documents techniques, d'études expérimentales et sociologique sur la désinfection solaire de l'eau.

3.2.2 Apport du stage

Le réseau CREPA est une institution Inter-Etats regroupant 17 pays de l'Afrique de l'ouest et du centre. Il a pour mission de contribuer au développement et à la lutte contre la pauvreté par la promotion d'un accès pérenne aux services de base d'eau potable, d'hygiène et d'assainissement pour les populations démunies vivant en milieu rural, urbain et périurbain.

Le CREPA-BENIN qui est l'une des 17 représentations nationales, dispose d'un personnel de 29 agents toutes catégories confondues (ingénieurs de conception et de travaux, sociologues, Techniciens supérieurs, Animateurs, comptable, Secrétaires, chauffeurs et agents d'entretien). La stratégie du CREPA est basée sur une démarche "ascendante", partant des besoins et des perceptions des usagers. Elle repose sur trois piliers indissociables pour promouvoir un développement durable dans le secteur de l'AEPHA :

- La participation communautaire appuyée par tout un ensemble d'outils et d'approches participatives (AP) pour aboutir à une implication effective des acteurs ;
- Les mécanismes de financement (MF) alternatifs et endogènes développés au niveau de la communauté et des localités, pour aboutir à l'autofinancement des activités de développement à court terme, et le financement du secteur de l'eau et l'assainissement à moyen et long termes ;
- Les technologies appropriées (TA) dont la promotion et la popularisation sont sous-tendues par un processus dynamique de transfert du savoir-faire à travers le renforcement des capacités locales.

Les domaines d'intervention du CREPA sont : La recherche-action, les projets en cours de mise en œuvre, le renforcement des capacités des acteurs, l'information et la documentation, les expertises.

Le stage de trois mois effectué au Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA-BENIN) nous a permis d'approfondir nos connaissances dans le sous-secteur de l'approvisionnement en eau potable, de l'hygiène et de l'assainissement (AEPHA). Nous avons ainsi pu analyser les rapports d'exécution du budget programme par objectif (BPO) de l'hydraulique rurale et semi-urbaine, de l'hygiène et de l'assainissement de base, participer à l'organisation et à l'exécution de formations de renforcement de capacités dans le secteur de l'AEPHA, participer à la mise en place de la base de données des acteurs du secteur du même nom et qui a donné naissance au site : <http://rncrbenin.org>. Nous avons renforcé nos connaissances en matière d'assainissement écologique et en particulier sur les latrines ECOSAN lors de notre passage au service technique du CREPA-BENIN.

De plus, le PNE (Partenariat National pour l'Eau), la DDS (Direction Départemental de la Santé) et la DHAB (Direction de l'Hygiène et l'Assainissement de Base) ayant leurs sièges au même endroit que le CREPA, et étant en étroite collaboration avec ce dernier, ce fut pour une occasion privilégiée de prendre connaissance et de me familiariser avec les différents textes de lois qui régissent les sous-secteurs de l'eau de l'hygiène et de l'assainissement. Ainsi, j'ai pu étudier les documents de stratégies

dans les domaines de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement. Entre autres documents, il y a le code de l'eau, le code d'hygiène publique, le décret Stratégie AEP, le document de stratégie AEP en milieu rural et urbain, le livre Bleu Bénin, le document de Programme National d'Hygiène et d'Assainissement de Base (PNHAB), le document de projet de recherche SODIS.

Enfin, j'ai eu l'occasion à travers les différentes sections de formations et de visites sur le terrain, de me familiariser avec la méthode PHAST (*Participatory Hygiene And Sanitation Transformation*) ou participation à la transformation de l'hygiène et de l'assainissement.

3.3 Limites de notre méthodologie

Notre approche est essentiellement basée sur une analyse de la littérature scientifique sur la désinfection solaire de l'eau et les latrines ECOSAN. Bien que des études concluantes aient été faites sur ECOSAN au Bénin, une seule expérience fut faite par le CREPA sur SODIS. En ce sens, nous ne pouvons donner un avis sur le taux d'acceptation de cette méthode par les populations au Bénin.

Néanmoins, cette étude sociologique pourrait être faite dans la mise en place du projet pilote que nous nous proposons de réaliser.

4 Projet professionnel

Titre : Amélioration de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement de base à travers la promotion de la désinfection solaire de l'eau (SODIS) et des latrines ECOSAN.

Nom de code : *Eau potable et assainissement pour tous.*

4.1 Objet

Il s'agit d'un projet de promotion du « Solar Water Disinfection » ou désinfection solaire de l'eau (SODIS) et des latrines ECOSAN. Ce projet se déroulera en deux phases. Une première phase appelée " Phase d'implantation" qui se déroulera dans quatre (4) écoles et 4 villages de l'arrondissement d'Ahogbèya dans la commune de Klouékanmè et une seconde nommée "phase d'extension" qui prendra en compte tout l'arrondissement.

4.1.1 Motifs

L'accès à l'eau potable et à l'assainissement autant que le niveau de scolarisation, est un très bon indicateur du niveau de développement d'un pays. Même si des efforts louables ont été faits de par le monde pour l'atteinte des objectifs du millénaire en matière d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, de nombreux pays africains sont encore à la traîne, surtout dans le sous-secteur de l'hygiène et de l'assainissement de base. Chaque année, selon l'OMS, ce sont 4 milliards de maladies

diarrhéiques qui sont recensées, conduisant à 2,5 millions de morts surtout dans la tranche d'âge des enfants de moins de cinq ans.

La république du Bénin ne déroge pas, malheureusement, à cette situation. Si des efforts louables d'adduction d'eau villageoise, urbaine et périurbaine sont faits, il existe une grande frange de la population béninoise qui n'a pas accès à l'eau potable et à des infrastructures d'assainissement améliorées. Il faut noter que les maladies liées à la consommation d'eau souillée constituent l'une des principales causes de morbidité et de mortalité des enfants de 0 à 5ans au Bénin. L'incidence de la diarrhée est de 8 épisodes par enfant et par an chez les moins de 5 ans et sa prévalence reste élevée (15%). (Annuaire de Statistiques Sanitaires, 2006).

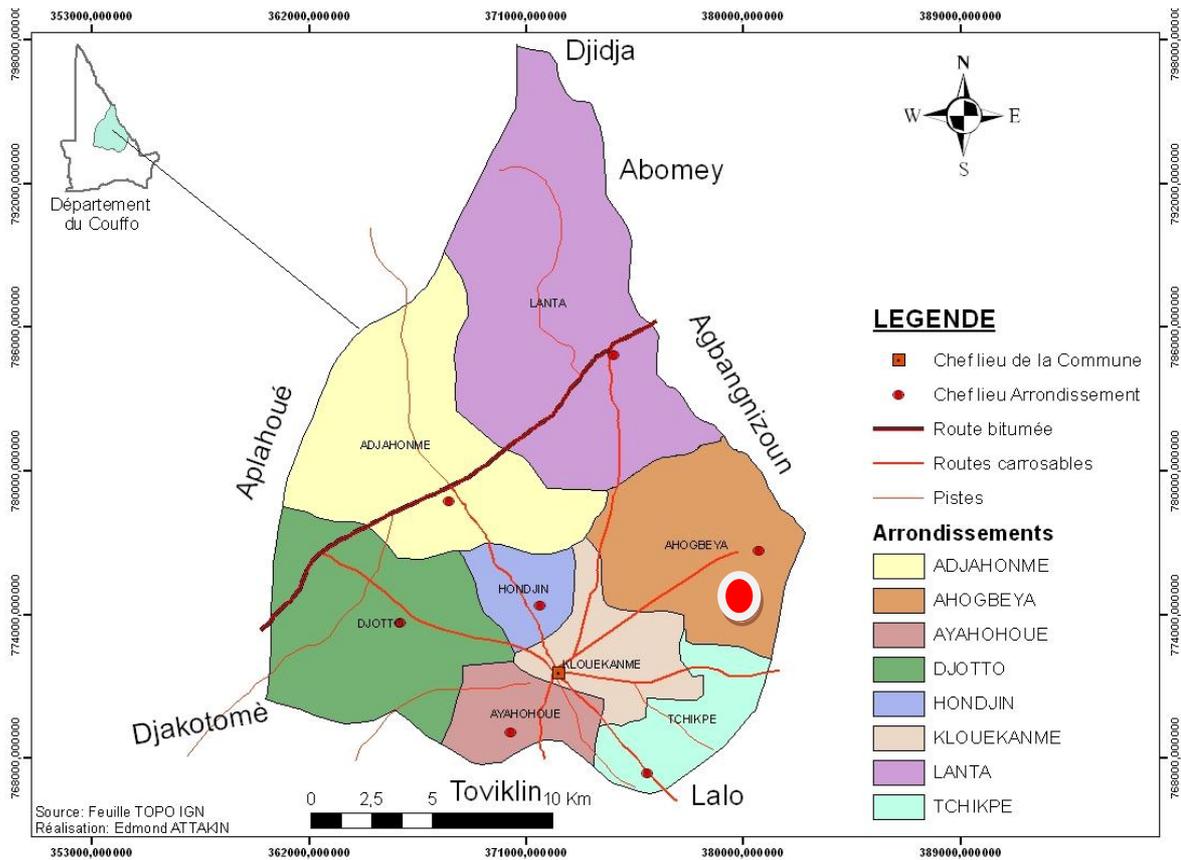
En effet au 31 décembre 2009, seulement 55,1% de la population béninoise ont accès à des sources d'eau potable et en matière d'assainissement de base, 39,1% de la population ont accès à des latrines familiales.

Or la contamination secondaire de l'eau prise à un point d'eau est fréquente au sein des populations rurales à cause des conditions de stockage et au manque d'infrastructures d'assainissement. La corrélation entre accès à l'eau potable et à des infrastructures d'assainissement de base est très forte si on veut atteindre l'objectif de santé publique qui est de réduire sensiblement le nombre de personnes mourant de maladies liées à l'eau. Dans cette optique, la désinfection solaire de l'eau et les latrines ECOSAN, sont de bonnes solutions à niveau individuel et ménage pour atteindre cet objectif.

4.1.2 Justification du choix de la zone et de la population cible.

Notre projet s'intéresse aux populations de la commune de Klouékanmè qui est située au nord-est du département du Couffo, au sud du Bénin. Elle couvre une superficie de 394km² et occupe 16,39% de la superficie totale du département du Couffo. Elle compte 8 arrondissements qui sont répartis en 61 villages et quartiers de ville. (RGPH, 2002)

Figure 9 Carte administrative de la commune de Klouékanmè



Source : PCD¹⁵ 2004

Le climat est de type subéquatorial équatorial humide et chaud avec deux saisons des pluies et deux saisons sèches. La commune connaît des températures comprises entre 24°C en Août et 28°C en Mars. La pluviométrie annuelle varie entre 900 à 1200mm.

Le recensement général de la population et de l'habitat de 2002 estimait la population de Klouékanmè à 93.324 habitants. Sur la base d'un taux de croissance intercensitaire de 2,87% entre 1992 et 2002, les estimations de la population en 2010 et en 2015 donnent respectivement 117.032 habitants et 134.818 habitants. (Rapport PCA Klouékanmè, 2010). Le tableau suivant donne une vue de la population par arrondissement.

¹⁵ Plan Communal de Développement

Tableau 12 Répartition spatiale de la population de la commune de Klouékanmè en 2010 et 2015 et par sexe

Arrondissements	POPULATION ESTIMEE EN 2010				POPULATION PROJETEE EN 2015			
	Ménages	Masculin	Féminin	Total	Ménages	Masculin	Féminin	Total
ADJAHONME	3 118	9 381	11 211	20 592	3 591	10 807	12 915	23 722
AHOGBEYA	2 196	6 092	6 862	12 954	2 530	7 018	7 905	14 923
AYAHOHOUE	1 002	3 072	3 513	6 585	1 154	3 539	4 046	7 585
DJOTTO	3 566	10 337	12 918	23 255	4 108	11 908	14 881	26 789
HONDJIN	1 245	3 722	4 897	8 619	1 435	4 288	5 641	9 929
LANTA	1 754	5 189	6 259	11 448	2 021	5 978	7 210	13 188
TCHIKPE	1 946	5 604	6 771	12 375	2 242	6 456	7 800	14 256
KLOUEKANME	3 870	10 267	10 936	21 203	4 458	11 827	12 599	24 426
COMMUNE	18 697	53 665	63 366	117 032	21 539	61 821	72 997	134 818

Source : Rapport PCA¹⁶ Klouékanmè 2010

Selon les statistiques de la Direction générale de l'eau (DG-Eau) la desserte en eau en zone rurale est estimée à 49,7% avec des écarts significatifs d'un arrondissement à un autre. La situation de l'assainissement de base dans la commune n'est guère meilleure. Le taux d'accès aux latrines est de 9,64% pour les ménages et de 50,88% pour les établissements scolaires (Rapport PCA Klouékanmè, 2010). Dans tous les arrondissements, il existe un grand nombre de latrines en mauvais état ou carrément abandonnées. Un recensement fait dans le cadre de l'élaboration du Plan Communal d'assainissement de Klouékanmè fait état de 962 latrines en cours d'utilisation, 472 latrines en ruine, 992 latrines achevées en bon état et 367 en cours de construction. Ce nombre important de latrines en ruine et en cours de construction représente 46% du nombre total de latrine disponible. Selon ce même rapport, le taux de latrinisation le plus important est celui du chef-lieu Klouékanmè (15,47%) et les plus faibles sont ceux de l'arrondissement de Lanta (1,51%) et d'Ahogbèya (2,16%).

Situé à neuf (9) km de Klouékanmè et avec une population estimée à 12954 habitants en 2010, Ahogbèya est l'une des localités où l'eau courante est encore une denrée rare. Dans cet arrondissement, le taux de couverture en eau potable est de 0%. Avec un sol hydro-géologiquement difficile, ferrallitique sur sédiment meuble argilo-sableux, les populations d'Ahogbèya vivent sans puits modernes et sans adduction d'eau villageoise. Le seul recours pour elles étant les rares puits traditionnels et l'eau du fleuve Couffo utilisée à toutes les fins.

Ce sont ces raisons qui nous ont amenés à cibler l'arrondissement d'Ahogbèya comme bénéficiaire de notre projet d'implantation de la désinfection solaire de l'eau (SODIS) et des latrines ECOSAN.

Cet arrondissement compte huit (8) villages, 2196 ménages, neuf (9) écoles primaires, une (1) maternelle publique et un (1) collège d'enseignement général.

Au cours de cette phase d'implantation, 4 villages, 4 écoles primaires seront pris en compte.

¹⁶ Le Plan communal d'assainissement de la commune de Klouékanmè est en cours d'élaboration. L'étude diagnostique est déjà finalisée et le rapport de cette étude servira de base à l'élaboration de ce plan.

4.2 Objectifs

Objectif général

Contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations d'Ahogbèya à travers l'accès à l'eau potable et à l'assainissement par la méthode SODIS et les latrines ECOSAN.

- Objectifs Spécifiques

Objectif Spécifiques 1 : Faire adopter la méthode SODIS à au moins 50% des populations de la zone d'intervention d'ici à fin 2013.

Objectif Spécifiques2 : Accroître d'au moins 50% le nombre de personnes utilisant les latrines d'ici à fin 2013.

Objectif Spécifique 3: Réduire de 25% l'incidence des maladies diarrhéiques dans la zone d'intervention d'ici à fin 2013.

4.3 Stratégies

Dans un article intitulé « *Améliorer la diffusion de Sodis* » Andrea Tamas et Silvie Krämer, psychologues environnementalistes et doctorantes au sein du département « Analyse des systèmes et de modélisation » de l'Eawag, distinguent deux catégories de stratégies de diffusion de Sodis que nous utiliserons dans le cadre de notre projet.

4.3.1 Stratégies de diffusion

- Séances d'information

Elles seront organisées par des instructeurs professionnels et auront pour objectif de sensibiliser la population au problème et lui transmettre les connaissances indispensables à l'utilisation de SODIS et des latrines ECOSAN.

- Utilisation d'instructeurs professionnels

Leur mission sera de contacter un certain nombre de ménages en un temps donné et de les motiver à utiliser SODIS et ECOSAN. A cet effet, ils distribueront du matériel de promotion à savoir : bouteilles en plastiques (PET) et dépliants. Cette mission sera confiée aux membres de l'ONG locale et aux promoteurs communautaires de Santé.

- Bénévoles « porteurs de savoir »

Ce sont des personnes issues de la communauté. Ce sont nos Promoteurs Communautaires de Santé qui ont été formés par l'ONG locale à l'utilisation de SODIS et des latrines ECOSAN. Ils auront pour mission d'informer, de former et de convaincre les ménages à utiliser SODIS et les latrines ECOSAN.

- Foire de la santé

C'est une grande manifestation qui sera organisée et qui aura pour objectifs de convaincre un grand nombre de personnes à adopter des modes de vie sains. (Alimentation, hygiène, eau potable).

- L'autodiffusion avec incitation

Il s'agira d'inciter les populations de notre zone d'intervention à transmettre à des tiers, l'information qu'ils détiennent sur SODIS et ECOSAN. L'incitation se fera sous la forme de bons échangeables contre des bouteilles plastiques (PET).

4.3.2 *Stratégies de formation des habitudes*

- Matériels Aide-mémoire

Ce sont des présentoirs de table, des autocollants, des affiches. Ils seront placés là où l'eau potable est préparée au quotidien.

- Affichage de l'engagement des ménages

Ce sont des messages qui montreront à toute la population que les ménages qui les arborent utilisent SODIS et ECOSAN. Ce sera des autocollants, des affichettes imperméables placés de manière bien visible sur les maisons participantes.

4.3.3 *Autres stratégies*

- Plaidoyer auprès des autorités locales (administratives et communautaires) ;
- Réseautage des acteurs du projet ;
- Usage de l'approche PHAST ;
- Mise en place d'un système efficace d'approvisionnement en bouteilles plastiques (PET).

4.4 Résultats attendus

Résultat 1 : Une étude sociologique de la zone d'intervention est faite.

Résultat 2 : Une ONG locale et des promoteurs communautaires de santé pour l'implantation de la méthode SODIS et des latrines ECOSAN sont formés.

Résultat 3 : Des matériels de formation sur SODIS et ECOSAN sont conçus et diffusés.

Résultat 4 : La population locale est formée sur l'importance de l'hygiène et du traitement de l'eau de boisson, spécifiquement l'utilisation des latrines ECOSAN et la désinfection de l'eau par le rayonnement solaire.

Résultat 5 : SODIS et ECOSAN sont introduits dans les écoles.

Résultat 6 : Un système efficace d'approvisionnement en bouteilles plastiques est mis sur pied.

4.5 Activités

Activité 1.1 : Prise de contact avec les autorités locales (Maire, chefs d'arrondissement, autorités sanitaires, chefs de quartiers, chefs de villages, chefs religieux, sages etc.).

Le but recherché à travers cette prise de contact est d'informer les autorités locales des objectifs du projet afin d'avoir leur soutien. Cette prise de contact se fera en collaboration avec l'ONG locale qui sera formée pour la vulgarisation de SODIS et ECOSAN.

Activité 1.2 : Constitution d'un stock de bouteilles plastiques (PET).

Les bouteilles plastiques (PET) sont indispensables à la réussite de la désinfection de l'eau par le rayonnement solaire. Il est donc urgent d'en constituer un stock très tôt pour le lancement de nos activités.

Activité 1.3 : Rencontres avec les populations des villages choisis.

Ces rencontres ont pour but de prendre connaissance des us et coutumes des villages à travers un focus groupe. Bien avant ces rencontres, avec l'aide de l'ONG locale ciblée, une rencontre sera organisée avec les chefs et les sages de villages.

Un point de la situation sanitaire des Zones d'intervention sera effectué afin d'avoir des repères qui permettront au terme du projet de faire une évaluation.

Activité 2.1 : Formation des membres de l'équipe de projet.

Un expert SODIS et un expert ECOSAN assureront la formation des membres de l'équipe de projet.

Activité 2.2 : Formation de 5 membres d'une ONG locale sur le concept de l'assainissement écologique (latrines ECOSAN) et le traitement solaire de l'eau de boisson. (SODIS).

L'ONG locale identifiée au préalable sera formée par l'équipe de projet sur SODIS et ECOSAN. Cette ONG à son tour formera les promoteurs communautaires de santé sous la supervision de l'équipe de projet.

Activité 2.3 : Conception des images, affiches et fiches techniques.

Pour réussir l'introduction de SODIS et des latrines ECOSAN, l'utilisation des images est capitale. Elles doivent être adaptées au contexte social afin d'être bien comprises et acceptées des populations. Pour ce faire, un comité formé de représentants de l'ONG locale, des experts SODIS et ECOSAN, de personnes ressources et du responsable technique de l'équipe de projet sera installé pour valider les images affiches et fiches techniques qui seront conçues.

Activité 3.1 : Formation des Promoteurs Communautaires de Santé (PCS).

Les promoteurs communautaires de santé, comme leur nom l'indique, sont issus de la communauté. Ce sont des porteurs de savoirs qui auront à charge la formation et l'accompagnement des ménages au sein desquels seront introduits SODIS et ECOSAN. Leur rôle est capital quant à la réussite du projet. Aussi leur formation doit être parfaite. Des visites à domicile se feront périodiquement aux ménages et un rapport doit être fait à l'ONG locale. La périodicité de ces visites sera définie de commun accord avec l'ONG. Elles pourraient se faire une fois par semaine dans le premier mois et une fois par mois par la suite.

Activité 3.2 : Formation de maçons locaux à la construction de latrine ECOSAN.

Il s'agira d'identifier un certain nombre de maçons locaux (4) qui bénéficieront d'une formation assurée par un expert du CREPA-BENIN. Ainsi ce transfert de compétence permettra d'avoir une main d'œuvre locale capable de construire ces latrines, toutes choses qui contribueront à la pérennisation du concept dans la localité. Ces maçons formés transmettront leurs connaissances à d'autres qui leurs serviront d'aide dans la réalisation des latrines.

Activité 3.3 : Diffusion de SODIS et ECOSAN au sein des ménages.

Les images, affiches, autocollants, fiches techniques conçus seront utilisés par les promoteurs communautaires de santé pour former et motiver les populations à adopter SODIS et ECOSAN.

Cette action se basera sur une stratégie de communication pour un changement de comportements à travers l'usage d'outils PHAST.

La cible concernée est les bénéficiaires de SODIS et des latrines ECOSAN. Le but recherché est :

- Accompagner les bénéficiaires dans le processus de prise de conscience ;
- Former les populations bénéficiaires sur les bonnes pratiques d'hygiène et susciter au sein de ceux-ci une dynamique propice à la réalisation des activités et des changements de comportements nécessaires.

Les promoteurs communautaires de santé, à travers une approche individualisée, aborderont les thèmes suivant :

- Inconvénients du manque d'hygiène et d'assainissement ;
- Inconvénients de la consommation d'une eau souillée ;
- Importance de l'hygiène et de l'assainissement ;
- Avantages du lavage des mains ;
- Avantages de SODIS et des latrines ECOSAN ;
- Les différentes étapes à suivre pour bien utiliser SODIS et les latrines ECOSAN.

Activité 4.1 : Formation des élèves et enseignants à SODIS et ECOSAN.

Tous les enseignants et élèves des écoles ciblées seront formés et bénéficieront de latrines ECOSAN et de SODIS. Cette formation sera assurée par l'ONG locale.

Activité 4.2 : Création dans chaque école d'un coin "SODIS-ECOSAN".

Un emplacement sera déterminé et réservé dans chaque établissement à SODIS et ECOSAN. Un responsable sera nommé dans chaque classe pour le suivi des activités. Un comité "SODIS-ECOSAN" sera mis sur pied dans chaque école. Chaque enseignant, chaque élève ou écolier doit avoir sa bouteille d'eau SODIS. Un prix de la meilleure école SODIS ECOSAN sera décerné après chaque trimestre.

Activité 4.3 : Suivi.

Le suivi des écoles et des populations bénéficiaires sera fait par les promoteurs communautaires de santé et l'ONG locale. Ce suivi se fera une fois par semaine durant le premier mois et une fois par mois le reste du temps. Il est capital dans la réussite du projet. Aussi doit-il être fait avec soin et professionnalisme.

Activité 5.1 : Construction des infrastructures d'hygiène et d'assainissement.

Au total, huit (08) modules de latrines ECOSAN seront construits.

Activité 5.2 : Collaboration avec les groupements de femmes vendeuses de bouteilles plastiques et autres.

Il s'agira d'organiser les femmes vendeuses de bouteilles en groupement de sorte à assurer une disponibilité permanente des bouteilles plastiques.

Activité 6.1 : Bilan.

Il consistera en des actions de suivi, de contrôle et de recadrage au fil du déroulement du projet. Essentiellement des points de suivi planifiés, des bilans partiels et un bilan final seront faits.

Activité 6.2. Point de presse.

Un point de presse sera organisé à la fin du processus afin d'informer les différents acteurs sur les résultats du projet.

4.6 Ressources

4.6.1 Humaines

- L'équipe de projet sera constituée :
 - Un chef de projet ;
 - Un assistant au chef de projet ;
 - Un socio-anthropologue ;
 - Un ingénieur WASH ;
- Cinq membres de l'ONG locale ;
- Promoteurs Communautaires de Santé (30) ;

- Un expert SODIS ;
- Un expert ECOSAN.
- Les partenaires :
 - Commune de Klouékanmè ;
 - CREPA-BENIN (Centre Régional pour l'Eau potable et l'Assainissement à faible coût) ;
 - Coopération suisse (SANDEC/EAWAG) ;
 - Coopération danoise ;
 - GTZ ;
 - Coopération belge (CTB) ;
 - Les mécènes.

4.6.2 Financières

Commune de Klouékanmè, Partenaires au développement, ONG internationales, mécènes, entreprises locales et nationales...

4.6.3 Matérielles

- Bouteilles en plastiques (PET) ;
- Matériels de bureau.

4.7 Rôles et Timing

4.7.1 Rôles

Les rôles joués par les différents acteurs du projet sont décrits dans le tableau suivant.

Ressources	Rôles
Equipe de projet	
Chef de projet	Management
Assistant au chef de projet	Gestion des ressources du projet
Ingénieur WASH	Responsable technique, chargé de la mise en œuvre de SODIS et ECOSAN
Socio-anthropologue	Chargé de coordonner les activités de formation, chargé du suivi social.
Responsable administratif et financier	chargé des ressources
ONG et PCS	
Membre ONG locale	Point focal, formation des promoteurs communautaires de santé et des écoles, relais de l'équipe projet sur le terrain
Promoteurs communautaires de Santé	Relais communautaires, chargés de la formation et du suivi des ménages.

Experts	
Expert SODIS	Formation des membres de l'équipe de projet.
Expert ECOSAN	Formation des membres de l'équipe de projet, de l'ONG locale et des maçons
Partenaires	
Coopération danoise, coopération belge(CTB), coopération allemande(GTZ), mécènes	financement
Commune de Klouékanmè	Facilitation du projet, financement
SANDEC/EAWAG, CREPA-BENIN	Appui technique
District sanitaire	Les statistiques sanitaires

4.7.2 Timing

L'ordre d'exécution des différentes activités, les personnes responsables de celles-ci constituent l'essentiel du Chronogramme. (cf. annexe1).

4.8 Facteurs de réussite, résistances et ajustements

4.8.1 Facteurs de réussite

- Adhésion des autorités communales et nationales ;
- Adhésion des partenaires au développement ;
- Appui de mécènes ;
- Volonté marquée de l'ONG locale et des promoteurs communautaires de santé de s'investir pleinement dans la réussite et la pérennisation du projet ;
- Collaboration active et volonté manifeste de changement de comportement des populations en matière de désinfection de l'eau de boisson, d'hygiène et d'assainissement.

4.8.2 Résistances

- Passives :
 - Réticence de la population cible
 - Lourdeurs administratives.
- Négatives :
 - Les rumeurs ;
 - Le conservatisme.
 - L'influence négative de l'entourage
- Structurantes :
 - Contre-projet.
- Budgétaires

- Difficultés de financement ;
- Dépassement des prévisions budgétaires.
- Techniques :
 - Problème d'insolation à certaines périodes de l'année ;
 - Mauvaise application de la méthode SODIS.
 - Mauvaise utilisation des latrines.

4.8.3 Ajustements

- Motivation des Promoteurs communautaires de Santé par des indemnités ;
- Sensibilisation continue de la population ;
- Plaidoyer ;
- Partenariats multiples, mécénat... ;
- Report de la date de début du projet ;
- Réajustements budgétaires ou financements complémentaires ;
- Utilisation d'autres méthodes de désinfection (ébullition).

4.9 Communication

Afin de donner toutes les chances à notre projet de voir le jour, nous envisageons mettre sur pied un plan de communication adapté au contexte dans lequel nous nous trouvons. Il sera donc tridimensionnel :

4.9.1 Communication opérationnelle

- Entre les acteurs permanents.

Il s'agira d'instaurer un échange entre les différents acteurs autour des axes stratégiques du projet (objectifs, stratégies, activités, budget...). Une réunion se fera chaque début de semaine entre l'équipe de projet et l'ONG locale. Une autre réunion regroupant les promoteurs communautaires de santé, l'ONG locale et l'équipe de projet se tiendra en fin de chaque semaine. Ces rencontres permettront de faire le point des activités d'harmoniser les points de vues, de réorienter certaines actions.

- Avec les contributeurs internes

Une rencontre trimestrielle aura lieu avec les contributeurs internes et l'équipe de projet pour faire un bilan des activités menées et discuter des perspectives pour le trimestre suivant.

- Avec les experts

Des échanges s'établiront avec les experts SODIS et ECOSAN afin qu'une description de la mission qui leur sera assignée dans le cadre du projet soit faite et qu'un accord soit trouvé entre eux et l'équipe de projet.

4.9.2 *Communication interne*

- Promotionnelle

Elle consistera à faire connaître le projet aux membres de l'ONG locale, de la mairie de Klouékanmè et de l'arrondissement d'Ahogbèya qui ne sont pas directement concernés afin qu'ils le comprennent et qu'ils y adhèrent.

- Informative

Il s'agira ici de garder un lien permanent entre les différents acteurs pour faire vivre le projet. Cette communication informative se fera par l'intermédiaire des échanges de courriels, les appels téléphoniques sur les sujets prioritaires.

4.9.3 *Communication externe*

- Avec les relais d'influence

Les leaders d'opinion, le chef d'arrondissement, le maire de la commune de Klouékanmè, les chefs de village, les directeurs d'écoles ciblées seront activement impliqués dans la réussite de notre projet. Ils seront donc régulièrement informés de l'avancement du projet et leurs contributions seront sollicitées.

- Médiatique

Des émissions sur les radios locales seront faites. Un site internet dédié au projet sera élaboré. Des tee-shirts, des affiches seront confectionnés. Toute cette campagne de communication permettra de donner de la visibilité à notre projet et de sensibiliser les populations locales, les leaders d'opinion et les sages sur les problèmes liés à l'eau de boisson, l'hygiène et l'assainissement.

4.9.4 *Moyens de communication*

Nous utiliserons des moyens diversifiés qui s'adapteront aux différentes cibles. Au nombre de ces moyens, nous avons :

- Les entretiens téléphoniques ;
- Les rencontres avec les partenaires ;
- Les émissions radios ;
- Les affiches, tee-shirts et autocollants... ;
- Un site internet ;
- Le mailing.

Un document de projet sera préparé et présenté aux différents partenaires et financeurs.

4.10 Evaluation et extension du projet

Deux types d'évaluation seront privilégiés :

- Une évaluation du processus ;
- Une évaluation des résultats.

Ces évaluations se feront en tenant compte des indicateurs objectivement vérifiables inclus dans le tableau "Cadre logique du projet" en (annexe 4). Après bilan satisfaisant, la seconde phase du projet pourrait être envisagée à savoir, l'extension aux autres villages d'Ahogbèya.

4.11 Plan de financement

4.11.1 Budget prévisionnel

Le budget prévisionnel de notre projet s'élève à **36.131.550 FCFA** soit **55.082,781€**. Une présentation des différents postes de dépense est faite dans le document de budget présenté en (annexe2.)

4.11.2 Participation des populations

Les populations de la commune de Klouékanmè, à l'image de celles du Bénin ont un niveau de vie faible. Selon l'enquête modulaire intégrée sur les conditions de vie des ménages (EMICoV, 2007), la taille moyenne du ménage dans cette commune est de **6,3** personnes. Les dépenses totales annuelles du ménage sont de **930.513 FCFA (1418€)**. La dépense annuelle par tête est de **146.807 FCFA** soit **223.80€**. C'est entre autre ce qui fait passer la construction des infrastructures d'assainissement comme un luxe inaccessible. Cependant pour que les populations de l'arrondissement d'Ahogbèya se sentent concernées et s'impliquent activement dans le déroulement et la réussite du projet, une participation de 10% leur sera demandée. Cette participation pourra se décliner sous diverses formes : (Sable, gravier, eau, main d'œuvre, terrain pour la construction des latrines etc.).

La participation des populations des 4 villages et des 4 écoles est estimée à **1.440.000 FCFA** soit **2.195,2893€**.

4.11.3 Apport de la commune de Klouékanmè

En sa qualité de porteuse du projet, la commune de Klouékanmè participera à concurrence de 20% du budget total soit **7.226.310 FCFA. (11.016,556€)**.

4.11.4 Apport des partenaires au développement

a. Partenaires au développement

Une participation de **22.045.507** FCFA soit **33.608,517€** sous diverses formes est attendue de nos partenaires financiers

b. Mécènes

5.419.732,5 FCFA sont attendus des mécènes soit **8.262,417€**.

Conclusion

L'accès à l'eau potable, la maîtrise de sa qualité, l'hygiène et l'assainissement de base constituent aujourd'hui des enjeux tant économiques que sanitaires. Elles engagent le devenir de tous les êtres vivants en général et de l'espèce humaine en particulier. En s'engageant résolument à atteindre des objectifs louables d'ici 2015, les pays réunis au sein des Nations Unies reconnaissent la nécessité d'œuvrer pour un monde meilleur dans ces deux sous- secteurs prioritaires.

A cet effet, différentes stratégies d'approvisionnement en eau potable, d'hygiène et d'assainissement mises en œuvre depuis plus de dix ans ont permis aux pays en développement en général et à l'Afrique subsaharienne en particulier de combler un tant soit peu, le grand fossé qui les séparait des pays les plus avancés. Les efforts faits, bien qu'incitant à l'optimisme, ne doivent pas faire oublier les grandes disparités existant entre les pays d'une part, et au sein d'une même nation d'autre part.

La République du Bénin peut prétendre atteindre les OMD en matière d'approvisionnement en eau potable si les efforts restent soutenus. Cependant, on ne peut pas en dire autant du sous-secteur de l'hygiène et de l'assainissement de base. Les taux de couverture sont bien faibles et nécessiteraient des efforts accrus afin d'être au rendez-vous des OMD.

La diversification des technologies employées est l'une des clés majeures pour offrir aux populations une eau potable et des infrastructures d'assainissement de base améliorées. A tous égards, le Solar water Disinfection ou désinfection solaire de l'eau (SODIS) et les latrines ECOSAN en proposant une méthode simple et durable sont d'excellentes alternatives pour offrir aux populations les plus démunies une eau salubre et des conditions améliorées d'évacuation des excréta.

Si les latrines ECOSAN sont de mieux en mieux disséminer sur toute l'étendue du territoire, tel n'est pas encore le cas de SODIS. Dans un contexte de pauvreté, la qualité de l'eau de boisson joue un rôle déterminant dans la conservation de la bonne santé des populations. SODIS ayant obtenu des résultats probants sur le plan microbiologique, pourrait jouer un rôle déterminant s'il est adopté et utilisé judicieusement.

5 Références bibliographiques

Acf. (2005). *Water, sanitation and hygiene for populations at risk*. Hermann éditeurs des sciences et des arts. Paris. 817 pages, disponible sur :

http://www.actioncontrelafaim.org/fileadmin/contribution/8_publications/pdf/ACF%20WASH%20-%20water%20sanitation%20and%20hygiene%20manual%20-%202001-2007%20-%20En.pdf

Adissoda/Gbedo Y. (2010). *Evaluation de la qualité hygiénique et nutritionnelle de la laitue (LACTUCA SATIVA L.) amendée avec de l'urine humaine hygiénisée dans la commune de SEME-PODJI au BENIN*. Mémoire 2^{le}, 56 pages.

Anses. *Guide des bonnes pratiques d'hygiène*. <http://www.anses.fr/index.htm>, Consulté le 06 Mars 2011

Attakin E., Gnansounou M., Yadouleton M. (2006) *Présentation des options technologiques promues par le CREPA-BENIN*. Document. CREPA-BENIN. 16 pages, disponible sur :

http://mrcrbenin.org/IMG/pdf/Technologies_du_CREPA.pdf

Carles A. (2009). *Etats des lieux de la situation hydrique en Afrique subsaharienne*. Document de travail/lerpe: DT.1.2009, 52 pages, disponible sur : http://www.theworldpoliticalforum.net/wp-content/uploads/wpf2009/02_peace_with_water_brussels/doc/rapport_afrique_fr.pdf

Cdc. (2008) *Preventing Diarrheal Disease in Developing Countries: Proven Household Water Treatment Options* – CDC. Article. 01 page, disponible sur : <http://www.ehproject.org/PDF/ehkm/cdc-proven.pdf>

Commune de Klouékanmè. (2010). *Plan communal d'hygiène et d'assainissement. Diagnostic approfondi du secteur de l'hygiène et de l'assainissement. Rapport provisoire*. 159 pages.

Crepa/Wash. (2009) *Etude sur le gain socioéconomique de l'investissement dans l'assainissement au Bénin*. Rapport. CREPA/WASH Bénin. 68 pages, disponible sur :

http://mrcrbenin.org/IMG/pdf/Etude_sur_le_gain_socioeconomique_de_l_assainissement_au_Benin-2.pdf

Ctb. *Eaux et assainissement*. <http://www.btcctb.org/fr/theme/eau-assainissement>, Consulté le 10 Mars 2011.

Desjardins R. (1997). *Le traitement des eaux*. 2^{ème} édition revue et corrigée. Ed. Ecole Polytechnique Montréal. ISBN: 2-553-00643-8. Juillet. 304 pages.

Dg-eau. (2010). *Rapport d'exécution du Budget Programme par Objectif 2009 de l'hydraulique rurale et semi-urbaine. Version provisoire*. Rapport. DG-Eau Bénin, 122 pages, disponible sur :

http://www.eaubenin.bj/docs/BPO/rap_exeBPO2009_VD.pdf

Dhab. (2009). *Rapport d'exécution du Budget Programme 2009 de l'Hygiène et de l'assainissement de Base*. Rapport. DHAB Bénin. 77 pages, disponible sur :

http://rnrcbenin.org/IMG/pdf/Rapport_d_execution_BPO_2009_DHAB_.pdf

Eawag/Sandec. (2005). *Désinfection Solaire de l'eau Guide pour l'application de SODIS*. Rapport Sandec, 84 pages, disponible sur :

http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/manual_f.pdf

Eawag/Sandec. (2006). *Guide de formation pour la promotion de SODIS*. Rapport SANDEC, 39 pages, disponible sur :

http://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/training_manual_f.pdf

Esrey S.; Gough, J.; Rapaport D.; Sawyer R.; Simpson-Hébert M.; Vargas J.; Winblad. U. (1998). *Assainissement écologique*. Sida, Stockholm. 99 pages, disponible sur :

http://www.ecosanres.org/pdf_files/Assainissement_Ecologique.pdf

Fahala, A. (2006). *Monographie de la commune de Klouékanmè*. Document, 21 pages, disponible sur :

http://www.ancb-benin.org/pdc-sdac-monographies/monographies_communes/MONOGRAPHIE%20DE%20KLOUEKANME.pdf

Gaszi, M. (2005). *Trouver des partenaires pour son projet*. Guide INJEP, 74 pages, disponible sur :

<http://www.injep.fr/IMG/pdf/partenaires.pdf>

Ifrc. (2008). *Household water treatment and safe storage in emergencies*. Manual. 44 pages, disponible sur : http://www.ifrc.org/Docs/pubs/health/water/142100-HWT-en_LR.pdf

Insa. (2007). *Annuaire des statistiques sanitaires Année 2006*. Rapport. INSAE Bénin. 260 pages, de : http://www.insae-bj.org/2012/IMG/pdf/Annuaire_2006.pdf

Insa. (2007). *Enquête Démographique et de Santé*. Rapport. INSAE Bénin, 512 pages, disponible sur : <http://www.measuredhs.com/pubs/pdf/FR197/FR197.pdf>

Insa. (2009). *Enquête Modulaire Intégrée sur les Conditions de Vie des ménages (EMICoV) 2007*. Rapport. INSAE Bénin, 36 pages, disponible sur : http://www.insae-bj.org/2011/doc/Document_indicateurs%20emicov_25_mai_2009.pdf

Kar K., Chambers R. (2008). *Manuel de l'Assainissement Total Piloté par la Communauté*. Manuel. Plan international. 100 pages, disponible sur :

http://www.communityledtotalsanitation.org/sites/communityledtotalsanitation.org/files/Manuel_ATPC.pdf

Kpangon H., Yadouleton M.J., Affogbolo S.D. (2009). *Manuel ECOSAN*. Manuel. CREPA-BENIN. 14 pages, disponible sur : http://rncrbenin.org/IMG/pdf/Manuel_ECOSAN.pdf

Megan C., Djagli C. (2007). *Amélioration de la qualité microbiologique de l'eau de consommation par le rayonnement solaire. Cas du village de Sèkandji: Expérimentation et introduction au sein de la population (Cas du village de Sèkandji)*. Mémoire EPAC. Bénin. 84 pages.

Oms / Unicef. (2010). Progrès en matière d'assainissement et d'approvisionnement en eau. Rapport. 64 pages, disponible sur : http://www.unicef.org/french/wash/files/JMP_report_2010_fr.pdf

Oms. (1996). : *L'initiative " PHAST" – Participation à la transformation de l'hygiène et de l'assainissement : une nouvelle méthode de travail avec les communautés*. Document. 56 pages, disponible sur : <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/who/meto.pdf>

Oms. (2004). *Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3^{ème} édition. Volume I. Recommandations*. Document. 110 pages, disponible sur : http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_prel_1a5.pdf

Oms/ Unicef. (2009). *Atteindre l'OMD relatif à l'eau potable et à l'assainissement le défi urbain et rural de la décennie*. Rapport. 48 pages, disponible sur : http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2006/fr/index.html

Peyrègne, A. (2005). *Bien communiquer sur son projet*. Guide INJEP, 52 pages, disponible sur : http://www.injep.fr/IMG/pdf/guide_projet.pdf

Poinas, S. (2005). *Gérer le budget de son projet*. Guide INJEP, 42 pages, disponible sur : <http://www.injep.fr/IMG/pdf/budget.pdf>

Sawyer R., Simpson-Hébert M., Wood S. (1998). *PHAST*. Manuel. OMS.131 pages, disponible sur : http://www.semada.org/IMG/pdf/Manuel_progressif_PHAST.pdf

Seidl M. (2006). *Enjeux et pratiques de l'assainissement en Afrique sub-saharienne – Journées scientifiques de l'environnement 2006*. Article. 10 pages, disponible sur : <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/18/02/80/PDF/JSE-Seidl-2007-02-07.pdf>

Sie-lsw-Sia. (2006). *Livre bleu Bénin*. Rapport. 12 pages, disponible sur : http://www.sie-lsw.org/images/stories/SIE/outils_action/livres_bleus/lb/beninFR.pdf

Slocum N., Elliott J., Heesterbeek S., Lukensmeyer C.J. (2006). *Méthodes participatives. Un guide pour l'utilisateur*. Guide. Fondation Roi Baudouin. 204 pages, disponible sur : http://www.refere.uqam.ca/pdf/Methodes_participatives.pdf

Sodis. *Une étude indienne confirme que les bouteilles en PET pour l'utilisation SODIS ne sont pas nuisibles à la santé.* http://www.sodis.ch/index_FR, Consulté le 10 Mars 2011.

Unicef. (2008). *Promotion of household water treatment and storage in UNICEF WASH Programs.*

Article 10 pages, disponible sur :

http://www.unicef.org/wash/files/Scaling_up_HWTS_Jan_25th_with_comments.pdf

Unicef. (2010). *Water, Sanitation and Hygiene Annual Report 2009. Report.* 49 pages, disponible sur :

http://www.unicef.org/wash/files/2009_WASH_Annual_Report.pdf

6 Liste des illustrations

Figure 1 Disponibilité mondiale en eau douce 2000	7
Figure 2 Proportion de la population ayant accès à des sources d'eau potable de qualité	8
Figure 3 Carte administrative du Bénin	10
Figure 4 Arbre de décision pour la détermination d'un point critique à maîtriser	21
Figure 5 Cycle de l'Assainissement Ecologique	32
Figure 6 Formes de cuvettes latrine ECOSAN positions accroupies et assises	33
Figure 7 Latrine ECOSAN à usage collectif vue de face et de dos	33
Figure 8 Vidange manuelle de latrine ECOSAN à plaque chauffante	35
Figure 9 Carte administrative de la commune de Klouékanmè	40
Figure 10 Voies de propagation	69
Figure 11 Blocage des voies de propagation	70
Figure 12 Explication effet de la désinfection solaire de l'eau	71
Figure 13 Bouteilles à utiliser	71
Figure 14 Méthode d'élimination de la turbidité	72
Figure 15 Lieu d'exposition des bouteilles	72
Figure 16 Influence de la météo	73
Figure 17 Schéma Messages Hygiène	73

7 Liste des tableaux

Tableau 1 Accès à l'eau potable selon la zone d'habitation: Afrique subsaharienne et Monde	9
Tableau 2 Réalisations globales 2009	12
Tableau 3 Taux de desserte en eau potable au 31 décembre 2009	13
Tableau 4 Taux de desserte réalisé comparé aux OMD	13
Tableau 5 Taux de réalisation d'ouvrages d'assainissement 2009	14
Tableau 6 Taux de couverture en latrine comparé aux OMD	15
Tableau 7 Classification des risques en fonction du nombre de coliformes fécaux présent dans 100mL d'eau de boisson ...	23
Tableau 8 Thermo résistance des microorganismes dans l'eau	26
Tableau 9 Pathogènes détruits par les rayons UV-A	28
Tableau 10 Efficacité de SODIS durant les ateliers de démonstration	29
Tableau 11 Efficacité de SODIS au niveau de l'utilisation individuel (exemple du projet SODIS au Nicaragua)	30
Tableau 12 Répartition spatiale de la population de la commune de Klouékanmè en 2010 et 2015 et par sexe	41
Tableau 13 Chronogramme des activités	62
Tableau 14 Budget prévisionnel projet SODIS-ECOSAN	64
Tableau 15 Plan de financement projet SODIS-ECOSAN	65
Tableau 16 Cadre logique du projet	66

8 Glossaire

Assainissement

L'assainissement est défini comme une action visant à l'amélioration de toutes les conditions qui, dans le milieu physique de la vie humaine, influent ou sont susceptibles d'influer défavorablement sur le bien-être physique, mental ou social. (PNHAB, 2003, Megan & Djagli, 2007)

Eau potable :

L'eau potable (selon l'OMS) est une eau qui ne contient pas d'agents pathogènes ou d'agents chimiques à des concentrations pouvant nuire à la santé. Cela inclut les eaux de surfaces traitées et les eaux de surface non traitées, mais non contaminées, comme les sources d'eau, les forages et les puits.

Accès à l'eau potable : La notion d'accès à l'eau potable est un indicateur qui représente la quantité et la qualité de l'eau dont dispose chaque personne par jour. La norme fréquemment citée pour la quantité est celle de l'OMS qui s'établit à 20 litres par personne et par jour pour la satisfaction de tous les besoins de base (boisson, lessive, vaisselle, douche, etc.) (Kombassere, 2007)

Accessibilité à l'eau potable

L'accessibilité est une notion qui rend compte de la plus ou moins grande facilité avec laquelle on peut accéder à un service. Appliquée à l'eau potable, elle se décline en termes de disponibilité de la ressource, de permanence, de distance qui sépare le ménage de son point d'eau et de qualité. En terme de distance, on entend par accessibilité raisonnable, l'existence d'un point d'eau potable permanent à une distance inférieure à 200 mètres de la concession (OMS, 2003, Kombassere, 2007)

Turbidité :

Selon l'institut national de santé publique du Québec (2003), la turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau; c'est l'inverse de la limpidité. Techniquement, la turbidité correspond à la propriété optique de l'eau permettant à une lumière incidente d'être déviée (diffraction) ou absorbée par des particules plutôt que transmise en ligne droite (APHA/WWA- WEF, 1998; US EPA, 1999; Santé Canada, 1995). Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argile, de composés organiques ou inorganiques ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes. Les sources de matières particulaires peuvent être d'origine naturelle (acides humiques, particules provenant de la dégradation des végétaux ou de l'érosion du sol) ou anthropique (rejets industriels, agricoles et urbains) (US EPA, 1999).

Méthodes participatives :

Les méthodes participatives visent à encourager la participation des individus à des activités de groupe sans considération d'âge, de sexe, de classe sociale ou de niveau d'instruction. Ces méthodes sont

particulièrement efficaces pour les femmes (qui dans certaines cultures, répugnent à exprimer leur opinion ou ne savent ni lire ni écrire). Les méthodes participatives ont pour but de développer la confiance en soi et le sens des responsabilités pour les prises de décisions. Elles rendent le processus de prise de décisions facile et amusant. Elles facilitent la planification au niveau communautaire, favorisent l'enrichissement mutuel et incitent les participants à respecter les connaissances et les compétences d'autrui. (Manuel progressif PHAST, OMS 1998)

Méthode PHAST :

PHAST ou *Participatory Hygiene And Sanitation Transformation*, soit participation à la transformation de l'hygiène et de l'assainissement est une méthode qui vise à promouvoir les comportements en matière d'hygiène, des améliorations en matière d'assainissement et la gestion communautaire des réseaux d'adduction d'eau et d'assainissement au moyen de techniques appropriées fondées sur la participation. Son but est de promouvoir l'hygiène, l'assainissement et la prise en charge par les communautés, des installations d'assainissement et d'eau. Elle est une adaptation de la méthode SARAR d'apprentissage participatif, fondée sur la capacité innée des êtres humains à s'occuper de leurs problèmes et à les résoudre. Elle a pour but de donner aux communautés la capacité de prendre en charge les approvisionnements en eau et de maîtriser les maladies liées à l'assainissement en favorisant la prise de conscience et la compréhension de la santé qui, à son tour, entraîne des améliorations dans le comportement et l'environnement. (Initiative PHAST ; BM-OMS-UNDP, 1996)

Rayonnement ultraviolet (UV) :

Le rayonnement ultraviolet (UV) est un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde intermédiaire entre celle de la lumière visible et celle des rayons X. Le nom signifie « au-delà du violet » (du latin *ultra* : « au-delà de »), le violet étant la couleur de longueur d'onde la plus courte de la lumière visible. Les ultraviolets ont été découverts en 1801 par le physicien allemand Johann Wilhelm Ritter d'après leur action chimique sur le chlorure d'argent. Les ultraviolets peuvent être subdivisés en UV proches (380-200 nm de longueur d'onde) et ultraviolets extrêmes (200-10 nm). Quand on considère les effets du rayonnement UV sur la santé humaine, la gamme des rayons UV est souvent subdivisée en UV-A (400-315 nm), UV-B (315-280 nm) et UV-C (280-10 nm). Près de 5% de l'énergie du soleil est émise sous forme de rayonnement UV. Ces rayons UV sont classés dans trois catégories en fonction de leur longueur d'onde : les UV-A, UV-B et UV-C. Toutefois, en raison de l'absorption des UV par la couche d'ozone de l'atmosphère, 99 % de la lumière UV qui atteint la surface de la terre appartient à la gamme des UV-A.

Polyéthylène Téréphtalate (PET) :

Polymère de synthèse produit par polycondensation de l'éthylène glycol avec l'acide téréphtalique. Cette matière plastique est principalement utilisée pour la fabrication de bouteilles, flacons, pots, films et feuilles, fibres, ... De la famille des thermoplastiques, il est recyclable. (actu-environnement.com)

Polychlorure de vinyle (PVC) :

Le poly (chlorure de vinyle), dont le symbole international PVC découle de l'appellation anglaise « Poly Vinyl Chloride ». C'est une matière thermoplastique de synthèse composée de carbone, d'hydrogène et de chlore. Le carbone et l'hydrogène proviennent du pétrole (43 %) tandis que le chlore est originaire du sel (57 %). La production industrielle du PVC remonte au début des années 1930. C'est un plastique très présent dans notre vie quotidienne car l'ensemble de ses propriétés mécaniques et physiques et son aptitude à être modifié selon les besoins en font un matériau adapté à de multiples usages. Le PVC est présent dans tous les secteurs économiques : bâtiment (57 % pour l'Union européenne), emballage, électricité, électronique, biens de consommation, santé, transports. (Techniques de l'Ingénieur, <http://www.techniques-ingenieur.fr>)

ANNEXES

9 Annexes

9.1 Annexe 1 : Chronogramme.

Tableau 13 Chronogramme des activités

N°	Activités	Mois												Responsable	
		JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC		
A1.1	Prise de contact avec les autorités locales (Maire, chef d'arrondissement, autorités sanitaires, chefs de quartiers, chefs de villages, chefs religieux, sages etc.)														EP, ONG
A1.2	Constitution d'un stock de bouteilles plastiques (PET)														EP, ONG
A1.3	Rencontre avec les populations des villages choisis														EP, ONG
A2.1	Formation des membres de l'équipe de projet														Experts
A2.2	Formation de 5 membres d'une ONG locale sur le concept de l'assainissement écologique (latrines ECOSAN) et le traitement solaire de l'eau de boisson														EP
A2.3	Conception des images, affiches et fiches techniques.														EP, ONG, Experts

9.2 Annexe 2 : Budget.

Tableau 14 Budget prévisionnel projet SODIS-ECOSAN

Désignation	Unité	Quantité	Coût unitaire	Montant en FCFA	Montant en Euro
Mobilisation des partenaires	Mois				
Contact avec autorité, ONG et Ménages		1	PM	PM	
Collaboration avec les structures de recyclage de bouteilles		3	25000	75 000,00	114,33
Sous-total Mobilisation Partenaires				75 000,00	114,33
Ressources Matérielles					
Achat des stocks de bouteilles		6000	100	600 000,00	914,703
Production de fiches techniques		1	100000	100 000,00	152,450
Productions d'affiches et autocollants		10	70000	700 000,00	1067,154
Productions d'outils SARAR/PHAST		1	400000	400 000,00	609,802
Matériels bureautiques		4	25000	100 000,00	152,450
Construction des coins SODIS-ECOSAN		4	100000	400 000,00	609,802
Construction des latrines ECOSAN		8	1800000	14400000,00	21952,893
Frais de construction latrines ECOSAN		8	25000	200000,00	304,901
Frais de déplacement équipe de projet		12	50000	600000,00	914,703
Frais de communication		12	25000	300 000,00	457,351
Location Bureau		12	50000	600 000,00	914,703
Kit de test DEL-AGUA			PM	PM	
Sous-total Ressources Matérielles				18 400 000,00	28 050,91
Ressources Humaines					
Formation équipe de projet		1	100000	100 000,00	152,450
Formation ONG locale		1	100000	100 000,00	152,450
Formation Promoteurs Communautaires de Santé		7	30000	210 000,00	320,146
Formation Ménages (foire de la Santé)		4	100000	400 000,00	609,802
Formation Maçons		7	8000	56 000,00	85,372

Motivation Promoteurs Communautaires de Santé		9	450000	4 050 000,00	6174,251
Indemnité ONG locale		9	250000	2 250 000,00	3430,139
Indemnité Chef de projet		12	200000	2 400 000,00	3658,815
Indemnité assistant chef de projet		12	150000	1 800 000,00	2744,111
Indemnité socio-anthropologue, responsable formation		12	150000	1 800 000,00	2744,111
Indemnité ingénieur WASH, responsable technique		12	150000	1 800 000,00	2744,111
Indemnité expert SODIS		7	30000	210 000,00	320,146
Indemnité expert ECOSAN		7	30000	210 000,00	320,146
Frais de déplacement ONG locale		1	100000	100 000,00	152,450
Sous-total Ressources Humaines				15 486 000,00	23608,95
Suivi et Evaluation					
Suivi	Pour	Mémoire		PM	
Evaluation		1	300000	300 000,00	457,351
Point de presse		1	150000	150 000,00	228,675
Sous-total Suivi et Evaluation				450 000,00	686,027
Marge de sécurité			5%	1 720 550,00	2622,989
Coût Total du Projet				36 131 550,00	55082,781

9.3 Annexe 3 : Financement.

Tableau 15 Plan de financement projet SODIS-ECOSAN

Ressources	Montant en FCFA	Montant en EURO	%	Statuts: sollicité/ acquis
1. Ressources propres				
Populations bénéficiaires	1 440 000,00	2195,28	10	acquis
Commune de Klouékanmè	7 226 310,00	11016,55	20	acquis
2. Bailleurs de fonds privés				
Partenaires au développement	22 045 507,00	33608,51	55	sollicité

Mécènes	5 419 732,50	8262,41	15	sollicité
3. Bailleurs de fonds publics				
	-		-	-
TOTAL	36 131 550,00	55082,78	100	

9.4 Annexe 4 : Cadre logique.

Tableau 16 Cadre logique du projet

	Logique d'intervention	Indicateurs objectivement vérifiables	Sources et moyens de vérification	Hypothèses
Objectif Général	Contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations d'Ahogbèya à travers l'accès à l'eau potable et à l'assainissement par la méthode SODIS et les latrines ECOSAN.	Nombre de personnes ayant accès à de l'eau salubre et à un système d'assainissement amélioré après le projet, comparé à la situation d'avant-projet	Analyse des statistiques sanitaires au début du projet Comparaison avec les statistiques à la fin de ce projet Rapport des PCS et de l'ONG locale	Les autorités locales favorisent la mise en œuvre du projet Adhésion des populations, des autorités et des enseignants des écoles Réalisation des infrastructures
Objectifs Spécifiques	OS1 : Faire adopter la méthode SODIS à au moins 50% des populations de la zone d'intervention d'ici à fin 2013 OS2 : Accroître d'au moins 50% le nombre de personnes utilisant les latrines d'ici à fin 2013. OS3 Réduire de 25% l'incidence des maladies diarrhéiques dans la zone d'intervention d'ici à fin 2013.	Au moins 450 ménages sont informés et ont adopté SODIS. Pourcentage des ménages à risque possédant des équipements de traitement de l'eau. Quantité d'eau traitée/Jours. Au moins 450 ménages utilisent régulièrement les latrines ECOSAN. Taux de fréquentation des latrines. Fréquence de consommation d'eau traitée au sein des ménages. Incidence des maladies diarrhéiques comparée à celle d'avant le projet	Rapport d'activité PCS et ONG rapport de session de formation Liste de présence aux formations. Enquête sur échantillon de population. rapports d'activité Liste de présence aux formations Rapport Analyse des statistiques sanitaires avant et après le projet.	Adhésion des populations Forte implication des PCS et de l'Ong locale Collaboration active des PCS et de l'Ong locale. Volonté de changement d'habitudes des populations Les populations adhèrent au projet et participent activement à sa réalisation Les PCS et l'Ong locale font bien leur travail.

<p>Résultats attendus</p>	<p>R1 : une étude sociologique de la zone d'intervention est faite.</p> <p>R2 : Une ONG locale et des PCS sont formée pour l'implantation de la méthode SODIS et des latrines ECOSAN sont formées.</p> <p>R3 : Des matériels d'information et de formation sur ECOSAN et SODIS sont conçus et diffusés</p> <p>R4 : La population locale est formée sur les BPH et le traitement de l'eau de boisson.</p> <p>R5 : SODIS et ECOSAN sont introduits dans les écoles.</p> <p>R6 : Un système efficace d'approvisionnement en bouteilles plastiques est mis sur pied.</p>	<p>Existence d'une monographie sur la zone d'étude</p> <p>Augmentation d'au moins 90% des connaissances des agents de l'ONG et des PCS sur SODIS et ECOSAN</p> <p>Nombre d'affiches, images et outils pédagogiques conçus Taux d'affichage et d'utilisation des images, affiches et outils pédagogiques</p> <p>Augmentation de 50% au moins des connaissances de la population sur les BPH à travers SODIS et ECOSAN</p> <p>Augmentation d'au moins 50% des connaissances des élèves et enseignants sur ECOSAN et SODIS Au moins 1 coin SODIS-ECOSAN est créé par école. Taux de fréquentation des latrines ECOSAN. Nombres de bouteilles d'eau SODIS utilisées par jour</p> <p>Nombre de bouteilles plastiques (PET) disponibles sur le marché local.</p>	<p>Rapport</p> <p>Rapport. Comparaison de niveau de connaissance avant et après formation</p> <p>Rapports d'activité, bordereau de commande, planning des visites à domicile.</p> <p>Enquête sur un échantillon d'adultes et d'enfants avant et après formation, rapport d'activité.</p> <p>Enquête sur un échantillon d'élèves et d'enseignants avant et après promotion. Enquête auprès des vendeuses de nourritures au sein des écoles.</p> <p>Statistiques sur la disponibilité des bouteilles plastiques (PET).</p>	<p>Adhésion des populations</p> <p>Collaboration active des membres de l'Ong et des PCS.</p> <p>Adhésion des populations au projet</p> <p>Forte motivation Ong locale, PCS, populations</p> <p>Les autorités locales favorisent la dissémination de SODIS et ECOSAN dans les établissements scolaires sélectionnés. Les enseignements adhèrent au projet.</p> <p>Les vendeuses de bouteilles plastiques (PET) ne font pas de surenchère sur le prix d'achat des bouteilles</p>
----------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Activités à développer		Moyens	Coûts	
	A1.1 Prise de contact avec les autorités et personnes ressources	Mobilisation Partenaires	75.000 FCFA	
	A1.2 Constitution d'un stock de bouteilles plastiques (PET)	Autorités, personnes ressources etc.		
	A.1.3 Rencontre avec les populations des villages choisis	Ressources humaines	15.486.000 FCFA	
	A2.1 Formation des membres de l'équipe de projet	1 chef de projet 1 assistant		
	A2.2 : Formation de 5 membres d'une ONG locale	1 responsable technique		
	A2.3 Conception des images, affiches et fiches techniques.	1 socio-anthropologue 1 expert SODIS 1 expert ECOSAN		
	A3.1 Formation de 30 PCS	5 agents Ong locale 30 PCS 4maçons locaux		
	A3.2 Formation de 4 maçons locaux à la construction de latrine ECOSAN	Ressources Matérielles	18.400.000 FCFA	
	A3.3: Diffusion de SODIS et ECOSAN au sein des ménages	Matérielle bureautique Location Tel, fax, courrier Electricité		
	A4.1 : Formation des élèves et enseignants à SODIS et ECOSAN.	Construction latrines Stock de bouteilles Transports locaux et interurbains		
	A.4.2 : Création dans chaque école d'un coin "SODIS-ECOSAN"			
	A4.3 : Suivi et supervision des ménages et écoles	Suivi et évaluation du projet	450.000 FCFA	
	A5.1 : Construction des Latrines ECOSAN	suivi		
	A.5.2 : Collaboration avec groupement de femmes vendeuses de bouteilles plastiques et autres.	Evaluation Point de presse		

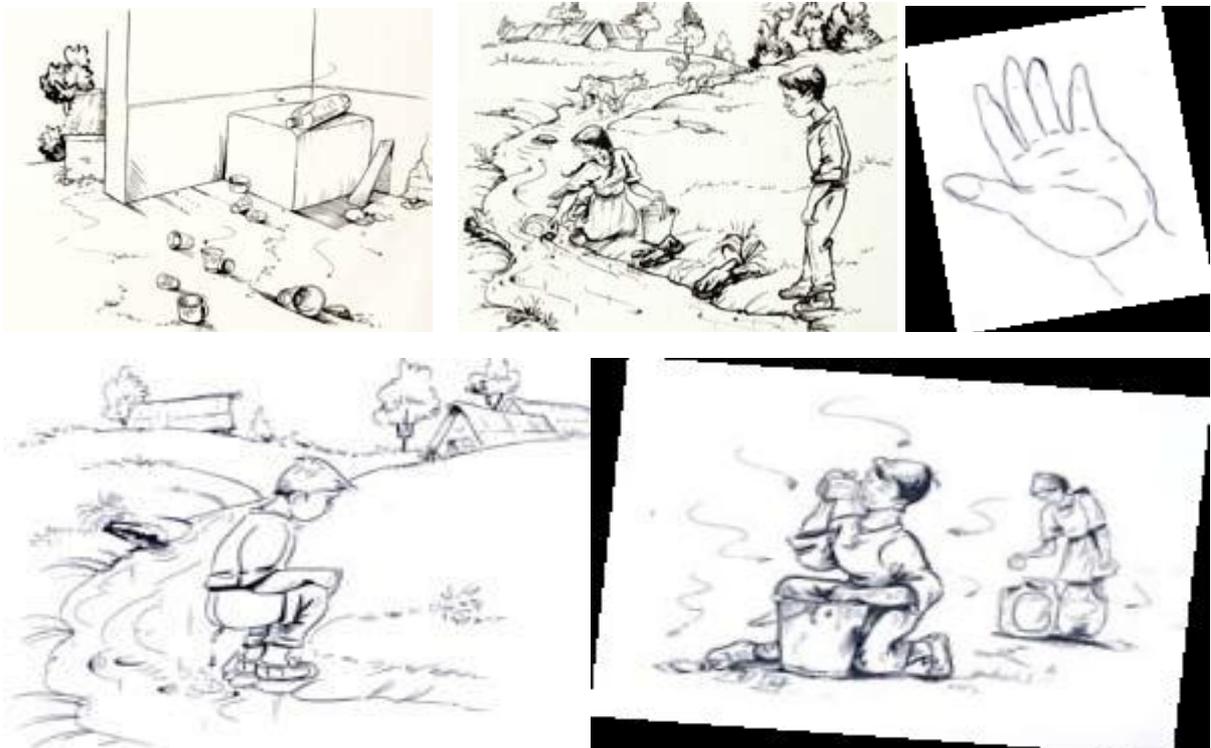
	A6.1 : Suivi et évaluation du projet A6.2 : Point de presse	Autres coûts et services	1.720.550 FCA	
		Coût Total du projet	36.131.550 FCFA soit 55082,781€	

9.5 Annexe 5 : Outils et images.

Cette annexe propose quelques « outils-images » qui seront adaptés au contexte béninois dans le cadre de la formation des promoteurs communautaires de santé et des populations.

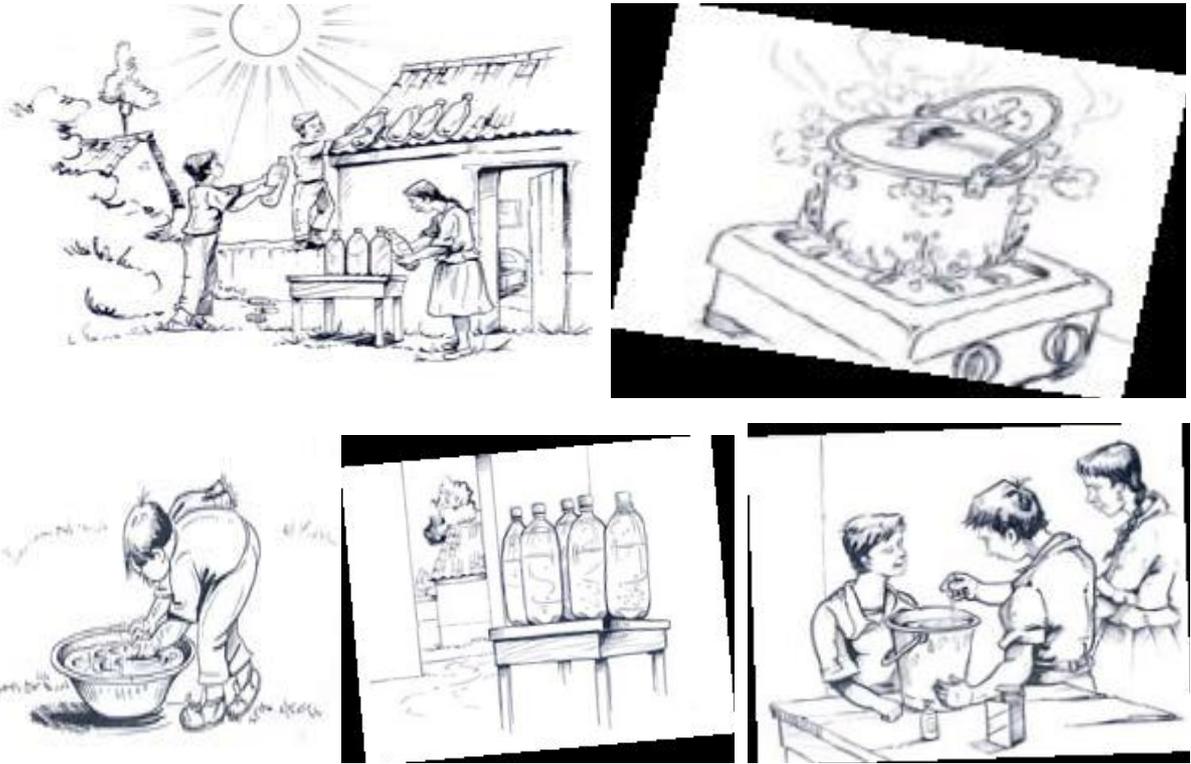
9.5.1 Outils « Voies de propagation » et « blocage des voies de propagation »

Figure 10 Voies de propagation



Source: EAWAG/SANDEC/drawings Fundación SODIS /www.fundacionsodis.org

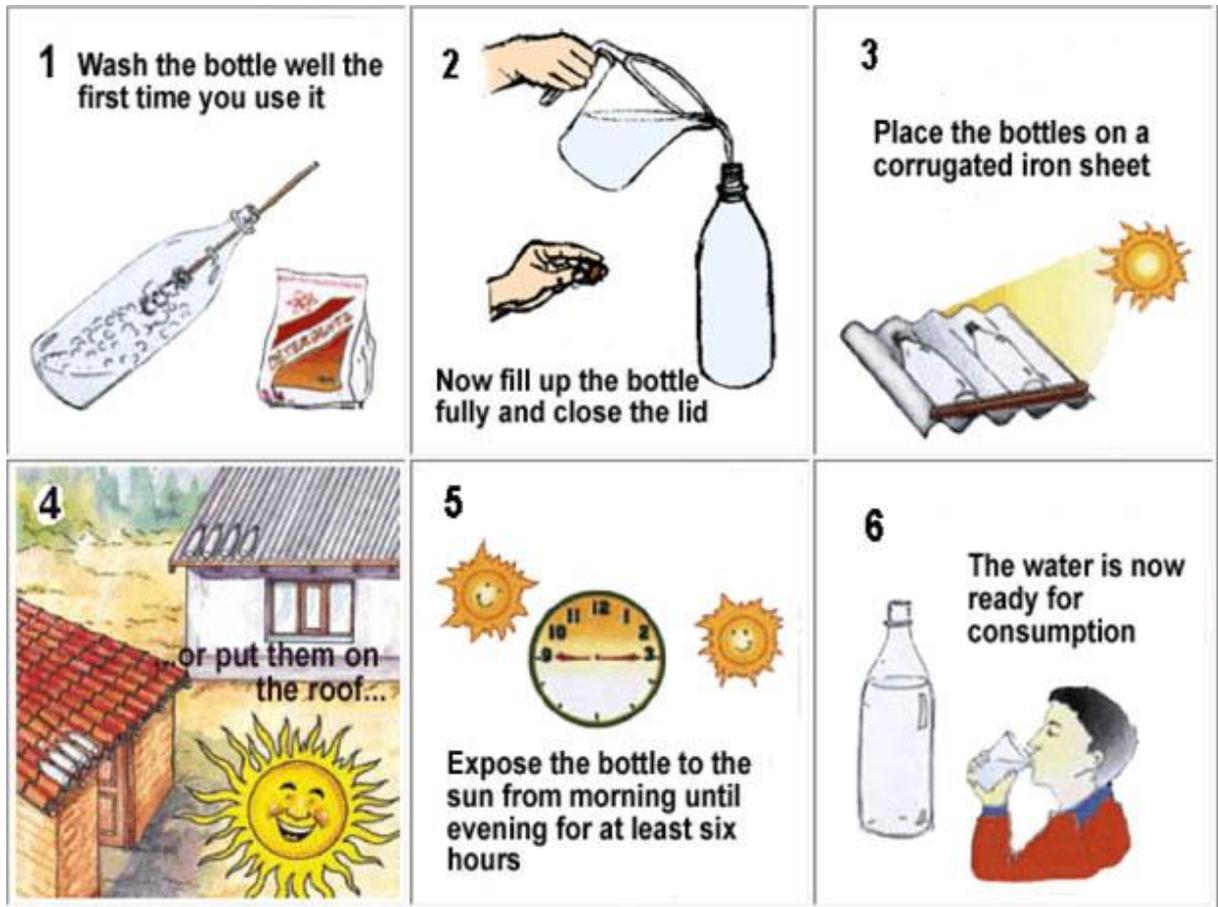
Figure 11 Blocage des voies de propagation



Source: EAWAG/SANDEC/drawings/Fundación SODIS /www.fundacionsodis.org

9.5.2 Outils de démonstration de la méthode SODIS.

Figure 12 Explication effet de la désinfection solaire de l'eau



Source: EAWAG/SANDEC

Figure 13 Bouteilles à utiliser



Source: EAWAG/SANDEC

Figure 14 Méthode d'élimination de la turbidité



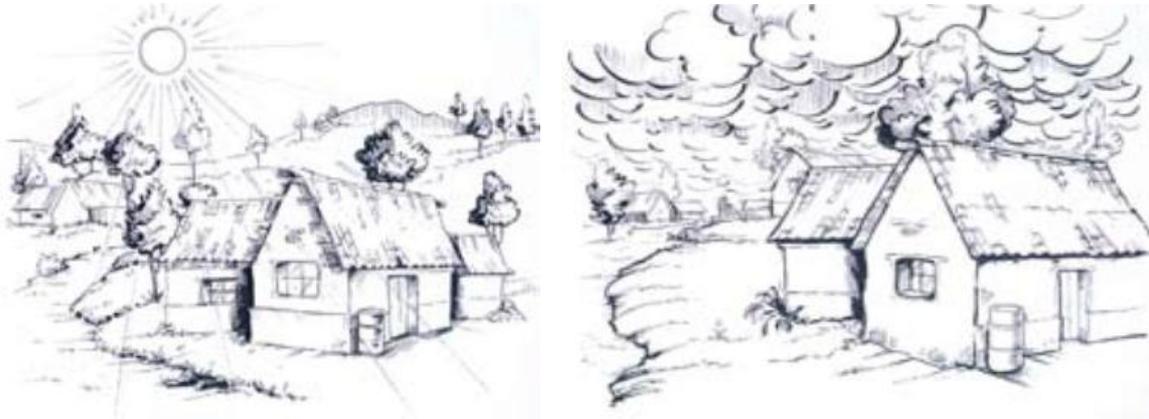
Source: EAWAG/SANDEC

Figure 15 Lieu d'exposition des bouteilles



Source: EAWAG/SANDEC

Figure 16 Influence de la météo



Source: EAWAG/SANDEC/drawings Fundación SODIS /www.fundacionsodis.org

9.6 Annexe 6 : Processus de promotion de bonnes pratiques d'hygiène.

Figure 17 Schéma Messages Hygiène

