

DÉSINFECTION SOLAIRE DE L'EAU

GUIDE POUR L'APPLICATION DE SODIS



www.sodis.ch

© SANDEC (Eau et assainissement dans les pays en développement) à l'EAWAG (Institut fédéral suisse pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux), 2005

Boîte postale 611, Ueberlandstr. 133

CH-8600 Duebendorf

Suisse

tél.: +41 1 823 52 86

fax: +41 1 823 53 99

La reproduction de ce matériel, en entier ou en partie, est accordée à des fins éducatives, scientifiques ou liées au développement excepté celles qui impliquent la vente commerciale, à condition que:

- la source soit citée entièrement
- une demande écrite soit soumise à SANDEC

ISBN Nr.: 3-906484-34-3

Distributeur: Centre de Coopération pour la Technologie

et le Management (SKAT)

CH-9000 St. Gallen

Suisse

e-mail: info@skat.ch

fax: +41 71 228 5455

tél.: +41 71 228 5454

ou

Intermediate Technology Development Group Publishing (ITDG)

103-105 Southampton Row

Londres WC1B4HH

Angleterre

e-mail: orders@itpubs.org.uk

fax: +44 171 436 2013

DÉSINFECTION SOLAIRE DE L'EAU

GUIDE POUR L'APPLICATION DE SODIS

Le guide original anglais a été rédigé par Regula Meierhofer et Martin Wegelin en collaboration étroite avec Xiomara del Rosario Torres, Bruno Gremion, Alvaro Mercado, Daniel Mäusezahl, Michael Hobbins, Stephan Indergand-Echeverria, Beat Grimm et Christina Aristanti.

Le manuel anglais a été traduit en français par Sandrine Motamed et Beat Stoll de l'Université de Genève.

Préface

L'idée d'une désinfection de l'eau par le solaire fut présentée pour la première fois par Afim Acra dans une brochure publiée par UNICEF en 1984. En 1991, une équipe de recherche de l'EAWAG/SANDEC s'est investie dans des expériences de laboratoire exhaustives, afin d'estimer le potentiel de cette méthode concernant l'inactivation des bactéries et des virus. Ces recherches ont révélé des synergies dans l'inactivation des microorganismes par l'action simultanée des rayonnements de type UV-A et de l'élévation de la température. Ces effets ont été confirmés par des études de terrain qui mettent encore plus en valeur le potentiel du traitement de l'eau par le rayonnement solaire, SODIS*. Ultérieurement, ce simple procédé de traitement de l'eau a été testé sur le terrain lors de projets pilotes dans des populations ciblées, afin d'évaluer son acceptation socioculturelle ainsi que son accessibilité. La réaction et l'intérêt envers SODIS furent très positifs.

L'EAWAG/SANDEC a donc entamé une diffusion mondiale de SODIS afin de promouvoir cette méthode dans des régions où de l'eau potable n'est pas disponible. Depuis 1999, des initiatives et des activités locales SODIS ont été lancées dans plusieurs pays d'Amérique latine ainsi qu'en Indonésie, au Sri Lanka, en Inde, au Népal, au Pakistan, en Ouzbékistan, au Kenya, en Afrique du Sud, ou en Angola, pour ne citer que ceux-là, où l'EAWAG/SANDEC soutient ses partenaires locaux en développant du matériel d'information et des stratégies de promotion, tout en incluant des campagnes de publicité à un niveau international. Le site Internet <http://www.sodis.ch> fonctionne comme plate-forme de communication pour l'échange d'informations et d'expériences.

Etant donné que certains de nos partenaires de pays en voie de développement n'ont pas accès au réseau d'informations électroniques, la production de documents imprimés reste nécessaire. Ce présent manuel SODIS devrait être considéré comme un document de référence pour les personnes intéressées. Il contient l'information accumulée pendant plus de 10 ans en collaboration avec nos partenaires coopérants.

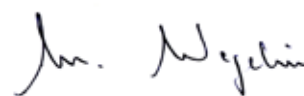
L'EAWAG/SANDEC tient à remercier toutes les institutions et les personnes impliquées dans le projet SODIS pour leur collaboration et assistance. Nous aimerions également exprimer notre gratitude à la Direction du Développement et de la Coopération Suisse qui a soutenu ce projet depuis le début. Le fond mondial de l'eau SIMAVI a cofinancé des projets en Bolivie et en Indonésie et a rendu possible la publication du présent manuel. La fondation AVINA soutient intensivement un vaste programme de promotion SODIS en Amérique Latine et la Fondation SOLAQUA a fourni des fonds d'amorçage pour permettre de débiter des projets SODIS en Afrique ainsi qu'en Asie. Nous souhaitons exprimer toute notre reconnaissance pour le soutien financier apporté par ces institutions. Nous remercions particulièrement Regula Meierhofer qui, en collaboration avec Xiomara de Rosario Torres, Bruno Gremion, Alvaro Mercado, Daniel Mäusezahl, Michael Hobbins, Stephan Indergand-Echeverria, Beat Grimm et Christina Arisanti, a rassemblé l'information contenue dans ce guide et Sylvie Peter pour la qualité de l'édition. Enfin et surtout, nos remerciements vont à nos partenaires des pays en voie de développement pour leur travail motivé et leur engagement ainsi que pour leurs efforts en vue d'améliorer la situation sanitaire dans les régions concernées par leurs projets.

Le manuel anglais a été traduit en français par Sandrine Motamed et Beat Stoll de l'Université de Genève. Nous sommes très reconnaissants de leur travail étendu de traduction et apprécions infiniment de pouvoir fournir un guide pratique aux partenaires de SODIS dans les pays francophones.

Duebendorf, Avril 2005



Chris Zurbrugg
Director of SANDEC



Martin Wegelin
Programme Officer

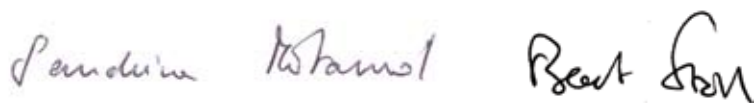
Préface du manuel français

Malgré plusieurs milliards d'investissement et des dizaines d'années d'effort, un tiers de la planète demeure privée d'un accès à l'assainissement suffisamment adéquat, avec ses conséquences sur la qualité de l'eau de boisson et la santé. Entre mythes et faux messages, la confiance est ébranlée et l'agent de santé a bien du mal aujourd'hui à savoir comment améliorer efficacement les conditions sanitaires de sa communauté. Pourtant l'urgence est là. Un gramme de matière fécale peut contenir 1million de bactéries, des millions de virus. Les maladies diarrhéiques, conséquence du manque d'hygiène, tuent plusieurs milliers d'enfants par jour dans le monde.

Les exemples de réussites locales ne manquent pas pourtant. Qu'est-ce qui les différencient des autres projets ? Et bien, elles ont en commun des programmes qui répondent à des besoins bien réels et exprimés par les populations, associés à une participation toute aussi réelle et active de ces dernières. L'agent de santé local doit ainsi représenter le catalyseur de la confiance en soi, de la détermination des communautés et un organisateur des ressources locales. Ainsi, la tâche d'agent en santé communautaire à travers l'amélioration à l'accès à l'eau potable devient une véritable ouverture vers l'amélioration des conditions de vie et des potentiels de développement des communautés les plus pauvres.

Bien trop souvent, des aspects financiers et techniques ont servis d'excuses à de nombreux échecs de projets. SODIS nous prouve le contraire. A travers la lecture de ce manuel, vous découvrirez une méthode à la portée de tous puisqu'elle ne repose que sur une bouteille en plastique et de l'exposition de cette dernière au soleil durant quelques heures. Ainsi, sans nécessité d'installation, ni l'emploi de consommable coûteux, avoir accès à une eau potable du point de vue microbiologique est à la disposition de chacun. En matière de santé publique, SODIS est susceptible de répondre réellement à court terme aux besoins en eau de boisson des petites communautés. L'agent de santé communautaire dispose ainsi enfin d'une méthode efficace, à associer à ses conseils en matière d'hygiène et d'alimentation. Nous ne pouvons qu'encourager les communautés à expérimenter SODIS pour qu'elles puissent estimer par elles-mêmes l'adéquation de cette méthode à leurs situations, sans oublier qu'en matière de santé les changements de comportements prennent du temps et que l'organisation communautaire est décisive pour que la population s'approprie véritablement une méthode.

Genève, Avril 2005



Dr Sandrine Motamed
Institut de médecine sociale et préventive, Université de Genève

Dr Beat Stoll



SODIS en bref

Pour les communautés qui consomment une eau microbiologiquement contaminée, la désinfection de l'eau par le solaire (SODIS) est une solution simple, soutenable par l'environnement, de faible coût et adaptée au traitement de l'eau à l'échelle de l'habitat individuel. SODIS utilise l'énergie solaire pour détruire les microorganismes pathogènes qui causent les diarrhées liées à l'eau et améliore ainsi la qualité microbiologique de l'eau de boisson. Les microorganismes pathogènes sont sensibles à deux effets de la lumière du soleil: le rayonnement dans le spectre UV-A (longueur d'ondes 320-400nm) et la chaleur (augmentation de la température de l'eau).

Ces deux effets agissent en synergie ce qui produit un effet combiné plus important que le cumul des deux effets pris isolément. Ce qui signifie que la destruction des microorganismes augmente lorsqu'ils sont exposés à la température et au rayonnement UV-A en même temps.

SODIS est idéal pour désinfecter des petites quantités d'eau de faible turbidité. Des bouteilles en plastique transparent sont remplies avec de l'eau contaminée et exposées en plein soleil pendant 6 heures. Durant l'exposition au soleil les pathogènes sont détruits. Si la couverture nuageuse dépasse 50%, il est nécessaire d'exposer les bouteilles plastiques 2 jours consécutivement afin de produire une eau propre à la consommation. Néanmoins, si la température de l'eau dépasse 50°C, une heure d'exposition est suffisante pour obtenir une eau potable. L'efficacité de la méthode peut être encore augmentée si les bouteilles en plastique sont exposées sur des surfaces réfléchissantes comme de l'aluminium ou de la tôle ondulée.

TABLE DES MATIÈRES

1ère PARTIE : DEVELOPPEMENT DE SODIS

1.INTRODUCTION	1
1.1 La situation générale en matière de qualité de l'eau	1
1.2 Approvisionnement en eau	2
1.3 Transmission des pathogènes d'origine hydrique	3
Caractéristiques des pathogènes	3
Multiples voies de transmission et interventions possibles	5
Classification de la qualité de l'eau	6
1.4 Le développement du concept SODIS (un aperçu historique)	7
1.5 Avantages et limites de SODIS	9

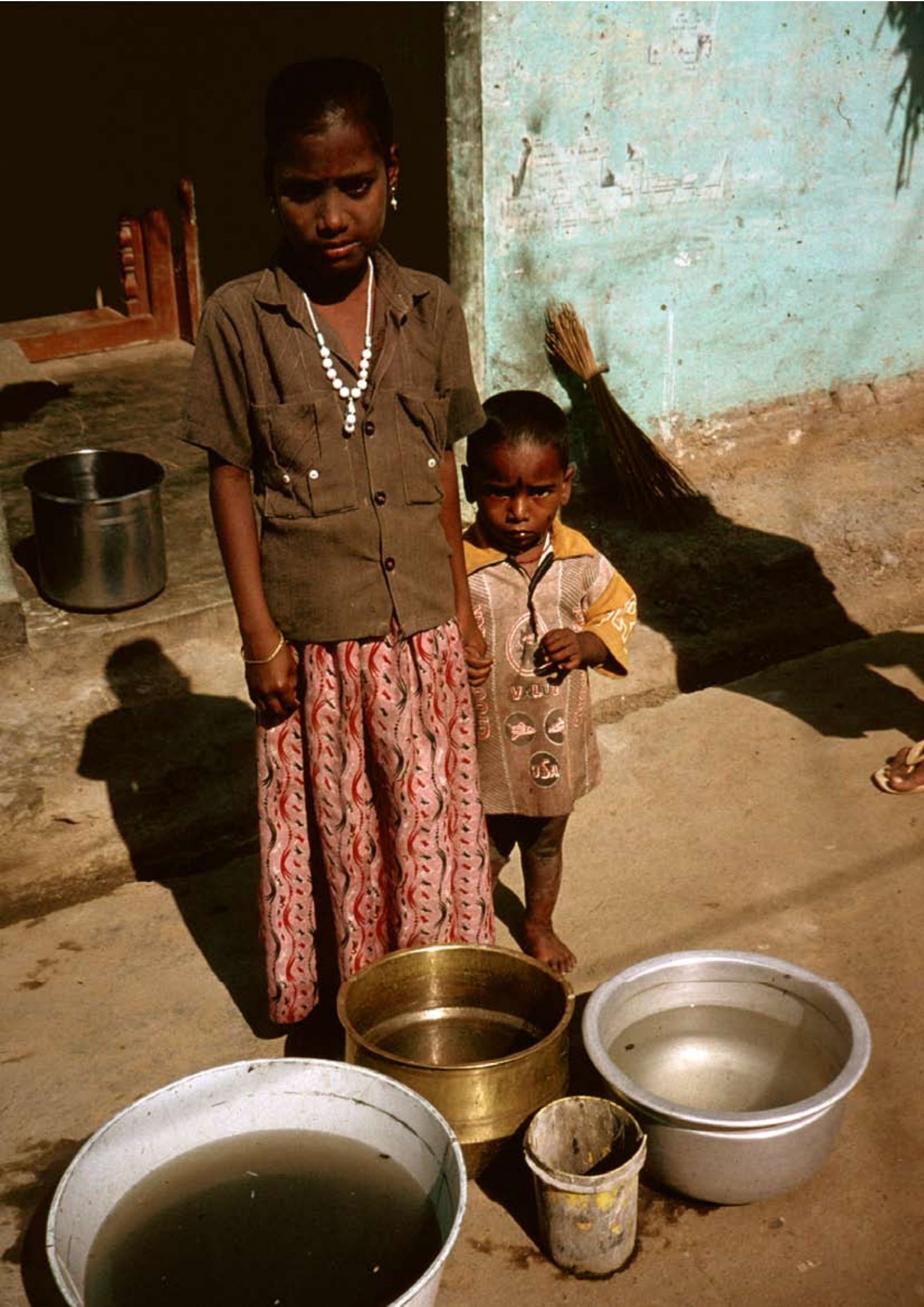
2ème PARTIE : CONTEXTE TECHNIQUE ET PRINCIPES POUR L'APPLICATION DE SODIS

2. ASPECTS TECHNIQUES	11
2.1 Effet du rayonnement UV-A et de la température	11
Effet du rayonnement UV	11
Effet de la température (rayonnement infrarouge)	11
Le procédé de SODIS : L'effet synergique du rayonnement UV-A et de la température	12
2.2 Effet de SODIS sur les pathogènes	12
Indicateurs utilisés pour tester l'efficacité de SODIS	13
2.3 Météo et climat	14
Variation géographique du rayonnement solaire	14
Variations saisonnières et journalières du rayonnement solaire	14
2.4 Turbidité de l'eau	15
2.5 Oxygène	15
2.6 Matériau et forme des récipients	16
Bouteilles en plastique : PET ou PVC ?	16
Des bouteilles en plastique ou en verre ?	16
Forme des récipients	17
Le vieillissement des bouteilles en plastique	17
Les photo-produits	17
2.7 Procédure d'utilisation	18
Préparation	18
Procédure d'exposition	18
Guidelines pour augmenter l'efficacité de SODIS	18

3ème PARTIE : L'APPLICATION SUR LE TERRAIN

3. APPLICATION SUR LE TERRAIN	
3.1 Des essais avec SODIS dans différentes conditions	21
3.2 L'efficacité de SODIS dans les recherches sur le terrain	21
Qualité physique et chimique de l'eau	22
Qualité microbiologique de l'eau	22
Analyse de l'efficacité de SODIS dans des ateliers de démonstration	23
Qualité de l'eau à l'échelle de l'utilisateur	23
Bouteilles et support de bouteilles	24
Influence des conditions météorologiques	26

La manèment SODIS par les utilisateurs	26
Conclusions au sujet de l'efficacité SODIS sur le terrain	28
3.3 Leçons tirées de l'application sur le terrain	28
3.4 Les bénéfices de SODIS sur la santé	29
Types de maladies sur lesquelles SODIS a un impact positif	29
Indicateurs utilisés pour évaluer les bénéfices en matière de santé de l'utilisation de SODIS sur la santé	29
Résultats des études de terrain concernant les bénéfices de SODIS sur la santé	30
Peut-on utiliser SODIS pour les bébés?	31
Autres limites de l'utilisation SODIS	31
 <i>4ème PARTIE : EXECUTION DU PROJET</i>	
4. FORMATION DES PROMOTEURS DE SANTE	33
4.1 Approches et méthodes de formation	33
Méthodes utilisées pour la formation des promoteurs de santé	33
4.2 Matériel de formation	35
4.3 Expériences acquises lors de la formation des promoteurs de santé	36
5. FORMATION DES UTILISATEURS	39
5.1 Estimer les besoins au niveau communautaire	39
5.2 Approches et méthodes de formation	40
Formation de familles individuelles	40
Formation de groupes communautaires	41
SODIS au jardin d'enfant	43
SODIS dans les écoles	43
5.3 Aspects culturels et ressources locales	45
Aspects culturels	45
Bouteilles	45
5.4 Le rôle de l'éducation à l'hygiène	46
5.5 Matériel de formation	48
5.6 Leçons apprises lors de la formation des utilisateurs	48
6. PROMOTION DE SODIS À L'ÉCHELLE NATIONALE	51
6.1 Différents niveaux de promotion	51
6.2 Acceptation à l'échelle du village	51
Facteurs contribuant à l'acceptation de SODIS dans les communautés	52
Leçons apprises sur l'acceptation à l'échelle du village	52
6.3 Coopération avec les autorités	53
Activités qui permettent de développer la coopération avec les autorités	53
Leçons apprises de la coopération avec les autorités	54
6.4 Travail en réseau	54
Réseau d'institutions faisant la promotion de SODIS dans différents pays	54
6.5 Matériel de promotion	55
Liste des références	56



1. Introduction

1.1. La situation générale en matière de qualité de l'eau

De l'eau en quantité suffisante et de bonne qualité est indispensable à la vie. Cependant, au début de l'an 2000, 1/6 de la population terrestre, c'est-à-dire 1,1 milliard de personnes n'ont pas encore accès à des systèmes améliorant l'approvisionnement en eau et bien davantage sont privés d'eau potable [1]. Les technologies suivantes sont considérées comme des "systèmes améliorant l'approvisionnement": connexion des maisons au système d'adduction d'eau, borne fontaine publique, forages, puits protégés, sources protégées, collecteurs d'eau de pluie. Mais la qualité de l'eau provenant de systèmes améliorant l'approvisionnement est souvent affectée par des manipulations peu fiables et un entretien insuffisant. L'eau peut être également contaminée secondairement lors du puisage, du transport ou du stockage.

Le mauvais approvisionnement en eau potable conduit à un risque élevé d'infections d'origine hydrique telles que choléra, fièvre typhoïde, hépatite A, amibiases et bien d'autres maladies parasitaires, bactériennes et virales. Chaque année, 4 milliards de cas de diarrhées causent 2,2 millions de décès, la plupart parmi les enfants de moins de 5 ans [2]. Cela équivaut à la mort d'un enfant toutes les 15 secondes ou au crash de 20 jumbo-jets par jour. Ces décès représentent environ 15% de la totalité des décès chez les enfants de moins de 5 ans dans des pays en voie de développement. Au-delà de la grande mortalité infantile, la diarrhée affecte de nombreux enfants des pays en voie de développement dans leur croissance. De fréquentes diarrhées sont une cause de malnutrition chez les enfants, qui augmente à son tour la probabilité que l'enfant décède d'une maladie infectieuse telle que la diarrhée ou une maladie respiratoire aiguë. Des estimations récentes suggèrent que la malnutrition est une cause associée à environ la moitié des décès frappant tous les enfants dans les pays en voie de développement [3].

Dans les pays en voie de développement, les conditions de santé publique peuvent rapidement s'aggraver et conduire à la propagation d'épidémies dramatiques. Le choléra, par exemple, menace toujours de nouvelles épidémies dans plus de 80 pays dans le monde et reste une inquiétude partout ailleurs. Grâce à l'application de méthodes de traitement simples et appropriées (thérapie orale de réhydratation), le nombre de morts dus au choléra a fortement diminué ces dernières décennies. Des systèmes de traitement d'eau appropriés et l'éviction d'une contamination secondaire, associée à la promotion de l'hygiène sont nécessaires afin de protéger des maladies et de la mort les populations dépourvues en eau potable.

Le simple fait de se laver les mains avec de l'eau et du savon réduit le risque de transmission de maladies diarrhéiques d'environ 1/3 [1]. Par conséquent, la promotion de systèmes



1,1 milliards de personnes n'ont pas accès à un système améliorant l'approvisionnement en eau et bien plus n'ont pas accès à une eau potable.

de traitement d'eau centré sur l'habitat individuel devrait être associée à un enseignement des règles d'hygiène. Les 3 comportements d'hygiène qui représentent le plus grand bénéfice sont :

- ◆ se laver les mains avec de l'eau et du savon (de cendre ou autre) ;
- ◆ évacuer les matières fécales de manière appropriée ;
- ◆ manipuler et stocker l'eau de manière appropriée [1].

Ainsi, la combinaison d'un traitement de l'eau, d'un stockage adéquat, d'une éducation à la santé et à la gestion des déchets est nécessaire pour obtenir un effet positif et durable sur la santé publique.

1.2 Approvisionnement en eau: des systèmes centralisés à l'approche centrée sur l'habitat individuel

Par le passé, les gouvernements des pays en voie de développement ont fait d'importants efforts à travers l'installation d'usines de traitements sophistiquées et de systèmes publics d'adduction d'eau, en particulier en milieu urbain.

Toutefois, les usines de traitements d'eau conventionnelles échouent souvent dans leurs tâches à produire une eau potable de qualité. Le manque d'opérateurs compétents, de produits chimiques et des pièces de rechanges disponibles et fiables, associé à des contraintes financières, entrave toute fonctionnalité et maintenance du système. Le manque d'eau conduit à des interruptions fréquentes de l'adduction d'eau et les fuites du réseau de distribution péjorent encore la situation. De plus, la croissance rapide de la population urbaine ajoute un stress supplémentaire sur les infrastructures d'eau et d'évacuation des déchets existantes et crée d'énormes problèmes dans la planification et la construction de toute nouvelle infrastructure.

Par conséquent, les habitants des centres urbains ainsi que la population rurale n'ont souvent accès qu'à une eau de qualité insuffisante. Chaque ménage est de ce fait responsable du traitement de l'eau destinée à sa propre consommation. Des centaines de millions de personnes n'auront pas accès à de l'eau potable si seules des approches basées sur des solutions centralisées nécessitant du temps et d'importantes ressources sont appliquées. Les approches qui visent à promouvoir des interventions au niveau de l'habitat individuel devraient être encouragées [4].

Les méthodes suivantes de traitement de l'eau sont en général recommandées [5] pour réduire la contamination fécale de l'eau potable au niveau domestique:

- Le stockage de l'eau est une méthode simple pour améliorer la qualité de l'eau au niveau de l'habitat individuel. Toutefois, la sédimentation simple n'élimine que partiellement la turbidité et les coliformes fécaux - indicateur classiquement utilisé pour quantifier le degré de pollution fécale. Le risque principal en matière de santé associé au stockage de l'eau au niveau domestique est celui d'une recontamination par des manipulations inadéquates.



L'utilisateur individuel à l'échelle du ménage est souvent responsable du traitement de sa propre eau de boisson.

- Faire bouillir l'eau tue les pathogènes viraux, parasitaires et bactériens. La durée recommandée pour l'ébullition est d'une minute au niveau de la mer. Une minute doit être ajoutée par 1000 mètres d'altitude supplémentaire. Le plus grand désavantage de cette méthode réside dans son coût énergétique important qui la rend insoutenable du point de vue économique et environnemental.
- La pasteurisation de l'eau a le même effet que l'ébullition mais se fait à température de 70-75°C seulement et nécessite un temps d'exposition plus long, d'environ 10 minutes.
- La filtration de l'eau par de simples systèmes de filtre utilisables au niveau domestique tels que des filtres bougie en céramique, filtres à cailloux et sable, qui éliminent une grande partie des matières solides, mais ne peuvent pas retirer tous les microorganismes. Les filtres disponibles sur le marché sont relativement coûteux et les filtres réalisés avec les matériaux disponibles localement sont généralement d'une efficacité limitée au regard de l'amélioration de la qualité microbiologique de l'eau obtenue.
- La désinfection de l'eau avec du chlore est utilisée pour tuer les microorganismes (bactéries et virus), mais n'est pas suffisamment efficace pour inactiver des parasites pathogènes (par exemple Giardia, Cryptosporidium et œufs d'helminthes). Ce type de traitement nécessite l'accès à du chlore sous forme de liquide ou de poudre. Le chlore étant une substance dangereuse et corrosive, son emploi nécessite une certaine compétence. L'eau traitée avec du chlore a un goût que beaucoup d'utilisateurs n'apprécient pas.
- La désinfection de l'eau par le solaire (SODIS) est une méthode de traitement simple qui utilise le rayonnement solaire (lumière UV-A et température) pour détruire les bactéries et les virus pathogènes présents dans l'eau. Son efficacité à éliminer les protozoaires dépend de la température atteinte lors de l'exposition au soleil et des conditions climatiques et météorologiques. De l'eau microbiologiquement contaminée est placée dans des récipients transparents et est exposée en plein soleil pendant 6 heures. De l'eau très turbide, c'est-à-dire plus de 30 UNT, ne peut pas être utilisée par SODIS. SODIS est une méthode de traitement de l'eau qui :
 - améliore la qualité microbiologique de l'eau de boisson ;
 - ne change pas le goût de l'eau ;
 - est applicable 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.

1.3 Transmission des pathogènes d'origine hydrique

Les pathogènes d'origine hydrique appartiennent aux groupes des bactéries, des virus et des parasites. Même si les virus ne sont souvent pas détectés dans l'eau ou chez l'hôte, ils sont considérés comme étant les principaux agents causals, suivis des parasites et des bactéries.



La désinfection par le solaire est une méthode qui peut être utilisée au niveau de l'habitat individuel.

Table 1.: Importance en matière de santé et voies de transmission des pathogènes d'origine hydrique

Pathogène	Importance en matière de santé	Voies de transmission	Persistence dans les systèmes d'approvisionnement en eau	Dose infectante
Bacteria				
Campilobacter jejuni, C. Coli	Haute	- contact personne à personne	Modérée	Modérée
E.coli enteropathogène	Haute	- contamination domestique	Modérée	Haute
Salmonella typhi	Haute	- contamination de l'eau	Modérée	Haute
Autres salmonellae	Haute	- contamination de la récolte	Longue	Haute
Shigella spp.	Haute		Courte	Modérée
Vibrio cholerae	Haute		Courte	Haute
Yersinia enterocolitica	Haute		Longue	Haute
Pseudomonas ae.	Modérée		May multiply	Haute (?)
Aeromonas spp.	Modérée		May multiply	Haute (?)
Viruses				
Adenovirus	Haute	- contact personne à personne	?	Basse
Polio Virus	Haute	- contamination domestique	?	Basse
Virus de l'hépatite A	Haute	- contamination de l'eau	?	Basse
Virus de l'hépatite Non- A	Haute		?	Basse
Enterovirus	Haute		Longue	Basse
Virus Norwalk	Haute		?	Basse
Virus de type Norwalk (NLV)	Modérée		?	Basse (?)
Rotavirus	Haute		?	Modérée
Protozoa				
Entamoeba histolytica	Haute	- contact personne à personne	Modérée	Basse
Giardia spp.	Haute	- contamination domestique	Modérée	Basse
Cryptosporidium spp.	Haute	- contamination par les animaux	Longue	Basse

[Source: 11,12]



SODIS réduit le risque de contracter une maladie transmise par l'eau de boisson.

Caractéristiques des pathogènes

De nombreux pathogènes courants ne sont pas exclusivement transmis par l'eau, mais suivent également d'autres modes de propagation. Des pratiques d'hygiène insuffisantes sont souvent une importante source d'infection. En outre, une contamination secondaire de l'eau de boisson est souvent observée dans les pays en voie de développement en raison d'une manipulation incorrecte [8]. C'est pourquoi les interventions qui visent à améliorer la qualité de l'eau devraient toujours envisager d'inclure des informations sur les pratiques d'hygiène. A travers la combinaison de telles mesures, on peut ainsi espérer obtenir des effets positifs et significatifs dans les populations ciblées.

Les facteurs principaux qui influencent l'impact des pathogènes sur la santé sont leur capacité à survivre dans l'environnement et le nombre de pathogènes nécessaires pour infecter l'hôte (humain) [9]. La liste des pathogènes les plus connus et les plus largement répandus ainsi que leurs caractéristiques sont énumérées dans la table 1.

Les bactéries **Vibrio cholerae**, **Shigella**, **Salmonella** et les différentes souches pathogènes de **E.coli** sont les pathogènes d'origine hydrique les plus importants. Les maladies gastro-intestinales causées par ces bactéries peuvent être sérieuses et requièrent normalement un traitement. La déshydratation est une conséquence fréquente des diarrhées profuses qui touchent les enfants de moins de 5 ans des pays en développement [10]. Des épidémies de choléra sont surtout causées par la transmission hydrique du **Vibrio cholerae**. C'est pourquoi le traitement de l'eau est la mesure la plus importante pour la prévention des épidémies de choléra.

Les maladies virales sont en général symptomatiques et aiguës, de durées relativement courtes, avec une dissémination virale importante, une charge infectante faible et une variété d'hôtes limitée.

Bien que les helminthes et les protozoaires ne soient pas souvent la cause de diarrhées aiguës, ils représentent un groupe important d'agents pathogènes. Une infection par des protozoaires peut causer des problèmes chroniques de digestion qui mènent à la malnutrition. Les enfants mal nourris sont beaucoup plus susceptibles de contracter toutes sortes d'infections. **Giardia spp** et **Cryptosporidium spp** sont les deux protozoaires transmis classiquement par l'eau. Tous deux présentent un stade kystique, particulièrement résistant aux influences environnementales. Ceci leur permet de survivre longtemps en dehors de tout hôte. L'ingestion des kystes peut rendre malade, toutefois l'existence de porteurs sains est très courant et contribue à la propagation des ces pathogènes.

Multiples voies de transmission et interventions possibles

L'utilisation de SODIS améliore la qualité de l'eau de boisson et réduit ainsi le risque de contracter une maladie principalement transmise par l'eau de boisson. Malheureusement, la plupart de ces maladies dites d'origine hydrique ont de multiples voies de transmission.

Par conséquent, les pathogènes générateurs de diarrhée peuvent être transmis à l'être humain par la nourriture, le contact personnel, les mouches ou par un comportement d'hygiène insuffisant. Les enfants sont particulièrement exposés aux différents modes de transmission, comme illustré par le "diagramme F" : via les selles, les doigts, les mouches/insectes, la nourriture, le milieu/l'environnement et les liquides/eau.



Les interventions doivent viser plusieurs voies de transmission des pathogènes.

En anglais F-Diagram est mémotechnique puisqu'il s'agit de modes de transmission commençant par la lettre F : faeces, fingers, flies, food, field et fluids.

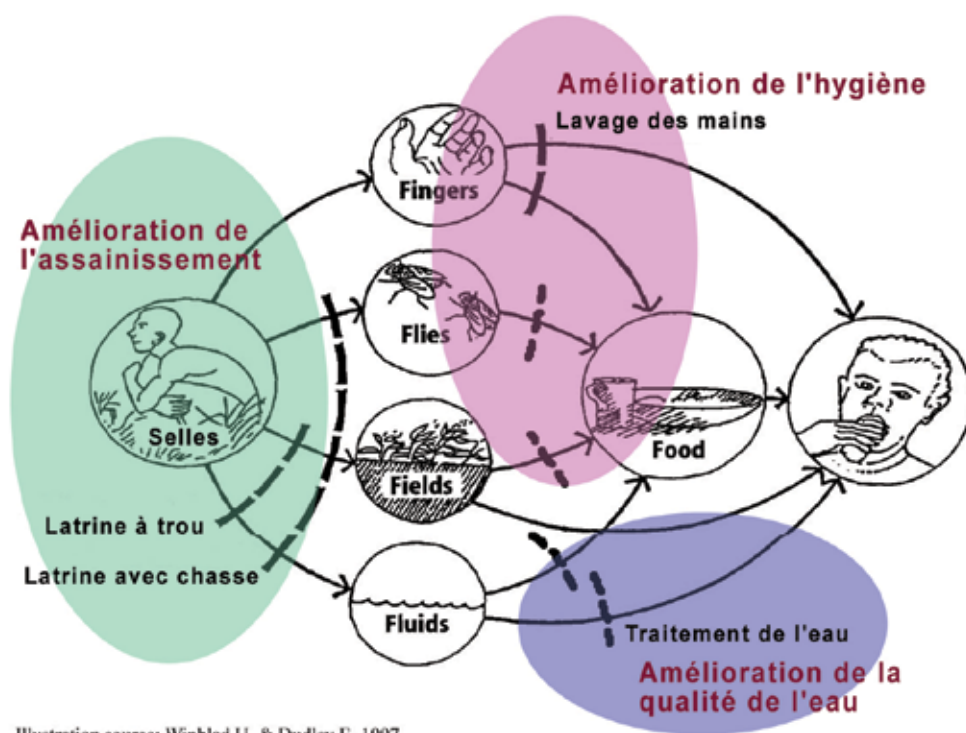


Illustration source: Winblad U. & Dudley E. 1997

Figure 2: Diagramme F



Les bouteilles en PET se sont révélées être les meilleurs récipients pour SODIS.

Les interventions qui visent simultanément différentes voies de transmission, telles qu'eau ou surface, ainsi que le risque de contamination secondaire, sont les plus efficaces. De plus, si une éducation à l'hygiène est délivrée en même temps que l'apport technologique, d'autres modes de transmission tels que personne à personne, ou à travers la nourriture, peuvent également être prévenus. Des interventions à des niveaux multiples peuvent ainsi produire un effet considérable sur la santé des populations.

Des interventions ciblées sur des points spécifiques de la gestion du cycle de l'eau devraient permettre de viser les caractéristiques et les tactiques de survie d'un pathogène particulier. Par exemple, les mesures prises à l'encontre du protozoaire *Giardia* spp devraient avoir pour cible la fin de sa voie de contamination. En effet, *Giardia* spp est retrouvé abondamment dans l'environnement et possède une grande variété d'hôtes (par exemple : chiens, vaches, cochons, êtres humains). De plus il est très résistant face aux facteurs environnementaux en raison de son stade kystique. La possibilité d'une contamination secondaire d'une eau précédemment purifiée est donc fort probable et peut être prévenue en purifiant l'eau à la fin de la voie de contamination, c'est-à-dire au niveau de l'habitat individuel, juste avant sa consommation.

Des interventions de santé publique, incluant des actions au niveau de la qualité de l'eau et d'éducation à l'hygiène, sont requises lorsque des infections virales se produisent à large échelle, parce que les virus se répandent en grandes quantités, que la charge infectante est basse et que la propagation du virus de personne à personne est fort probable. Toutefois, en raison d'une faible variabilité entre hôtes (pas de transmission de l'animal à l'homme), un comportement d'hygiène adapté peut déjà suffire à prévenir une contamination de l'eau.

Classification de la qualité de l'eau

Le risque lié aux différents niveaux de contamination par des coliformes fécaux doit être fixé en fonction des circonstances locales. Le risque lié à une contamination donnée augmente avec le nombre de personnes fournies par un système d'approvisionnement en eau. C'est pourquoi les exigences en matière de qualité augmentent avec la grandeur du système d'approvisionnement en eau (par exemple standards plus hauts dans les villes que dans les petites communautés). SODIS, cependant, est une méthode de désinfection de l'eau qui s'adresse à l'habitat individuel, au niveau familial. Ainsi, le niveau d'exigence ne devrait pas être trop contraignant pour un tel système qui s'adresse directement au point de consommation. Le premier volume des directives de l'OMS classe comme bas risque la présence de 1-10 coliformes fécaux ou *E. coli* par 100ml dans les systèmes d'approvisionnement en eau et comme risque intermédiaire une concentration de 10-100 coliformes par 100ml.

La table 3 fournit un schéma qui classe le risque pour la santé en fonction de la consommation d'eau contaminée par différentes concentrations de coliformes fécaux.

Classification du risque pour la santé en fonction de la concentration en coliformes fécaux	
Nombre de coliformes par 100 ml	Remarques
0	En accord avec les guidelines de l'OMS
1-10	Bas risque
10-100	Risque intermédiaire
100-1000	Haut risque
> 1000	Très haut risque

Table 3: Classification du risque pour la santé en fonction de la concentration en coliformes fécaux [5]

1.4 Le développement du concept SODIS (un aperçu historique)

La recherche sur la désinfection de l'eau par le solaire fut initiée par le Professeur Aftim Acra à l'Université de Beirut [13a,13b]. Le travail d'Acra motiva l'Integrated Rural Energy Systems Association (INRESA) à lancer un projet en réseau en 1985. Puis le Brace Research Institute à Montréal organisa un atelier en 1988 afin de revoir les résultats de cette étude de terrain [14].

En 1991, une équipe interdisciplinaire composée d'ingénieurs en assainissement, de photochimistes, de bactériologistes ainsi que de virologistes de l'EAWAG/SANDEC se lança dans des tests exhaustifs de laboratoire et de terrain afin d'évaluer le potentiel de SODIS et de développer une méthode de traitement de l'eau qui soit efficace, durable et bon marché.

Par le passé, deux différents procédés de traitement de l'eau utilisant l'énergie solaire étaient utilisés pour améliorer la qualité microbiologique de l'eau. Le premier, le rayonnement UV, était utilisé pour son effet bactéricide. Le second, l'infrarouge pour augmenter la température de l'eau et connu sous le nom de pasteurisation. Pendant la première phase de la recherche, les chercheurs de l'EAWAG ont combiné ces deux effets et découvert une forte synergie entre rayonnement UV et chaleur. Les expériences ont montré qu'à une température de 50°C seul un quart de la quantité de lumière UV qui était requise à 30°C pour inactiver la même quantité de coliformes fécaux est alors nécessaire pour produire un même effet [15].

A une température de l'eau de 30°C environ, un seuil d'intensité de rayonnement d'au moins 500W/m² (spectre de lumière complet) est requis pendant approximativement 5 heures pour que SODIS soit efficace. Cette dose contient une énergie de 555Wh/m² dans le spectre de UV-A et de la lumière violette, 350-450nm, ce qui équivaut environ à 6 heures de soleil à midi en été à une latitude moyenne (Europe) [15].

Durant la deuxième phase du projet de recherche, différents types de récipients ont été testés dans différentes conditions de terrain en utilisant différentes qualités d'eau et différentes conditions climatiques. Du matériel disponible localement a été utilisé, tel que du verre, des bouteilles et des sacs en plastique. Pendant cette phase de tests, les chercheurs ont développé des directives d'utilisation pour le traitement de l'eau [16].

Lors de la troisième phase, l'acceptation socioculturelle, l'applicabilité ainsi que la viabilité financière ont été étudiées dans le cadre de projets de démonstration dans des communautés locales en Colombie, en Bolivie, au Burkina Faso, au Togo, en Indonésie, en Thaïlande et en Chine. L'évaluation de l'acceptation socioculturelle de SODIS a révélé que les utilisateurs apprécient la durabilité et la simplicité de la méthode. Une moyenne de 84% des utilisateurs a déclaré vouloir certainement continuer à utiliser SODIS après la fin des projets de démonstration. Environ 13% pensent l'utiliser possiblement dans le futur, tandis que seuls 3% refusent d'utiliser SODIS du fait que leur santé n'est pas affectée par la qualité actuelle de l'eau (SODIS News No.3).

Je vais continuer à utiliser SODIS

Pays	Certainement	Peut-être	Probablement pas	Sûrement pas
Colombie	90	8	0	2
Bolivie	93	0	0	7
Burkina Faso	70	30	0	0
Togo	93	0	0	7
Indonésie	90	5	3	2
Thaïlande	97	0	0	3
Chine	55	45	0	0
En moyenne	84	12.6	0.4	3

Table 4: Résultats de l'étude sur l'acceptabilité de SODIS (SODIS news No 3)

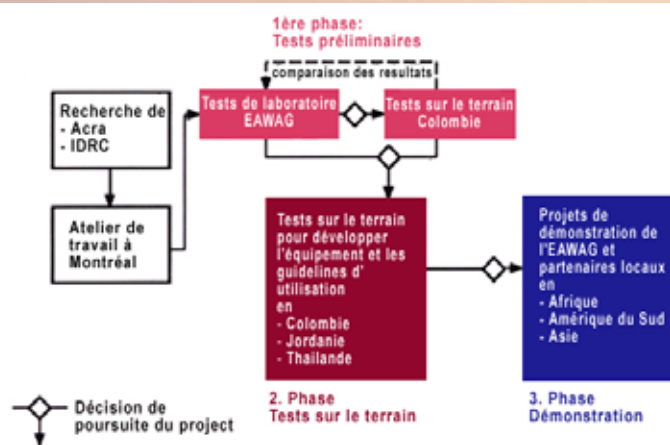


Figure 5: Schéma des activités de recherche sur SODIS

SODIS - une méthode durable de désinfection de l'eau

Mes attentes étaient grandes lorsque nous nous sommes rendus une nouvelle fois à Melikan, petit village rural situé à environ deux heures de voiture de Yogyakarta. Quatre ans auparavant, Yaysan Dian Desa (YDD), une ONG locale avait choisi ce village pour un projet de démonstration sur le terrain afin de tester SODIS. En plein centre du village se trouve un petit lac qui est la principale source d'eau de la communauté. Les personnes s'y lavent et y font la lessive. Le lac est aussi utilisé pour approvisionner le bétail en eau et les membres de la communauté l'utilisent en tant que source d'eau potable. Il y a quatre ans, par manque de bois pour le feu, cette eau n'était pas toujours bouillie avant la consommation. Les enfants jouant dehors ne pouvaient pas être empêchés de boire directement de cette eau.

Par conséquent, les enfants et les adultes de Melikan souffraient fréquemment d'épisodes de diarrhée.



L'utilisation de SODIS est si simple que même des petites filles peuvent l'employer.

cassées ?

Nous avons traversé le village et nous sommes arrêtés auprès de la maison du chef de la communauté. Il nous informa que les femmes étaient les responsables désignées pour l'application SODIS. Après cette visite, nous avons marché à travers le village et avons découvert de nombreuses bouteilles exposées au soleil, sur les toits ou sur des supports spéciaux. Lorsque nous nous sommes approchés de la maison de mes amies, mon cœur s'est mis à battre plus vite. Près de la maison, nous avons vu des bouteilles SODIS posées sur un support en bois beaucoup plus haut qu'il y a trois ans. Nous avons parlé à une femme allaitant un bébé. C'était la mère des deux filles.

Sur notre demande, elle appela ses filles et de l'angle de la maison apparurent deux adolescentes en bonne santé, à la place des petites filles que j'avais connues il y a trois ans. Non seulement le support en bois était beaucoup plus haut que lors de ma dernière visite, mais les deux filles avaient elles aussi considérablement grandi et me souriaient à nouveau. Et lorsque je leur remis le poster SODIS avec leur photo qui montre combien SODIS est simple d'utilisation, elles me sourirent d'autant plus. Ainsi, la continuité dans l'utilisation de SODIS à Melikan est un argument fort de durabilité en tant que méthode de désinfection de l'eau, comme cela pourrait être le cas dans d'autres pays dans le monde.

Martin Wegelin, SANDEC

SODIS avait été bien accepté par les habitants de Melikan qui avaient été soigneusement entraînés à l'utilisation de cette nouvelle méthode de traitement de l'eau. Les femmes, en particulier, s'étaient montrées spécialement intéressées par SODIS étant donné qu'elles devaient se lever tôt pour aller à la recherche du bois nécessaire à l'ébullition de l'eau qu'elles préparaient pour le travail de leurs maris aux champs. SODIS devait considérablement simplifier leur vie, car elles n'avaient plus qu'à remplir une bouteille plastique avec de l'eau et l'exposer au soleil. Ainsi, lorsque leurs maris partaient pour les champs, il suffisait de leur donner une bouteille ayant été exposée la veille.

Il y a 3 ans, j'ai rencontré de nombreuses personnes qui louaient les différents avantages de SODIS. Parmi elles, deux petites filles m'avaient souri et montré comme il était simple d'utiliser SODIS. Mais cet enthousiasme pour SODIS avait-il duré ? Les gens avaient-ils remplacé les bouteilles



Les petites filles, maintenant adolescentes, continuent à utiliser SODIS à Melikan, Indonésie.

1.5 Avantages et limites de SODIS

Les avantages de SODIS

- SODIS améliore la qualité microbiologique de l'eau de boisson;
- SODIS améliore la santé de la famille;
- SODIS peut servir d'entrée en matière pour aborder une éducation à l'hygiène et à la santé;
- Les systèmes publics d'approvisionnement dans les pays en développement sont souvent incapables de fournir une eau propre à la consommation. SODIS offre à un niveau individuel une méthode simple et applicable au niveau des ménages et sous leurs propres contrôles et responsabilités;
- SODIS est facile à comprendre;
- SODIS est à la portée de tous, étant donné que les seules ressources nécessaires sont le soleil, qui est gratuit, et les bouteilles plastiques;
- SODIS ne nécessite pas d'infrastructure lourde et coûteuse et est donc facilement reproductible pour des projets personnels;
- SODIS réduit les besoins en énergies traditionnelles telles que le bois ou le kérosène/gaz;
- SODIS contribue donc à réduire le déboisement, problème majeur dans beaucoup de pays en voie de développement. SODIS réduit également la pollution de l'air produite par la combustion des sources énergétiques conventionnelles;
- Les enfants et les femmes passent beaucoup de temps à collecter du bois. Etant donné que la quantité de bois nécessaire est réduite, SODIS diminue la charge de travail;
- Avantages financiers : les dépenses des ménages sont réduites lorsque la santé de la famille est améliorée (moins de ressources financières sont employées pour les soins médicaux). De plus, les dépenses pour les sources d'énergie conventionnelles, telles que le gaz, le kérosène et le bois sont réduites. Le peu de ressource à mettre en place pour se procurer des bouteilles en plastique met SODIS à la portée même des plus pauvres.

Les limites de SODIS

- SODIS exige un rayonnement solaire suffisant. Il dépend donc de la météo et des conditions climatiques locales;
- SODIS nécessite une eau claire;
- SODIS ne change pas la qualité chimique de l'eau;
- SODIS n'est pas approprié pour le traitement de grandes quantités d'eau.



Les toits de tôle ondulée sont les meilleurs supports pour SODIS.



2. Aspects techniques

2.1 Effet du rayonnement UV-A et de la température

SODIS utilise deux composantes de la lumière solaire pour la désinfection de l'eau. Le premier, le rayonnement UV-A a un effet germicide. Le second, l'infrarouge, 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 produit un effet synergique qui augmente l'efficacité du processus.

Effet du rayonnement UV

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 320nm, sont absorbés dans l'atmosphère par la couche d'ozone (O₃) 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 (entre 320nm et 400nm) et proche de la lumière violette visible, qui atteint la surface de la terre.

Le rayonnement UV-A a un effet létal sur les pathogènes humains présents dans l'eau. Etant donné que ces pathogènes vivent habituellement spécifiquement dans le tractus gastro-intestinal de l'homme, ils ne sont pas adaptés à des 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 l'ADN, les acides nucléiques et les enzymes des cellules vivantes. Il modifie la structure moléculaire et conduit à la mort cellulaire. Le rayonnement UV réagit également avec l'oxygène dissout dans l'eau et produit des formes particulièrement réactives d'oxygène (radicaux libres et peroxydes d'hydrogène). Ces molécules réactives interfèrent à leur tour avec les structures cellulaires et détruisent les pathogènes.

Effet de la température (rayonnement infrarouge)

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. Le rayonnement infrarouge absorbé par l'eau est responsable de son augmentation de température.

Les microorganismes sont sensibles à la chaleur. Le tableau suivant contient les températures et les temps d'exposition requis pour éliminer différents microorganismes. On constate que l'eau n'a pas besoin d'atteindre le point d'ébullition pour que 99,9% des microorganismes soient détruits. Une eau qui a atteint 50-60°C pendant une heure aura le même effet.

Microorganisme	Température pour 100% de destruction		
	1 Min	6 Min	60 Min
Entérovirus			62°C
Rotavirus			63°C pour 30 min
Coliformes fécaux	Destruction complète à 80°		
Salmonellae		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 Taenia	65°C	57°C	51°C

Table 6: La thermorésistance de microorganismes (adapté de [32])

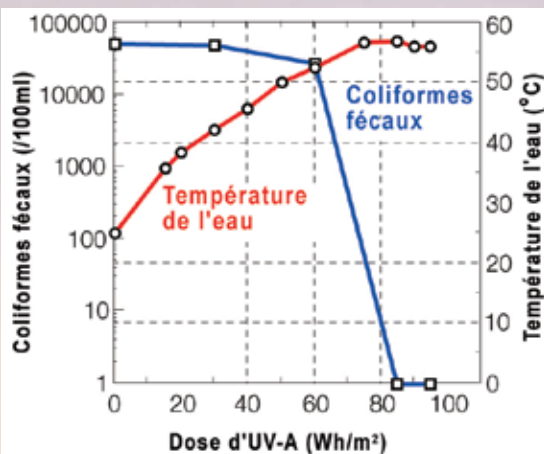


Figure 7: Inactivation des coliformes fécaux dans une bouteille en PET sur un fond noir [16]

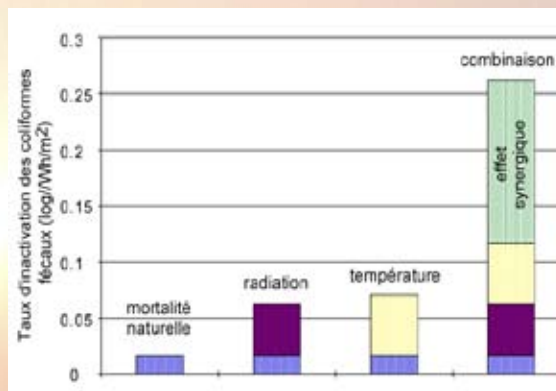


Figure 8: Effet synergique de la radiation et de la température sur les coliformes fécaux [15]

Le procédé de SODIS : L'effet synergique du rayonnement UV-A et de la température

A une température de l'eau de 30°C, une fluence de 555 Wh/m² (350-450nm, dose de rayonnement solaire correspondant à environ 6 heures de soleil d'été à une latitude moyenne) est nécessaire pour atteindre une réduction de 3 log des coliformes fécaux. Dans ces conditions, seul l'effet du rayonnement UV-A est présent [15].

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. A une température d'eau de 50°C, un effet synergique entre le rayonnement et la température se produit : Une réduction des coliformes fécaux de 3 log ne nécessite alors plus qu'une fluence de 140 Wh/m². Ce qui équivaut à un temps d'exposition d'une heure seulement [15].

2.2 Effet de SODIS sur les pathogènes

Les pathogènes humains sont adaptés à la vie dans les intestins de l'homme, où ils trouvent un environnement sombre et humide, associé à des températures de 36°C à 37°C. Une fois évacués du corps humain dans l'environnement, ils sont très sensibles aux conditions difficiles qui règnent à l'extérieur. Ils ne résistent pas aux changements de température et ils n'ont aucun mécanisme de protection contre le rayonnement UV. Par conséquent, la température et le rayonnement UV peuvent être utilisés pour inactiver les pathogènes.

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

- Bactéries : Escherichia Coli (E.coli), Vibrio cholerae, Streptococcus faecalis, Pseudomonas aeruginosa, Shigella flexneri, Salmonella typhi, Salmonella enteritidis, Salmonella paratyphi [13a /15 /16]
- Virus : Bactériophage f2, Rotavirus, Virus de l'encéphalomyocardite [15]
- Levures et moisissures : Aspergillus niger, Aspergillus flavus, Candida, Geotrichum [13a]
- Protozoaires : Giardia spp., Cryptosporidium spp.,

La plupart des pathogènes humains sont très fragiles à l'extérieur de l'hôte. Ils ne peuvent pas se multiplier et meurent hors du corps humain. La salmonelle est une des rares exceptions qui, toutefois, requiert des conditions environnementales favorables pour survivre (approvisionnement approprié en nutriments).

Il est important de noter que SODIS ne produit pas une eau stérile. Des organismes non pathogènes pour l'homme, telles que des algues par exemple, sont bien adaptés aux conditions rencontrées dans une bouteille SODIS et peuvent même y proliférer. Cependant, ces organismes sont sans danger pour la santé humaine.

Eléments pathogènes	Maladies	Reduction 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 cholera	Choléra	3-4 log
Salmonella spp.	Typhus	3-4 log
Shigella spp.	Dysenterie	3-4 log
Virus		
Rotavirus	Gastroentérite	3-4 log
Polio Virus	Poliomyélite	Inactivé (résultats inédits)
Hépatite Virus	Hépatite	Réduction des hépatites (étude inachevée)
Protozoaires		
Giardia lamblia	Giardiase	3-4 log (inactivation des kystes)
Cryptosporidium spp	Cryptosporidiose	2-3 log (inactivation des oocystes)

Table: Pathogènes détruits par les rayons UV-A

Etant donné que SODIS ne produit pas une eau stérile, il s'avère nécessaire d'utiliser des paramètres adéquats afin de juger de son efficacité.

Indicateurs utilisés pour tester l'efficacité de SODIS

De nombreux pathogènes d'origine hydrique peuvent être détectés directement mais nécessitent des méthodes d'analyses compliquées et coûteuses. Au lieu de mesurer directement les pathogènes, il est plus facile d'utiliser des organismes indicateurs qui signalent une contamination fécale de l'eau. Un indicateur de contamination fécale doit remplir les critères suivants.

- être présent en concentration élevée dans les selles humaines ;
- être détectable par des méthodes simples ;
- ne pas croître pas dans l'eau en milieu naturel ;
- avoir une persistance dans l'eau au moins égale à celle des pathogènes hydriques ;
- lorsque l'indicateur est éliminé par la méthode de désinfection, les pathogènes doivent l'avoir été aussi.

Escherichia Coli (le genre Escherichia fait partie du groupe des coliformes fécaux) remplit bon nombre de ces critères. **E. Coli est donc un bon indicateur** pour déterminer la contamination fécale de l'eau de boisson dans des circonstances où les ressources en matière d'analyse microbiologique sont limitées [11]. Il est important de savoir que des tests pour E. coli peuvent être menés malgré des conditions de terrain difficiles en utilisant le kit portable DelAgua (<http://www.eihms.surrey.ac.uk/robens/env/delagua.htm>).

Quelques organismes tels que des Enterovirus, Cryptosporidium, Giardia et Amoebae sont toutefois plus résistants qu'E.Coli. Ainsi, l'absence d'E.Coli ne signale pas forcément leurs éliminations. Des spores de Clostridium sulfito-réducteurs peuvent aider à suspecter une contamination fécale [11]. Mais ces méthodes d'analyses ne peuvent pas être utilisées sur le terrain, de plus elles sont coûteuses en argent et en temps.

Puisqu'ils sont naturellement abondamment présents dans l'environnement, **tous les coliformes ne peuvent pas être utilisés en tant qu'indicateurs** de la qualité bactériologique d'une eau non traitée.

Etant donné que les organismes inoffensifs tels que certaines bactéries environnementales ou des algues peuvent croître pendant l'exposition au soleil d'une bouteille SODIS, **le nombre total de bactéries n'est pas non plus un paramètre adéquat pour l'appréciation de l'efficacité de SODIS.**



Utilisation du kit d'analyse de terrain DelAgua pour déterminer la qualité de l'eau.

2.3 Météo et climat

L'efficacité du procédé SODIS dépend de la quantité de soleil disponible. Cependant, 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.

Variation géographique du rayonnement solaire

La région la plus favorable pour l'emploi de SODIS se situe entre les latitudes 15°N et 35°N (de même que 15°S et 35°S). Ces régions semi-arides sont caractérisées par la plus grande quantité de rayonnement solaire. Plus de 90% de la lumière du soleil y touche la terre sous forme de rayonnement direct en raison d'une couverture nuageuse limitée et de faibles précipitations (moins de 250mm de pluie et souvent plus de 3000 heures de soleil par an).

La deuxième région la plus favorable se trouve entre l'équateur et la latitude 15°N ou 15°S. En raison d'un haut taux d'humidité et d'une couverture nuageuse importante, la quantité de rayonnement dispersé y est élevée (environ 2500 heures de soleil annuellement).

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

Variations saisonnières et journalières du rayonnement solaire

L'intensité des UV-A solaires présente des variations à la fois saisonnières et journalières.

La **variation saisonnière** dépend de la latitude et elle est grandement responsable du climat de la région. Les régions proches de l'équateur rencontrent moins de variation de l'intensité lumineuse durant l'année que des régions de l'hémisphère Nord ou Sud. A Beyrouth par exemple (latitude : 33°N), l'intensité du rayonnement UV-A atteint un pic de 18W/m² au mois de juin pour chuter à 5W/m² en décembre.

Les différences saisonnières de rayonnement solaire sont importantes pour l'applicabilité de la désinfection de l'eau par le solaire. Avant l'application de SODIS dans une région spécifique, les intensités saisonnières du rayonnement solaire doivent être évaluées. Une intensité moyenne de rayonnement d'au moins 500W/m² est nécessaire durant 6 heures environ pour garantir l'efficacité de SODIS.

Le rayonnement solaire est aussi sujet à des **variations journalières**. L'énergie de rayonnement disponible diminue en fonction de la couverture nuageuse. Durant des jours totalement couverts, l'énergie du rayonnement UV-A est réduite à un tiers de celle enregistrée durant un jour sans nuage.

Lors de jours très couverts, les bouteilles SODIS doivent être exposées au soleil pendant deux jours consécutifs de manière à atteindre la dose de rayonnement requise et à assurer l'inactivation complète des pathogènes [16].

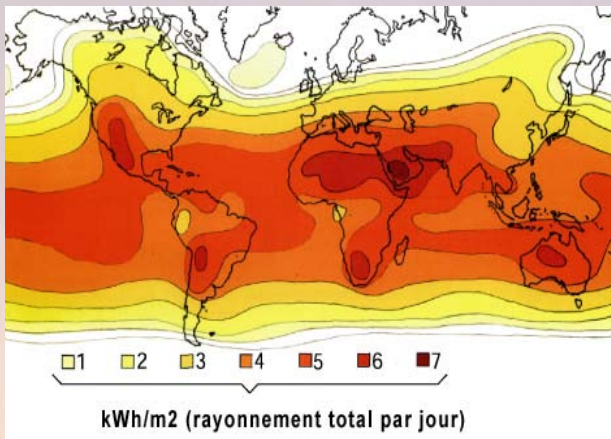


Figure 9: Le rayonnement solaire par jour dans différentes régions géographiques.

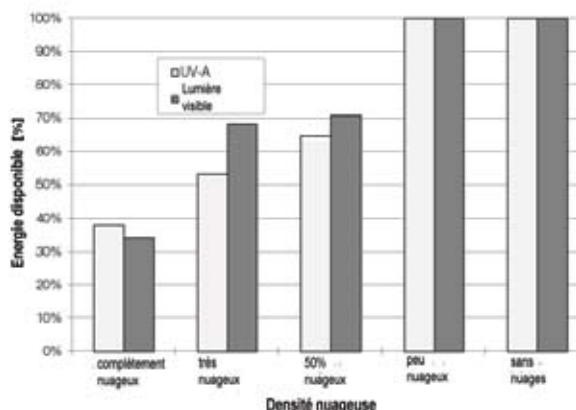


Figure 10: Perte d'énergie solaire disponible en fonction de différentes conditions météo. [16]

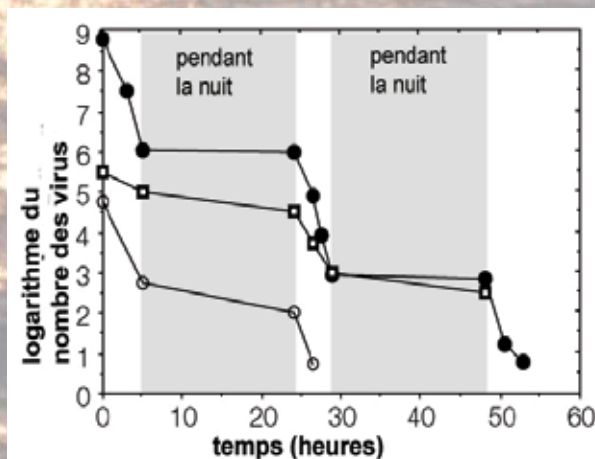


Figure 11: Application prolongée de SODIS [15]

L'efficacité de SODIS dépend de la quantité d'énergie solaire disponible :

- Exposer la bouteille au soleil pendant six heures si le ciel est découvert ou jusqu'à 50% couvert.
- Exposer la bouteille pendant deux jours consécutifs si le ciel est plus de 50% couvert.
- A une température d'eau d'au moins 50°C, une heure d'exposition suffit.
- Durant les jours de pluie ininterrompue, SODIS ne fonctionne pas de manière satisfaisante et la collecte d'eau de pluie ou l'ébullition est recommandée.

2.4 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).

Si la turbidité de l'eau est supérieure à 30 UNT, l'eau doit être prétraitée avant d'être exposée [16].

Les plus grandes particules et les solides peuvent être éliminés en entreposant l'eau durant une journée et en permettant ainsi aux particules en suspension d'être décantées vers le fond. La matière solide peut être séparée par filtration en utilisant une couche de sable ou une étoffe. On peut également réduire la turbidité par floculation/sédimentation en utilisant du sulfate d'aluminium ou des graines écrasées de l'oléifère Moringa.

Si la turbidité de l'eau ne peut être réduite, les microorganismes doivent être inactivés par la température plutôt que par le rayonnement UV-A (pasteurisation solaire ou ébullition).

2.5 Oxygène

SODIS est plus efficace dans de l'eau bien oxygénée. En effet, le soleil produit des formes hautement réactives d'oxygène (radicaux libres d'oxygène et des peroxydes d'hydrogène) dans l'eau. Ces molécules réactives réagissent avec les structures cellulaires et détruisent les pathogènes [17].

=> On peut obtenir une bonne aération de l'eau en secouant une bouteille remplie aux $\frac{3}{4}$ durant environ 20 secondes, avant de la remplir complètement et de l'exposer au soleil.

Toutefois, des recherches récentes ont révélé que les bouteilles ne devraient être secouées qu'au début du processus SODIS. Une fois que les bouteilles ont été mises au soleil, elles ne devraient plus être bougées, car l'on a observé que l'agitation des bouteilles durant l'exposition réduit l'efficacité du processus [18].

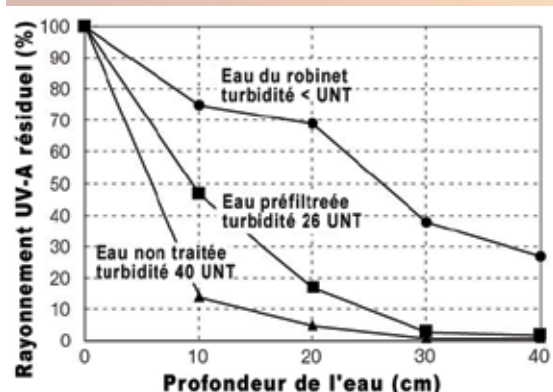


Figure 12: Réduction du rayonnement UV-A en fonction de la profondeur de l'eau et de la turbidité [16]

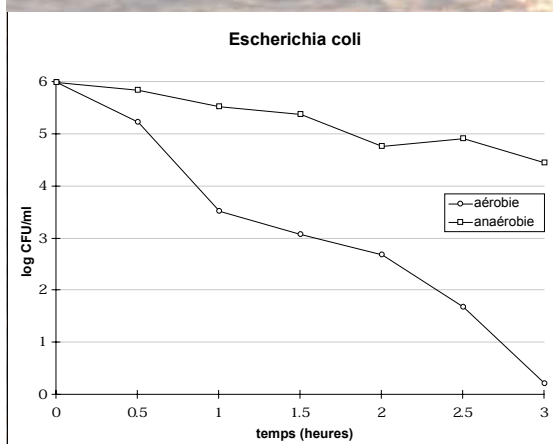


Figure 13: Inactivation d'E. Coli en conditions aérobies et anaérobies [17]

2.6 Matériau et forme des récipients

Comment peut-on distinguer le PET du PVC

- Les bouteilles en PVC ont souvent un reflet bleuâtre, particulièrement visible aux bords d'un morceau de bouteille qui a été découpé.
- Si du PVC est brûlé, il dégage une odeur âcre, contrairement à celle du PET qui est plutôt douce.
- Le PET brûle plus facilement que le PVC.

Bouteilles en plastique: PET ou PVC?

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 soit en PET (polyéthylène téréphtalate) ou en PVC (chlorure de polyvinyle). Ces deux matériaux contiennent des additifs, tels que des stabilisateurs d'UV qui permettent d'augmenter leur stabilité ou de les protéger, ainsi que leur contenu, de l'oxydation et du rayonnement UV.

L'utilisation de bouteilles en PET plutôt qu'en PVC est recommandée, car celles en PET contiennent beaucoup moins d'additifs que les bouteilles faites de PVC.

Des bouteilles en plastique ou en verre?

La transmission du rayonnement UV à travers le verre est déterminée par son contenu en oxydes de fer. Un verre de vitre ordinaire de 2mm d'épaisseur ne transmet pratiquement aucun rayonnement UV-A et n'est donc pas utilisable pour SODIS. Certains verres spéciaux tels qu'en Pyrex, Corex, Vycor ou encore en Quartz transmettent beaucoup plus de lumière UV que les verres de vitre ordinaires.

Bouteilles en PET

Avantages du PET

- Faible poids
- Difficilement cassable
- Transparent
- Goût neutre
- Stable chimiquement

Inconvénients du PET

- Résistance à la chaleur limitée (déformation au-delà de 65°C)
- Rayures et autres effets d'usure

Bouteilles en verre

Avantages du verre

- Ne se raye pas
- Ne forme pas de photo-produits
- Résiste à la chaleur

Inconvénients du verre

- Facilement cassable
- Plus lourd
- Plus coûteux



Exposition de bouteilles SODIS au Bangladesh

Forme des récipients

Le rayonnement UV est réduit en fonction de la profondeur de l'eau. A une profondeur d'eau de 10cm et une turbidité modérée de 26 UNT, le rayonnement UV-A est réduit de 50% [16]. Par conséquent, les récipients utilisés pour SODIS ne devraient pas dépasser une profondeur d'eau de 10cm.

Les bouteilles PET sont des récipients pratiques et idéaux pour SODIS du fait que:

- Elles ne dépassent pas une profondeur de 10cm lorsqu'elles sont exposées horizontalement au soleil.
- Elles peuvent être fermées, ce qui réduit le risque de recontamination de l'eau purifiée.
- Elles sont facilement disponibles à faibles coûts, même dans les pays en voie de développement.
- Elles sont faciles à manier (à remplir, à transporter) et peuvent directement être servies à table, ce qui réduit le risque de recontamination.
- Elles sont d'un emploi relativement prolongé, puisqu'elles restent en bon état, même après plusieurs mois d'utilisation. Il est recommandé d'utiliser des bouteilles robustes (par exemple des bouteilles consignées) afin d'augmenter leurs durées de vie et de réduire la quantité de déchets plastiques.

Le vieillissement des bouteilles en plastique

Le vieillissement des bouteilles entraîne une réduction de la transmission des UV qui, à son tour, peut occasionner une inactivation moins efficace des microorganismes. Des pertes de transmissibilité peuvent également être dues à des rayures mécaniques ou à des photo-produits. Les bouteilles fortement rayées, trop vieilles ou ayant trop perdu de leur transparence devraient être remplacées [19]. La figure 14a montre la perte de transmission de la lumière UV causée par des rayures.

Les photo-produits

Le soleil ne fait pas que détruire les microorganismes, mais il transforme également le matériau plastique en photo-produits. C'est pourquoi les bouteilles en plastique contiennent des stabilisateurs d'UV qui permettent d'augmenter leur stabilité et de protéger le matériau contre l'oxydation et le rayonnement UV. Au cours du temps, des réactions photo-chimiques et de diffusion réduisent les additifs contenus dans les matériaux. Cette réduction influence les propriétés optiques des plastiques : la transmission du rayonnement UV dans le spectre de 320-400nm se voit réduite. La figure 14b montre les pertes de transmissibilité dues aux photo-produits [19].

Les photo-produits et les additifs représentent un risque potentiel en matière de santé. Mais des recherches en laboratoire et sur le terrain ont révélé que les photo-produits sont générés à la surface extérieure des bouteilles et que les additifs sont de grandes molécules qui migrent difficilement à travers le PET. Aucune migration de photo-produits ou d'additifs n'a été observée à l'intérieur de l'eau. [19].

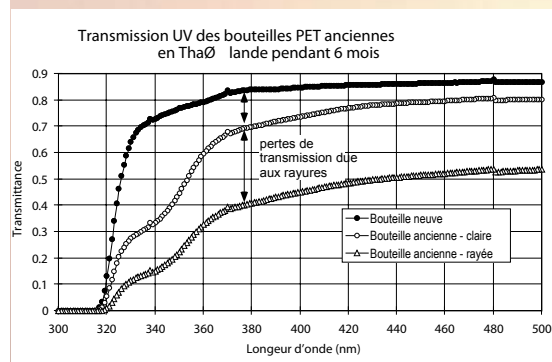


Figure 14a: La perte de transmission des UV due à des rayures

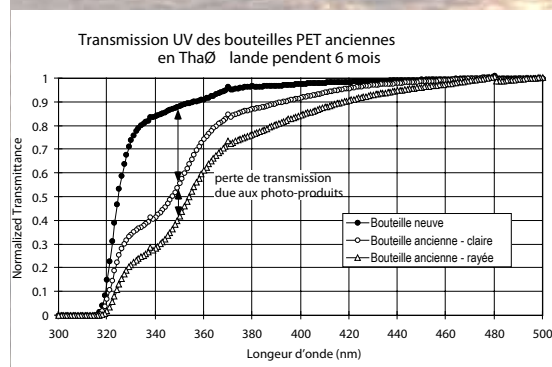


Figure 14b: La perte de transmission UV due aux photo-produits

Exposing Procedure



2.7 Procédure d'utilisation

Préparation

1. Vérifier si le climat et les conditions météo sont adéquats pour l'emploi de SODIS.
2. Collecter des bouteilles en PET d'une contenance de 1 à 2 litres. Au moins 2 bouteilles par membre de la famille devraient être exposées au soleil, pendant que 2 autres bouteilles sont prêtes à la consommation. Il faut donc 4 bouteilles par membre de la famille.
3. Vérifier l'étanchéité de la bouteille ainsi que celle du bouchon.
4. Choisir un réceptacle approprié sur lequel exposer les bouteilles, par exemple une tôle de fer ondulée.
5. Vérifier si l'eau est assez claire (turbidité < 30 UNT) pour l'emploi de SODIS. De l'eau d'une turbidité supérieure nécessite un prétraitement avant que SODIS ne puisse être appliqué.
6. Au moins deux membres de la famille devraient être formés à l'emploi de SODIS.
7. Une personne devrait être désignée responsable de l'exposition des bouteilles SODIS.
8. Remplacer les vieilles bouteilles et les bouteilles rayées.

Facteurs favorisant l'efficacité



Utiliser de l'eau de faible turbidité



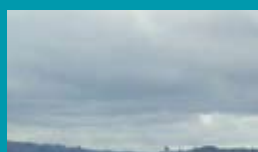
Placer la bouteille horizontalement ou à angle obtus par rapport au soleil



Placer la bouteille sur une tôle ondulée ou sur une autre surface pouvant réfléchir la lumière du soleil



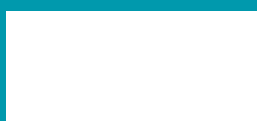
En cas de pluie ininterrompue: la collecte d'eau de pluie ou l'ébullition sont recommandées



Exposer les bouteilles durant 2 jours consécutifs si le ciel est totalement couvert



Etre sûr qu'aucune ombre ne tombe sur les bouteilles



Commencer à exposer les bouteilles le plus tôt possible le matin



Une feuille d'aluminium et un baquet peuvent être utilisés pour construire un simple collecteur solaire

Facteurs réduisant l'efficacité



L'eau turbide



Bouteilles à faible capacité de transmission des UV: vieilles, rayées, opaques ou colorées



Faible rayonnement UV-A
Ciel couvert
Basse température de l'air



Bouteilles en position verticale plutôt qu'horizontale.

Augmentation de l'efficacité de SODIS grâce aux collecteurs solaires

Après avoir minutieusement étudié les recommandations sur le site SODIS (<http://www.sodis.ch>), j'ai décidé d'effectuer quelques tests avec un simple collecteur solaire afin d'étudier le transfert d'énergie de surfaces réfléchissantes et absorbantes. Le premier test que j'ai mené voulait démontrer l'augmentation de la température lors de l'utilisation d'une boîte recouverte avec une feuille d'aluminium. Les dimensions de la boîte étaient 33cm de longueur, 28 cm de largeur et 18cm de profondeur. Tous les tests ont été effectués à une latitude 32°N (111°W). Le premier test a commencé à 9 heures du matin à une température de l'eau de 21,1°C. A deux heures de l'après-midi la température était de 42,5°C dans une bouteille peinte à moitié en noir que j'avais laissée en dehors du collecteur, alors qu'elle était de 66,5°C dans une bouteille peinte de même, que j'avais placée à l'intérieur du collecteur.

Comparaison de l'augmentation de température de bouteilles à demi peintes en noires exposées ou non exposées dans le collecteur solaire.

Heure	Sans réflecteur	Avec réflecteur
9.00	21.1°C	21.1°C
14.00	42.5°C	66.5°C



La deuxième partie de mes tests avait pour but de comparer le transfert d'énergie entre des surfaces brillantes ou noires. Pour ce test, j'ai utilisé deux baquets plastiques identiques recouverts d'une feuille d'aluminium afin d'augmenter la surface de collecte d'énergie. Dans une des boîtes, la feuille était brillante, tandis que dans l'autre, elle était peinte en noir.

Ce test a été fait le 21 mars 2002. La météo entre 9 heures du matin et 2 heures de l'après-midi a été la suivante : la température a augmenté de 23°C à 28,3°C, présence d'un vent faible et variable et d'une mince couche de cirrus à 9 heures qui est devenue un peu plus dense jusque vers 2 heures. Davantage de nuages et un soleil plus bas sur l'horizon ont ensuite fait redescendre la température. Le test a commencé à 9 heures du matin à une température d'eau de 24,1°C. A midi, la température était de 47,4°C dans le baquet noir et de 56,5°C dans le brillant. A 2 heures la température de l'eau avait atteint 54,7°C dans le baquet noir et 65,0°C dans le brillant.

Comparaison de l'augmentation de température de bouteilles à demi peintes en noires, et exposées dans des collecteurs peints en noir ou brillants.

Heure	Réflecteur coloré en noir	Réflecteur brillant	Température de l'air
9.00	24.1°C	24.1°C	23°C
12.00	47.4°C	56.5°C	28.3°C
14.00	54.7°C	65.0°C	



J'ai aussi refait l'expérience en choisissant comme collecteur une boîte plus petite et moins profonde. En fait une boîte à chaussure. Mais la boîte la plus profonde, que j'avais utilisée pour le test précédent a donné de meilleurs résultats. Je pense que les pentes des côtés plus abruptes ont mieux focalisé l'énergie dans la bouteille. En outre, la plus grande profondeur semble avoir protégé la bouteille de la brise, réduisant ainsi la perte de chaleur due aux mouvements d'air. J'ai aussi trouvé que la feuille ne devait pas suivre les côtés verticaux et le fond horizontal du baquet. La feuille d'aluminium devrait être posée inclinée depuis les bordures du baquet jusqu'au-dessous de la bouteille. J'ai posé deux morceaux de bois dans le baquet, sous la feuille, afin de maintenir la bouteille en place et pour qu'elle ne roule pas d'un côté à l'autre.



3. Application sur le terrain

3.1. Des essais avec SODIS dans différentes conditions

De nombreuses technologies semblent très prometteuses en laboratoire mais s'avèrent inappropriées ou présentent une efficacité réduite à l'échelle de l'utilisateur. C'est la raison pour laquelle l'efficacité microbiologique de SODIS a été testée intensivement, dans une gamme étendue de conditions de terrain.

Le tableau ci-dessous présente les différentes conditions dans lesquelles SODIS a été testé :

Situation	Avantages	Limites
Recherche en laboratoire	• expérimentation réalisée dans des conditions strictement contrôlées • résultats reproductibles • possibilité d'étudier des microorganismes spécifiques • les paramètres environnementaux peuvent être contrôlés et mesurés	Les tests ne représentent qu'une simulation des conditions réelles; ils n'intègrent pas des paramètres tels que: • certains aspects techniques (bouteilles, eau naturelle) • les conditions climatiques • les facteurs humains
Recherche sur le terrain	• réalisée dans des conditions «naturelles» (lumière, bouteilles, eau, etc.).	• n'intègre pas les facteurs humains • ont tendance à utiliser des conditions techniques optimales (p.ex.: nouvelles bouteilles, bonnes conditions climatiques, lieu idéal d'exposition), pas toujours disponibles sur le terrain
Ateliers de démonstration	• conditions presque «réelles» • les tests doivent être conduits dans des conditions qui ne sont pas forcément idéales (eau, temps, exposition, etc.) • tous les résultats sont immédiatement présentés aux participants de l'atelier et ont donc un effet hautement éducatif	• n'intègre pas toutes les sources d'erreurs qui peuvent être retrouvées à l'échelle de l'utilisateur
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 pris en considération, y compris une éventuelle contamination secondaire	• il n'est pas possible d'évaluer le taux d'inactivation, la contamination initiale n'étant pas connue • il est difficile d'identifier la source de la contamination lorsqu'une contamination bactérienne est constatée

Table 15: SODIS dans différentes conditions

Les recherches en laboratoire ont été réalisées dans des conditions de contrôle strictes, dans lesquelles les paramètres les plus pertinents ont été définis de manière exacte. Des souches sélectionnées de bactéries et de virus ont été exposées dans des tubes en quartz à un rayonnement artificiel simulant la lumière du soleil, tout en maintenant des températures précises. Les recherches en laboratoire ont permis de comprendre et de quantifier les effets du rayonnement UV et de la chaleur dans le processus d'inactivation des pathogènes hydriques.

Dans un second temps, SODIS a été testé dans des conditions réelles lors de recherches extensives sur le terrain, effectuées par les institutions partenaires de l'EAWAG dans différents pays en développement. Le chapitre suivant présente brièvement les résultats les plus pertinents de ces recherches de terrain.

Pour finir, l'efficacité de SODIS en tant que méthode de désinfection a été exposée dans des ateliers de démonstration et suivie à l'échelle des ménages.

3.2 L'efficacité de SODIS dans les recherches sur le terrain

Depuis les recherches d'Acra à la fin des années septante, une vaste gamme d'investigations de terrain a été effectuée. L'efficacité de SODIS a été testée de manière systématique pour différents pathogènes, en utilisant différentes qualités d'eau, divers types de récipients et dans des conditions climatiques variées.

Ces tests de terrain ont permis de définir les conditions dans lesquelles un haut niveau d'efficacité peut être obtenu. Ces critères ont été discutés au chapitre 2 ; ci-dessous, rappelons simplement les trois paramètres les plus importants pour une bonne application de SODIS :

- Utiliser des bouteilles en plastique transparentes jusqu'à 2 litres de volume ;
- Exposer les bouteilles pendant 5-6 heures en plein soleil ou par temps légèrement couvert de 9 heures du matin à 3 heures de l'après-midi ;
- La turbidité de l'eau ne devrait pas dépasser 30 UNT.

Chaque fois que ces trois exigences ont été remplies, les tests sur le terrain ont confirmé les résultats obtenus en laboratoire, à savoir une réduction des coliformes fécaux de 3 log. En d'autres termes, SODIS présente une efficacité de 99,9% dans des conditions normales.

Qualité physique et chimique de l'eau

Turbidité

L'eau brute utilisée pour SODIS devrait être aussi claire que possible. Toutefois, les tests de terrain révèlent qu'une eau qui n'excède pas une turbidité de 30 UNT peut être traitée avec SODIS dans des conditions climatiques normales. De l'eau d'une turbidité supérieure devrait être prétraitée [16,25].

Oxygène

Des recherches en laboratoire ont montré que l'inactivation des bactéries (*E.coli*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus faecalis*, coliformes fécaux) est beaucoup plus efficace dans des conditions aérobiques qu'anaérobiques. Les tests de terrain ont confirmé que le fait de secouer les bouteilles augmente l'efficacité de SODIS, mais laissent néanmoins penser que l'effet obtenu est moindre que celui escompté par la recherche en laboratoire.

Il est recommandé de secouer les bouteilles remplies aux $\frac{3}{4}$ pendant 20 secondes avant de les remplir complètement. L'eau stagnante, telle que celle puisée dans des étangs, des citernes ou de puits, est particulièrement pauvre en oxygène et devrait être aérée avant l'exposition au soleil [15,25,17].

Couleur

Les tests ont montré que de hauts niveaux de coloration dans l'eau augmentent le temps nécessaire pour inactiver les pathogènes [25].

Qualité microbiologique de l'eau

Coliformes fécaux

La plupart des tests de laboratoire et de terrain ont été effectués avec les bactéries *E.coli* ou avec des coliformes fécaux (un groupe de bactéries fécales incluant



The water used for SODIS needs to be clear

E.coli). Dans des conditions normales, le processus de désinfection montre un niveau d'efficacité de 3 log (99,9%) [15, 16, 20].

Vibrio cholerae

Les taux d'inactivation de *V. cholerae* sont similaires à ceux des coliformes fécaux à une température de l'eau > 50°C. Si le seuil de température de 50°C n'est pas atteint, *V. cholerae* montre des taux d'inactivation supérieurs aux coliformes fécaux [16,23].

Parasites

Les tests de laboratoire suggèrent que *Giardia* (*G. lamblia*, *G. muris*), un parasite hydrique courant, est sensible à la lumière du soleil. Un autre parasite, le *Cryptosporidium parvum*, semble être plus résistant. Toutefois, il convient de noter que *C. parvum* est également très résistant au chlore [14, 24]. Des expériences de terrain sont fréquemment menées pour les deux parasites.

Analyse de l'efficacité SODIS dans des ateliers de démonstration

Les ateliers offrent de très bonnes occasions pour tester l'efficacité de SODIS dans une vaste gamme de conditions. Les paramètres tels que l'eau, la météo, le temps d'exposition sont dictés par les conditions locales. Souvent, différents types de récipients et de supports peuvent être testés et les participants peuvent déterminer les conditions les plus propices à une bonne utilisation de SODIS et en faire ainsi une promotion adéquate.

Le Tableau 16 résume toutes les données disponibles issues des ateliers SODIS réalisés en Amérique latine pendant les 3 dernières années. 81% des échantillons analysés ont présenté un taux de désinfection des coliformes fécaux de plus de 99,9%. 9% des échantillons restants se trouvaient dans la gamme de 99-99,9% de désinfection et 4% des échantillons entre 90-99,9%. Seuls 5% des échantillons analysés ont montré une efficacité inférieure à 90%.

Un détail intéressant : Lors de ces ateliers, aucune différence n'a été observée entre les bouteilles à moitié noircies et les transparentes. Ceci est probablement dû au fait que la plupart des ateliers ont été réalisés dans des régions de haute altitude, où les températures sont basses (< 50°C), mais l'intensité du rayonnement UV élevée.

Qualité de l'eau à l'échelle de l'utilisateur

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. Tenant compte des difficultés opérationnelles, logistiques et humaines, il est difficile d'évaluer l'efficacité de SODIS à l'échelle de l'utilisateur. Les projets actuels de promotion de SODIS se concentrent sur les aspects sociaux et éducatifs, la qualité de l'eau n'étant contrôlée qu'occasionnellement, et avant tout dans le but didactique d'exposer l'efficacité de SODIS aux utilisateurs.

Normalement, l'eau traitée par SODIS est analysée en même

Niveau d'efficacité	% d'échantillons	Nombre 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

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

Table 16: Efficacité de SODIS durant les ateliers de démonstration



Utilisation du kit de terrain DeAgua pour tester la qualité de l'eau traitée par SODIS, ainsi que l'eau brute.

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

Autres éléments statistiques:

Qualité moyenne de l'eau brute: 154 CFU/100ml (médiane 56 CFU/100ml).

Qualité moyenne de l'eau traitée: 8 CFU/100ml (médiane 0 CFU/100ml).

A partir des 63 échantillons initiaux, on en dénombre 15 d'eau brute qui présentent une concentration indénombrable de coliformes (>2000 CFU/100ml). Etant donné que l'efficacité n'est pas forcément calculée à partir des concentrations initiales, ces 15 échantillons n'ont pas été inclus dans le tableau.

Table 17: Efficacité de SODIS au niveau de l'utilisateur individuel (exemple du projet SODIS au Nicaragua)



Les tôles de fer ondulé réfléchissent la lumière du soleil et offrent également un support idéal pour SODIS.

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.

Les meilleures données disponibles concernant l'efficacité de SODIS à l'échelle de l'utilisateur proviennent d'un projet d'implantation de SODIS dans deux communautés rurales de la région de Matagalpa au Nicaragua [27]. Aucune des deux communautés ne dispose de système de distribution de l'eau et s'approvisionnent en eau à partir de 5 sources différentes (puits à pompe couvert, puits non couvert, source naturelle, etc.). La qualité microbiologique des sources varie entre 0 et >2'000 FCU/100ml. Tous les échantillons prélevés à partir des récipients de stockage des ménages ont présenté une contamination fécale attribuable soit à la pollution primaire de la source, soit à la contamination secondaire due au transport et/ou au stockage. Après une phase de sensibilisation et de formation intensive, 63 des 66 ménages présents ont adopté SODIS en tant que nouvelle méthode de traitement pour leurs eaux de boisson.

Durant les visites de suivi auprès de chaque ménage, nous avons demandé à un adulte de nous fournir deux échantillons d'eau brute et d'eau SODIS, en provenance des récipients de stockage du ménage. Dans la plupart des cas, l'eau traitée par SODIS a été prélevée directement des bouteilles en plastique, bien que quelques familles l'aient stockée dans un pot en argile, ce qui entraîne un risque de contamination secondaire. Les coliformes fécaux des deux échantillons d'eau traitée et non traitée ont été analysés, permettant de calculer indirectement l'efficacité de SODIS. Les résultats de ces essais sont présentés dans le tableau 17.

Il est important de souligner que le tableau ci-dessus présente des données relatives à un projet unique avec ces spécificités. Il ne peut donc pas être généralisé à chaque projet SODIS. Ces données intègrent toutes sortes de sources d'erreurs ou de contaminations potentielles à l'échelle de l'utilisateur : positionnement non optimal des bouteilles, temps d'exposition trop court, contamination secondaire due à un stockage inapproprié, etc. Par conséquent, cela nous donne une très bonne vision de ce qui peut être réalisé en termes d'amélioration de la qualité de l'eau au niveau de l'habitat individuel.

Bouteilles et support des bouteilles

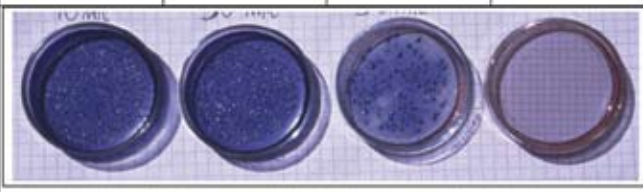
Bouteilles en plastique

Les tests sur le terrain montrent que des bouteilles transparentes en PET d'un volume de 2 litres sont des récipients très appropriés pour SODIS. Ils démontrent de bons résultats aussi bien pour les bouteilles consignées et pour celles à usage unique. Toutefois, les bouteilles à usage unique sont légèrement meilleures car elles transmettent plus de rayonnement UV. L'effet du vieillissement ne pèjore pas significativement le coefficient de transmission des bouteilles à usage unique.

Les bouteilles colorées ne transmettent pas assez de rayonnement UV ; ces bouteilles ne devraient pas être utilisées pour SODIS [19,20].

Exemple d'analyses conduites dans le cadre d'un atelier en Equateur

Pour de nombreux représentants officiels des gouvernements et personnels de terrain, SODIS reste une toute nouvelle technologie. Il arrive ainsi couramment que les participants des ateliers soient enthousiastes à l'idée d'une désinfection solaire de l'eau, mais gardent toujours des doutes quant à l'efficacité de SODIS et hésitent à consommer de l'eau SODIS ...

	qualité originale	après 1 heure	après 2 heures	après 3 heures
				
Coliformes fécaux par 100ml	18'200	2560	256	0

La meilleure façon de convaincre les participants que SODIS fonctionne véritablement est d'intégrer une formation pratique d'utilisation de SODIS durant le premier jour d'atelier, puis de procéder à des analyses microbiologiques. Après avoir exposé les bouteilles au soleil, des échantillons d'eau brute et traitée par SODIS sont analysés à la recherche de coliformes

fécaux avec un kit de test portable pour la qualité de l'eau (OXFAM-DELAGUA Water Testing Kit). Les échantillons d'eau sont filtrés et les filtres contenant des bactéries sont incubés pendant 16 à 18 heures à une température de 44°C. Le jour suivant, les colonies de bactéries peuvent être comptées et l'efficacité de SODIS ainsi évaluée.

Le tableau suivant montre l'exemple d'un atelier tenu en juillet 2001, à Quito, en Equateur. Les participants ont été divisés en deux groupes : le premier groupe a utilisé de l'eau du robinet non traitée de la commune d'Amaguaña; le second groupe de l'eau de source mélangée à de l'eau polluée de la rivière San Pedro. Les deux eaux présentaient une turbidité inférieure à 5 UNT.

Groupe 1 (eau du robinet)			
Type de récipient	Concentration initiale [CFU/100ml]	Concentration finale [CFU/100ml]	Efficacité [%]
Bouteille plastique consignée	51	0	100
Bouteille plastique consignée à demi noircie	51	0	100
Bouteille plastique non consignée	51	0	100
Bouteille plastique non consignée à demi noircie	51	0	100

Groupe 2 (eau de source mélangée avec eau de rivière)			
Type de récipient	Concentration initiale [CFU/100ml]	Concentration finale [CFU/100ml]	Efficacité [%]
Bouteille plastique consignée	284	1	99,6
Bouteille plastique consignée à demi noircie	284	0	100
Bouteille plastique non consignée	284	0	100
Bouteille plastique non consignée à demi noircie	284	0	100
Bouteille contrôle (non exposée)	284	202	29

Les bouteilles ont été exposées au soleil de 8.30 à 16.00, en plein soleil le matin, par temps nuageux à midi et sous la pluie l'après-midi. Aucune des bouteilles n'a atteint la température limite de 50°C, mais le rayonnement UV durant la journée a été suffisant pour désinfecter 7 des 8 bouteilles. Une des bouteilles a présenté une efficacité de 99,6% (une bouteille consignée). Lors d'essais antérieurs, ce type de bouteille avait montré une transmission d'UV plus basse et par conséquent une efficacité de SODIS plus basse. Aucune réduction significative n'a été observée dans la bouteille de contrôle qui n'avait pas été exposée.

Les participants de l'atelier ont analysé de manière critique les résultats des tests des boîtes de Petri et ont donc ensuite été convaincus de l'efficacité microbiologique de SODIS. Le fait de réaliser ces tests est donc une très bonne approche pour surmonter les doutes quant à l'efficacité de la méthode. L'événement s'est terminé par ce qui est maintenant devenu une tradition dans les ateliers SODIS : un toast avec de l'eau SODIS !



Exposition au soleil de bouteilles SODIS en Thaïlande.

Bouteilles en verre

Théoriquement, les bouteilles en verre transparent peuvent servir d'alternative aux bouteilles en plastique. Cependant, un verre avec un contenu élevé en oxydes de fer transmet moins de rayonnement de type UV-A. Des tests sur le terrain confirment que certaines bouteilles en verre présentent des taux de désinfection plus bas. En outre, les bouteilles en verre se cassent souvent. Ainsi, les bouteilles en verre ne sont pas recommandées [14,16, 21].

Sac SODIS

Les sacs SODIS spécialement conçus présentent une efficacité accrue en raison d'un meilleur ratio surface-volume. Mais comme ils ne sont pas disponibles localement, qu'ils sont difficiles à manier et se cassent plus facilement que les bouteilles en plastique, ils ne sont pas recommandés. ([16], SODIS News No.1, SODIS News No.3).

Sacs en plastique

Des sacs transparents en polyéthylène disponibles localement ont été testés et présentent une efficacité de désinfection très élevée. Mais ils ne sont pas recommandés pour les mêmes raisons pratiques que celles décrites pour les sacs SODIS.

Support des bouteilles

Une augmentation similaire de la température peut être obtenue en utilisant des tôles de fer ondulé comme support de bouteilles. D'autres supports foncés sont également appropriés [16,20].

Influence des conditions météorologiques

Ciel couvert

Dans des conditions de ciel couvert, il est possible que la dose d'UV reçue pendant une journée d'exposition ne suffise pas pour atteindre une qualité d'eau satisfaisante. Des tests en laboratoire effectués avec des virus ont montré que la dose de radiation était cumulative et que deux jours consécutifs pouvaient suffire pour inactiver les pathogènes.

Ces données doivent encore être confirmées dans des conditions naturelles et pour d'autres pathogènes, en particulier les bactéries [15,16].

Paramètres influençant la température de l'eau

La température de l'air et le vent sont les deux facteurs climatiques qui influencent la température de l'eau, laquelle a un impact direct sur l'efficacité du processus. Toutefois, des expériences de terrain sur le plateau Nord-Est de la Chine et dans les régions montagneuses en Bolivie ont révélé que des pays avec un climat froid à tempéré sont également adaptés à SODIS, dans la mesure où le rayonnement solaire est suffisant [20,21].

Le maniement de SODIS par les utilisateurs

Les utilisateurs font souvent des erreurs de maniement qui peuvent réduire significativement l'efficacité de SODIS. Par exemple, des bouteilles sont exposées le matin au soleil, mais après quelques heures l'endroit est dans l'ombre. Quelques usagers exposent la face noire des bouteilles vers le soleil ou les posent verticalement, ou n'enlèvent pas l'étiquette... Un enseignement intensif et des visites de suivi sont les seuls

moyens susceptibles de corriger les erreurs de maniement et d'améliorer l'efficacité de la désinfection à l'échelle des ménages. En voici quelques exemples :

- Environmental Concern (EC) à Thon Kaen en Thaïlande, a choisi deux villages utilisant de l'eau de pluie comme source d'eau brute. L'eau de pluie est collectée sur les toits des maisons et stockée dans des jarres. Lors du maniement des jarres, l'eau risque d'être contaminée. Durant la première phase du projet, SODIS n'a pu augmenter le pourcentage d'échantillons non pollués que de 59% (échantillons d'eau brute dépourvus de contamination fécale) à 78% (échantillons d'eau SODIS dépourvus de contamination fécale). Plusieurs échantillons d'eau SODIS ont même présenté une contamination plus élevée que l'eau brute. La contamination secondaire par un maniement inapproprié semble être la cause la plus probable de ce résultat surprenant. On a alors conseillé aux villageois de ne pas utiliser des récipients contaminés pour le stockage de l'eau de boisson lors de transferts d'eau traitée. Lors de la deuxième phase du projet, 33% des échantillons d'eau non traitée étaient dépourvus de coliformes fécaux et le nombre d'échantillons d'eau SODIS non contaminés avait augmenté à 93% (SODIS News No. 1, SODIS News No. 2).
- Dans la communauté rurale de Melikan, en Indonésie, 40% des villageois ont commencé à placer leurs récipients sur des chaises ou des sols bétonnés qui, comparés à l'exposition sur du zinc ondulé, des toits en tuiles ou un autre support noir, ne sont pas des emplacements idéaux. Le dossier de la chaise a souvent ombragé les bouteilles après quelques heures. Seuls 50% des échantillons d'eau exposés se sont révélés dépourvus de coliformes fécaux. Après que les personnes eurent reçu une formation et que des tôles en zinc ondulées furent utilisées, le nombre d'utilisations inadéquates a chuté à 3% [26].
- En Indonésie, une comparaison entre une communauté rurale et périurbaine a révélé que le nombre d'utilisations incorrectes était beaucoup plus bas parmi la population périurbaine, mieux éduquée. Toutefois, les deux communautés furent capables d'améliorer l'efficacité du traitement par de la formation complémentaire ([26] / SODIS News No.2).
- En Bolivie, lors d'un projet de démonstration effectué dans la communauté de Sacabamba, quelques échantillons SODIS contenaient des concentrations élevées de coliformes fécaux. C'est probablement le bouchon très sale qui était responsable de cette contamination [21].
- En Chine, des tests effectués avec des bouteilles en verre de 2,5l ont montré que SODIS ne pouvait qu'augmenter le nombre d'échantillons dépourvus de coliformes fécaux de 25% (eau brute) à 75% (eau SODIS). Après avoir remplacé les grandes bouteilles en verre par des bouteilles mieux appropriées en plastique de 1,25l, 99,2% des échantillons analysés ont présenté 0 coliforme fécal (SODIS News No.2).

Est-ce ou n'est-ce pas de l'eau SODIS ?

Les professionnels responsables de la dissémination de SODIS sur le terrain ont développé quelques outils qui permettent de vérifier lors de leurs visites de suivi si les personnes utilisent vraiment SODIS dans leur vie quotidienne ou si elles le prétendent seulement dans le but de faire plaisir à l'interviewer... Demander un verre d'eau SODIS est bien entendu la meilleure façon de voir si de l'eau potable est disponible pour la boisson au moment de la visite. Une visite rapide à l'endroit où les bouteilles sont exposées peut également être très instructive : on a retrouvé plus d'une fois des bouteilles froides à midi... signe que les bouteilles avaient été remplies juste au moment de l'arrivée de l'équipe ! Ou encore des bouteilles couvertes d'une fine couche de poussière... bouteilles qui probablement n'avaient pas été enlevées depuis la dernière visite !

Lors de la surveillance de la qualité de l'eau au niveau des ménages, il est parfois très difficile de savoir si l'échantillon d'eau a vraiment été traité. A titre d'exemple, citons le projet de Matagalpa au Nicaragua, où la question suivante fut posée lors d'une première étude : " Quel type de traitement appliquez-vous à votre eau de boisson ? " 22 parmi 52 ménages ont répondu qu'ils utilisaient du chlore. L'eau contenue dans les récipients de stockage des 22 ménages a alors été testée, mais du chlore résiduel n'a été retrouvé que dans 2 d'entre eux...

Manifestement, la même chose peut se produire lors de l'analyse d'eau SODIS : est-ce qu'il s'agit véritablement d'eau SODIS, où est-ce qu'elle en a l'apparence et le goût, mais qu'en fait il s'agit plus vraisemblablement d'eau brute du point de vue microbiologique ?

Une inspection de la qualité microbiologique de l'eau peut être utile lors de l'évaluation du projet, mais présente aussi quelques désavantages:

- les analyses bactériologiques sont relativement chères,
- les collaborateurs du projet et les usagers peuvent avoir l'impression que SODIS n'est pas une technologie sûre si la qualité de l'eau n'est pas analysée,
- un projet SODIS qui accorde trop d'importance à des aspects analytiques perdra probablement de vue le fait que l'implantation de SODIS n'est pas un problème technique mais plutôt une question d'éducation/communication,
- un échantillonnage régulier pourrait être ressenti comme un abus de contrôle extérieur.

Ainsi, les analyses bactériologiques sont un bon instrument didactique dans un but de démonstration, mais ne sont pas indispensables à l'implantation de SODIS au niveau communautaire. La Fondation SODIS en Bolivie nous en fournit un bon exemple : ces deux dernières années, l'équipe a effectué des centaines de tests dans des ateliers de démonstration, surveillé la qualité de l'eau dans les communautés, fait des visites de suivi auprès des ménages, etc. Mais l'eau SODIS, traitée quotidiennement sur le toit du bureau et bue par l'équipe, n'a jamais été analysée, pas une seule fois, car personne ne l'a considéré comme nécessaire!

Conclusions au sujet de l'efficacité de SODIS sur le terrain

Les données collectées durant près de dix années de recherches sur le terrain, les ateliers de démonstration et la surveillance opérée au niveau de l'utilisateur ont confirmé que SODIS est une méthode fiable pour la désinfection de l'eau au niveau des ménages.

La figure 18 compare l'efficacité de SODIS en ce qui concerne l'élimination des coliformes fécaux en laboratoire, à celle observée dans des conditions moins optimales telles que des ateliers de démonstration en Amérique latine et à l'échelle de l'utilisateur individuel au Nicaragua.

On peut en conclure que SODIS s'est avéré efficace non seulement dans des conditions de laboratoire, mais également au niveau des utilisateurs, à condition que les exigences techniques de base soient remplies.

Toutefois, SODIS ne pourra probablement jamais approvisionner l'ensemble de la population avec de l'eau 100% propre à la consommation. Une manipulation inappropriée et une utilisation inadéquate de la méthode conduisent à une efficacité réduite. Ou encore, l'eau une fois traitée est sujette à des contaminations secondaires. L'objectif de SODIS est donc de réduire de manière significative le risque d'infections microbiologiques.

Après des années de recherches et d'essais sur le terrain, le défi de réduire la fréquence des maladies hydriques par l'utilisation de SODIS est maintenant entre les mains des institutions et des équipes de terrain chargées de l'éducation à l'hygiène et des programmes d'assainissement. Par la diffusion appropriée de l'information, par la formation intensive des utilisateurs et leurs suivis, les gens vont avoir accès à une alternative simple et bon marché pour améliorer la qualité microbiologique de leur eau potable au niveau des ménages.

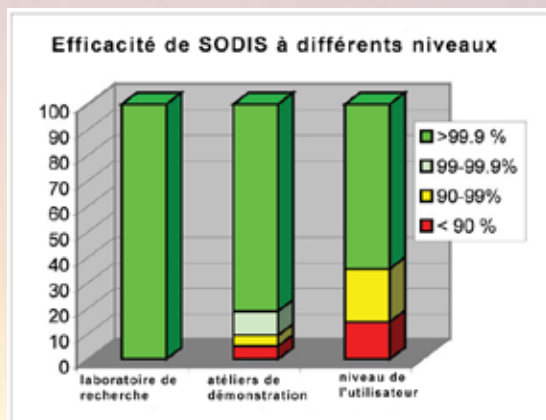


Figure 18: Comparaison de l'efficacité de SODIS à différents niveaux.

3.3 Leçons tirées de l'application sur le terrain

- Des bouteilles en PET transparentes jusqu'à un volume de 2 litres sont des récipients appropriés.
- Dans des conditions climatiques chaudes où les températures atteignent 50°C durant l'exposition, des bouteilles à moitié noircies peuvent être utilisées, car la température y augmente plus vite.
- Dans des régions de haute altitude où la température reste froide, des bouteilles tout à fait transparentes devraient être utilisées afin d'optimiser l'effet du rayonnement UV-A.
- L'efficacité de SODIS sera accrue si les bouteilles sont placées sur une surface réfléchissante telle que de l'aluminium ou des tôles de fer ondulé.
- La bouteille doit être exposée au soleil pendant 6 heures si le ciel est clair ou couvert à 50%.
La bouteille doit être exposée au soleil pendant 2 jours consécutifs si le ciel est couvert à 100%.
Durant les jours de pluie continue, SODIS ne fonctionne pas de manière satisfaisante. Il est recommandé de récolter l'eau de pluie durant ces jours.
Si une eau atteint au minimum la température de 50°C, 1 heure d'exposition suffit.
- De l'eau qui dépasse une turbidité de 30 UNT doit être préfiltrée avant d'être traitée par SODIS.
- L'efficacité de SODIS augmente dans des eaux bien oxygénées. L'aération de l'eau peut être obtenue en secouant la bouteille remplie aux $\frac{3}{4}$ pendant 20 secondes environ avant de la remplir complètement.

3.4 Les bénéfices de SODIS sur la santé

La désinfection de l'eau par le solaire (SODIS) est une option de traitement de l'eau de boisson particulièrement simple, efficace et durable. Par conséquent, elle réduit les risques associés à la consommation d'eau contaminée.

Types de maladies sur lesquelles SODIS a un impact positif

SODIS agit sur les pathogènes présents dans l'eau potable et réduit ainsi l'occurrence des maladies entériques causées par ces pathogènes :

- diarrhée infectieuse

due à des infections bactériennes par *Escherichia coli* entéropathogène

- dysenterie

diarrhée aqueuse causée par des infections bactériennes à *Salmonelles* ou *Shigelles*

- dysenterie

due à des infections parasitaires en relation avec *Giardia lamblia* ("Giardiase") ou *Entamoeba histolytica* ("Amibiase")

- choléra

causé par des infections par *Vibrio cholera*.

Un certain nombre d'agents viraux tels que les rotavirus ou les adénovirus sont responsables d'une large part des gastroentérites virales. Néanmoins, d'autres modes de transmission dominant dans les infections virales (telles que personne à personne, gouttelettes), par rapport à celle de la consommation de l'eau de boisson

Le tableau 19 montre la dose infectante pour les différents pathogènes (nombre d'organismes pathogènes nécessaire pour qu'une infection se développe chez l'hôte).

Indicateurs utilisés pour évaluer les bénéfices en matière de santé de l'utilisation de SODIS

Le chapitre 1.3 décrit les voies de transmissions multiples et simultanées des organismes pathogènes générateurs de diarrhées. Etant donné que les pathogènes sont transmis par différentes voies, il est difficile de mesurer les bénéfices en matière de santé attribuables à une amélioration de la qualité de l'eau de boisson.

Mesurer l'impact de SODIS sur la santé est également très difficile, car les multiples facteurs de transmission des maladies doivent être pris en compte lors de l'évaluation. Ainsi, les évaluations de l'impact de SODIS sur la santé sont complexes. Jusqu'à ce jour, seules quelques études ont examiné l'effet de SODIS sur l'amélioration de la santé des utilisateurs.

Quatre études ont mesuré l'efficacité de SODIS sur l'amélioration de la santé d'enfants d'âges variés.



Quatre milliards de cas de diarrhée causent 2,2 millions de morts, la plupart parmi les enfants de moins de 5 ans [2]

Doses infectantes de pathogènes entériques	
Pathogène	Dose infectante
Shigella	10^{1-2} organismes
Campylobacter jejuni	10^{2-6} organismes
Salmonella	10^5 organismes
Escherichia coli	10^8 organismes
Vibrio cholerae	10^8 organismes
Giardia lamblia	10^{2-6} kystes
Entamoeba histolytica	10^{2-6} kystes

Table 19: Dose infectante de pathogènes entériques [34].



Ce que les adultes peuvent apprendre des enfants...

Un collaborateur a raconté l'histoire suivante à l'équipe d'un projet SODIS en Ouzbékistan : un garçon avait entendu parler de SODIS à l'école. Il était enthousiasmé par cette idée et se procura quelques bouteilles. Il les peignit en noir et les remplit avec de l'eau SODIS. Lorsque le collaborateur visita la famille, on lui offrit une pastèque, qu'ils mangèrent tous ensemble avec grand délice. Après le repas, le garçon apporta de l'eau SODIS, mais son père lui dit sur la défensive: " SODIS n'est pas nécessaire. J'ai toujours bu de l'eau du robinet et je n'ai jamais été malade ! ". Le garçon tenta de le convaincre qu'il ne devait pas boire de l'eau non traitée, surtout après avoir mangé une pastèque. Le père, toutefois, n'écouta pas et bu directement du robinet. Le garçon et le collaborateur se servirent de la bouteille SODIS.

Une semaine plus tard, le collaborateur rendit de nouveau visite à la même famille. Ils lui racontèrent que le père avait attrapé une diarrhée sévère le jour suivant et qu'il n'avait pas pu aller travailler trois jours durant. Par contre, le collaborateur et le garçon sont demeurés en bonne santé. Depuis, le père ne boit plus que de l'eau SODIS.

Beat Grimm, JDA Kokand

Comment a-t-on mesuré l'impact de SODIS sur la santé ? On a comparé l'occurrence de différents types de diarrhées dans des familles qui utilisaient la désinfection solaire de l'eau avec celles qui ne l'utilisaient pas.

Les indicateurs suivants ont été utilisés pour évaluer l'impact de SODIS :

- "diarrhée reportée": transit intestinal plus abondant que "d'habitude". Généralement mesuré comme supérieur à 3 selles par jour ;
- "diarrhée sévère": affectant les tâches quotidiennes, la fréquentation de l'école, la vie en général.

Résultats des études de terrain concernant les bénéfices de SODIS sur la santé.

Les résultats de ces études peuvent être résumés comme suit :

- SODIS réduit les nouveaux cas de diarrhée

Au Kenya, une étude réalisée auprès de 206 adolescents âgés entre 5 et 16 ans a mesuré le nombre de nouveaux cas de diarrhée dans les familles durant 4 mois. Dans les familles qui utilisaient SODIS, le taux de nouveaux cas de diarrhée était de 10% inférieur à celui des familles qui n'utilisaient pas cette méthode [28].

Une autre étude auprès d'enfants kenyans de moins de 5 ans a mis en évidence une réduction similaire de 16% des maladies diarrhéiques parmi les usagers de SODIS observés sur une période d'un an [29].

Au Bangladesh, SODIS a été introduit dans 16 villages. L'assimilation de la méthode a été promue par des comités de développement locaux. La diarrhée parmi les enfants a été beaucoup moins fréquente dans les villages qui possédaient un comité puissant, un haut niveau d'organisation du village et un engagement pour le développement de la communauté, ce qui a entraîné une meilleure adaptation de SODIS par les villageois [30].

- SODIS réduit le nombre des cas sévères de diarrhée

La même étude [28] constata une réduction de 24% des cas sévères de diarrhée parmi les enfants dont les familles utilisaient la désinfection solaire de l'eau de boisson.

- SODIS aide à prévenir le choléra

Une épidémie de choléra a fait son apparition dans cette même région d'étude au Kenya en 1997/98. Les chercheurs ont pu démontrer l'efficacité de la désinfection de l'eau par le solaire pour la prévention du choléra chez les enfants de moins de 6 ans. Parmi les utilisateurs de SODIS, les enfants de moins de 6 ans ont eu 8 fois moins de risque de contracter une diarrhée-choléra. Pour des enfants plus âgés, les adolescents, ainsi que pour les adultes, aucun effet préventif n'a pu être mis en évidence [31]. Ceci pourrait être attribué au fait que les mères contrôlaient de manière stricte le type d'eau de boisson que leurs petits enfants consommaient, alors que des personnes plus âgées buaient aussi de l'eau provenant de sources contaminées et non traitées.

En Bolivie, une étude permettant de recueillir plus d'information est actuellement en cours au sujet de l'impact sur la santé de la consommation de l'eau traitée par SODIS. Ce projet de recherche en santé publique va mesurer l'impact

de SODIS sur la réduction des maladies diarrhéiques chez les enfants. Ce projet est conduit par l'Institut Tropical Suisse (ITS) en collaboration avec des institutions partenaires boliviennes : la Funcacion SODIS, CASA de l'Université Mayor de San Simon à Cochabamba et l'UNICEF en Bolivie.

Peut-on utiliser SODIS pour les bébés ?

Les femmes, qui ne peuvent pas allaiter leurs bébés peuvent être contraintes de préparer la nourriture à partir de lait en poudre. Lors de l'implantation de projets à l'échelle de l'utilisateur individuel, la question relative à l'emploi de l'eau traitée par SODIS pour la préparation du lait en poudre et de l'alimentation de sevrage a été soulevée.

SODIS élimine 99,9% des bactéries et des virus, ainsi que les parasites jusqu'à un certain degré de contamination de l'eau. Mais SODIS ne stérilise pas l'eau et un certain risque de contamination et, consécutivement, d'infection persiste. Etant donné que les bébés sont fragiles et se déshydratent très rapidement, ils sont rapidement exposés à un risque léthal lors de maladie diarrhéique. Le risque résiduel d'infection résultant de la consommation d'une eau traitée par SODIS ne doit pas être pris et seule une eau bouillie, qui est stérile, devrait être utilisée pour la préparation du lait en poudre ou de la nourriture de sevrage pour les bébés.

Lorsque les bébés ont atteint environ l'âge de 6 mois, les femmes commencent progressivement à compléter le lait maternel par une autre nourriture. C'est une période critique pour les enfants. Les statistiques de santé des pays en voie de développement montrent que ce groupe d'âge court un grand risque de morbidité et de mortalité dû aux maladies diarrhéiques. Ainsi, il est très important que toute nourriture donnée à des enfants de cet âge en complément au lait soit portée à ébullition.

SODIS peut être introduit auprès des enfants au moment où ils se déplacent et commencent à boire par eux-mêmes, c'est-à-dire vers l'âge de 18 mois environ.

Autres limites à l'utilisation de SODIS

Les personnes des catégories suivantes, qui présentent un risque accru d'infections diarrhéiques devraient également utiliser de l'eau bouillie en lieu et place de l'eau SODIS:

- Enfants ou adultes gravement malades
- Enfants et adultes souffrant de malnutrition sévère
- Patients immuno-supprimés (dont SIDA)
- Patients avec anomalies gastro-intestinales ou maladies gastro-intestinales chroniques



La nourriture de sevrage pour les enfants de moins de 18 mois devrait être préparée avec de l'eau bouillie.



Bouteilles SODIS en train d'être exposées, Thaïlande



4. Formation des promoteurs de santé

4.1 Approches et méthodes de formation

Méthodes utilisées pour la formation des promoteurs de santé

Les méthodes utilisées pour la formation des promoteurs de santé doivent être simples et didactiques de façon à ce qu'ils puissent à leur tour utiliser des méthodes similaires lors de leurs travaux au sein de la communauté.

L'information concernant la méthode SODIS est généralement dispensée aux futurs promoteurs de santé lors d'une série de sessions, à l'aide de méthodes participatives telles que celles exposées dans les paragraphes suivants :

Il est parfois difficile d'aborder des sujets considérés comme étant du domaine du privé, en particulier auprès des femmes qui peuvent être gênées de parler de comportements relatifs à l'hygiène dans les ménages. Afin de surmonter ces difficultés, il importe de travailler avec des messages positifs ; comme par exemple que le savon donne des mains propres et leur procure une bonne odeur.

1. Comparer SODIS avec d'autres méthodes de désinfection de l'eau

Cette séance initie les promoteurs de santé aux différentes méthodes de traitement de l'eau qui peuvent être utilisées au niveau du ménage (ébullition, chloration) et compare les avantages et les désavantages de toutes ces méthodes.

Ils doivent recevoir des documents relatifs aux thèmes développés lors de la séance, qui puissent leur servir de matériel de référence pour leurs futurs travaux dans la communauté.

2. Exposition de bouteilles SODIS au soleil

Les promoteurs de santé doivent posséder un savoir solide en matière d'application de SODIS et servir d'exemple aux utilisateurs dans les villages. C'est la raison pour laquelle il est important qu'ils utilisent SODIS pour la préparation de leur propre eau potable.

Les conditions dans lesquelles se déroule la formation doivent correspondre autant que possible à celles rencontrées sur le terrain. Les démonstrations de SODIS devraient être effectuées dans la région où SODIS sera introduit dans le futur (au lieu d'en faire la démonstration dans une ville éloignée, où les conditions climatiques peuvent être différentes).

Les sujets devant être abordés lors d'une démonstration sont les suivants: le type de bouteille à utiliser, le positionnement des bouteilles, le lieu d'exposition, la durée de l'exposition, le lavage et le nettoyage des bouteilles. Ces détails sont très importants afin de garantir un emploi correct de SODIS. Plus l'accent sera mis sur ces sujets durant la formation, plus les promoteurs de santé les rapporteront à leur tour à la communauté.

Qui sont les promoteurs de santé ?

Les promoteurs de santé sont des personnes d'interface entre la population locale et les institutions qui désirent promouvoir SODIS. Les promoteurs de santé transmettent le savoir relatif à SODIS et vérifient l'application correcte de la méthode.

Que font les promoteurs de santé ?

Les promoteurs enseignent l'emploi correct de la désinfection de l'eau par le solaire. Lors de visites régulières dans les ménages, les promoteurs observent la manière dont SODIS est employé et corrigent les éventuelles erreurs commises par les utilisateurs.

Quel type de connaissance doivent avoir les promoteurs de santé ?

SODIS étant une méthode d'amélioration de la qualité de l'eau de boisson, il est important que les promoteurs aient de bonnes connaissances des sujets liés à l'eau et à l'assainissement. Ils doivent être capables d'expliquer aux communautés locales les relations entre la qualité de l'eau de boisson, la manipulation, la contamination de l'eau, l'élimination des excréments et les effets sur la santé.

Les promoteurs doivent posséder des connaissances au sujet des sources d'eau, des systèmes de distribution d'eau et les problèmes liés à la maintenance. Ils doivent comprendre les différentes méthodes et possibilités de désinfection de l'eau au niveau central, comme au niveau des ménages et en connaître les avantages et les inconvénients.

Quelles sont les qualifications requises pour être un promoteur de santé ?

Etant donné que les promoteurs sont les personnes qui sont en contact direct avec la population, ils doivent avoir une très bonne compréhension de SODIS et des pratiques d'hygiène générale. Ils doivent pouvoir transmettre leur savoir à des personnes qui n'ont eu que peu ou pas de scolarisation. Il est donc important que les promoteurs soient familiarisés avec la communauté locale et aient une bonne relation avec ses habitants. Ils doivent parler la langue vernaculaire, avoir des habilités en matière de communication et être volontaire. Ils doivent être capables d'initier et de diriger des discussions de groupe.



Formation des promoteurs de santé en Bolivie



Formation des promoteurs de santé en Ouzbékistan

3. Tester la qualité de l'eau avant et après l'emploi de SODIS

Il est très utile de procéder à des analyses microbiologiques de la qualité de l'eau avant et après l'emploi de SODIS. Procéder à de telles analyses retient l'attention des participants et convainc les dubitatifs.

La connaissance des voies de contamination bactériologique aide les promoteurs de santé à identifier les sources potentielles de contamination de l'eau dans les villages et leur permet de donner des instructions adéquates pour protéger l'eau des contaminations. Il est également important d'expliquer les critères requis pour une utilisation adéquate de SODIS. Il est nécessaire d'éviter une eau très turbide et fortement contaminée.

4. Méthodes audiovisuelles

Durant la présentation de cassettes vidéo sur SODIS, suivie de discussions de groupe structurées, on présente aux participants différents exemples de l'utilisation de SODIS dans l'autre région. Ceci permet de discuter et de renforcer les principaux concepts de la méthode et son application.

5. Eau et santé

Il est important de transmettre suffisamment de connaissances sur la relation entre santé et qualité de l'eau. En général, les maladies gastro-intestinales sont courantes dans beaucoup de ménages et les gens éprouvent un important besoin de résoudre ce problème. C'est la raison pour laquelle les promoteurs de santé doivent pouvoir expliquer pourquoi les maladies gastro-intestinales sont causées par la consommation d'eau contaminée et comment cette contamination peut être évitée.

Il est nécessaire que ce soit des personnes possédant de solides connaissances médicales qui expliquent les sujets liés à la santé, de préférence des infirmières, des agents de santé ou d'autres personnes ayant des qualifications médicales.

6. Expériences personnelles de l'emploi de SODIS

Les expériences des personnes qui ont déjà travaillé en tant que promoteur SODIS sont très instructives. Des promoteurs de santé expérimentés peuvent présenter des détails issus du travail quotidien sur leurs projets, qu'on ne retrouve pas dans les livres. Le dialogue entre promoteurs expérimentés et futurs promoteurs est très fructueux.

7. Visite en groupe d'une famille d'utilisateurs potentiels de SODIS

Une bonne approche est de permettre aux personnes en formation de suivre un promoteur de santé expérimenté dans une famille potentiellement utilisatrice de SODIS. Sous la supervision du promoteur expérimenté, les participants identifient les sujets qui doivent être expliqués à la famille, à partir de l'enseignement théorique qu'ils ont reçu lors des précédentes leçons et le mettent concrètement en pratique. Il est utile que le promoteur expérimenté prépare une liste de question pour les élèves, afin que ceux-ci réussissent à mener à bien la formation.

En Ouzbékistan, les promoteurs de santé SODIS ont reçu une formation aussi bien technique sur la méthode SODIS que dans l'enseignement à la communauté au sujet de la relation entre eau potable et santé. Une formation supplémentaire d'un jour et demi a été incluse en matière d'approches participatives, telle que la "Participatory Community Appraisal". Les méthodes suivantes ont été utilisées pendant la formation :

- Cours
- Travaux de groupe
- Jeux de rôle
- Exercices pratiques

La formation a consisté en une semaine de formation de base, suivie de trois sessions de 2 jours chacune, échelonnées sur les six semaines suivantes.

Après la formation, les promoteurs ont reçu deux guides pour la formation dans les communautés. Une pour la formation SODIS et l'autre concernant l'hygiène. On attendait des groupes qu'ils adaptent les profils de leurs guides aux situations particulières dans les villages.

Durant le travail dans les villages, les promoteurs de santé ont reçu un support régulier de la part du bureau du projet situé à Kokand. Toutes les deux semaines, l'équipe de promotion rencontrait la personne de ressource du bureau afin de discuter des progrès du travail, des expériences faites dans les villages et des difficultés rencontrées. En plus de ces rencontres la personne de ressource du bureau rendait visite régulièrement aux équipes de promotion durant leurs travaux dans les villages.

4.2 Matériel de formation

Le matériel de formation des promoteurs de santé doit être facile à comprendre de manière à ce que les promoteurs puissent l'utiliser facilement lors de leurs travaux sur le terrain. On peut utiliser le matériel suivant pour la formation:

Série stratifiée de posters

Il s'agit d'une série stratifiée de posters en couleur, de taille appropriée (40x60 cm) avec des images qui illustrent les sujets traités lors de la formation SODIS. Ils sont idéaux pour l'enseignement de petits groupes. (Voir annexe A).

Feuilles explicatives techniques

Ces feuilles comportant des explications techniques doivent être suffisamment grandes pour pouvoir être présentées face à une audience. Elles doivent être simples et faciles à comprendre. Les participants à la formation devraient également recevoir les textes techniques contenant les références des publications scientifiques sur SODIS.

Vidéo sur la désinfection solaire par le solaire

On montre les vidéos aux participants dans le but de provoquer des questions sur l'adaptation de SODIS aux conditions locales. La présentation doit être suivie d'une discussion de groupe.



Le matériel d'enseignement doit être bien conçu et facile à comprendre

Exemple d'un atelier de formation pour les promoteurs de santé SODIS

Programme du 19 juin 2001

Préparation:

Aux alentours de 8 heures du matin, nous exposons les bouteilles SODIS contenant de l'eau contaminée au soleil, ainsi que des thermomètres et des capteurs du rayonnement solaire. Les participants ont la consigne de relever chaque heure la température de la bouteille, ainsi que la valeur de l'intensité du rayonnement.

Un set contrôle de bouteille contenant de l'eau contaminée est laissé à l'ombre.

Heure	Sujet	Personne responsable
14.00-14.30	Présentation de SODIS et présentation des objectifs de l'atelier.	Ana
14.30-14.40	Travail en groupes, discussion sur les sources d'eau, sources de contamination, eau et santé.	Ana, Esteban
14.40-15.00	Présentation des travaux de groupes	Participants
15.00-16.30	Différentes méthodes de désinfection : ébullition, chloration, SODIS. Travail en 3 groupes 15 min explication 60 min préparation 45 min présentation	Ana, Esteban
16.30-16.45	Dégustation d'eau préparée avec 3 différentes méthodes	Participants
16.45-17.00	Préparation des conclusions- Avantages et désavantages de chaque méthode par groupe	Participants
17.15-17.30	Conclusion générale	Ana, Esteban
17.30-16.00	Renforcement SODIS	Esteban
18.00-18.30	Présentation des résultats d'analyse de l'eau avec le kit de test de microbiologie de terrain sur l'eau exposée la journée précédente	Esteban
18.30-19.00	Présentation de la vidéo SODIS	Ana

4.3 Expériences acquises lors de la formation des promoteurs de santé

- Les promoteurs doivent posséder de solides connaissances au sujet de la manière d'employer SODIS, dans l'idée qu'une personne bien formée sera plus convaincante qu'une personne peu sûre d'elle.
- Les promoteurs doivent utiliser SODIS pour la préparation de leur propre eau potable. C'est ainsi qu'ils maîtriseront l'emploi correct de SODIS et serviront d'exemple à la communauté cible.
- Les promoteurs doivent être capables de répondre aux questions de la communauté. Il faut vérifier ces points avant que les promoteurs n'entament leurs travaux.
- Conseiller aux promoteurs de ne jamais mentir à un utilisateur au cas où ils ne sauraient pas répondre à une question. Dans de tels cas, ils doivent contacter la personne de ressource technique.
- Les promoteurs doivent parler la langue vernaculaire.
- La taille optimale d'un groupe de promoteurs est de deux personnes.

- Les ONG et les promoteurs jouent un rôle important dans la promotion de SODIS. Leur exemple sert à rendre SODIS crédible.
- La personne (technique) de ressource devrait développer une liste de critères pour sélectionner les promoteurs de santé.
- Lors des séances de formation, il faut utiliser les mêmes méthodes que celles qui seront utilisées dans les villages. Ainsi les promoteurs ont l'opportunité de s'entraîner et de pratiquer leur futur travail.
- Lors de la formation, il faut mettre l'accent sur les outils de communication et la confiance en soi.
- La formation devrait se fonder sur les expériences passées et les connaissances existantes des promoteurs.
- Les promoteurs devraient être soigneusement observés durant leur formation afin de déterminer leurs motivations et leurs capacités.
- Il faut informer les promoteurs que les changements de comportement prennent du temps. Inclure une séance de "résistance au changement" dans le curriculum de formation.



L'expérience a montré que les ateliers de formation menés avec des méthodes non participatives ne sont pas efficaces et ont plutôt tendance à ennuyer les participants.



L'emploi de méthodes participatives demandent aux participants de s'appliquer activement dans la session et leur permet d'émettre des commentaires. C'est une manière plus efficace d'apprentissage. En même temps, les participants apprennent et pratiquent ces mêmes méthodes qu'ils vont pouvoir employer eux-mêmes sur le terrain.



5. Formation des utilisateurs

5.1 Estimer les besoins au niveau communautaire

Avant d'introduire SODIS dans une communauté, il est important d'évaluer l'environnement local, la situation existante en matière d'approvisionnement en eau, les habitudes de manipulation de l'eau, ainsi que les tendances en matière de traitement et de consommation de l'eau. SODIS ne devrait être introduit dans une communauté qu'après avoir conduit une évaluation des besoins recommandant son utilisation.

Les questions suivantes devraient faire partie intégrante de l'évaluation:

Questions concernant l'approvisionnement existant en eau et la consommation:

- Quelles sont les sources d'eau brute utilisées pour l'eau de boisson ?
- Les sources sont-elles protégées ou ouvertes ?
- Est-ce que l'eau est polluée à la source ?
- Les utilisateurs consomment-ils de l'eau brute, microbiologiquement contaminée ?
- Est-ce que certaines personnes utilisent une quelconque méthode de purification de l'eau ?
- Quelles sont les méthodes utilisées pour le traitement ?
- Les méthodes de traitement sont-elles appliquées à toute l'eau consommée ?
- Les méthodes de traitement de l'eau sont-elles appliquées avec succès ou l'eau contient-elle toujours des pathogènes ?
- Quelle est la qualité de l'eau de boisson après l'application des méthodes de traitement ?
- La communauté souffre-t-elle d'infections liées à l'eau ?
- Durant quelles saisons observe-t-on une haute incidence des maladies liées à l'eau ?
- Comment l'incidence la plus élevée est-elle liée aux comportements et aux conditions environnementales ?

=> Il n'est pas nécessaire d'introduire SODIS si:

- ✓ Les personnes appliquent d'autres méthodes de traitement de l'eau avec succès.
- ✓ Elles ont accès à de l'eau propre et sûre.
- ✓ Elles n'ont pas d'infections liées à l'eau.

Questions relatives à la disponibilité de ressources locales nécessaires à l'application SODIS:

- Y a-t-il des bouteilles en plastique transparentes disponibles?
=> Si les bouteilles ne sont pas disponibles localement, un réseau d'approvisionnement doit être mis en place. Sinon, l'application de SODIS ne sera pas durable.
- Est-ce qu'il y a assez de soleil durant l'année?
=> Si la méthode SODIS n'est praticable que quelques mois par an, il faut instruire la communauté sur d'autres méthodes de traitement applicables pendant les mois de faible intensité solaire, telles que: ébullition, chloration ou encore la collecte d'eau de pluie.

Qui sont les utilisateurs ?

Sur la base de l'expérience et de l'intérêt que les gens portent à l'application de SODIS, les utilisateurs peuvent être classifiés de la manière suivante :

1. Familles utilisant SODIS régulièrement

Dans les familles dont au moins 50 % des membres utilisent SODIS au minimum 4 jours par semaine, on retrouve les caractéristiques suivantes:

- a) La famille possède un nombre adéquat de bouteilles en bon état.
- b) La famille expose des bouteilles au soleil, mais en a également à l'intérieur de la maison avec de l'eau prête à la consommation.
- c) SODIS est appliqué correctement.
- d) L'eau utilisée pour l'emploi de SODIS n'est pas turbide.

2. Familles utilisant SODIS irrégulièrement

Dans de telles familles, moins de 50% des membres utilisent SODIS régulièrement et uniquement 2-3 fois par semaine. D'autres indicateurs sont présents tels que la mauvaise application de SODIS et un nombre inadéquat de bouteilles plastiques.

Quels utilisateurs devraient être formés à l'utilisation de SODIS ?

SODIS devrait être introduit auprès de:

- ✓ Personnes qui n'ont pas accès à une eau de boisson propre et sûre
- ✓ Personnes qui ont besoin d'une méthode de traitement de l'eau simple et bon marché
- ✓ Personnes souffrant de maladies liées à l'eau

L'enseignement de SODIS devrait particulièrement s'adresser à la personne responsable de l'hygiène et de l'entretien du ménage, ainsi qu'à la personne responsable de la préparation des repas et des boissons. Les enfants peuvent également être formés.

Quels types de connaissances les utilisateurs doivent-ils acquérir ?

Idéalement, les utilisateurs devraient avoir assez de connaissances et de compréhension de la méthode pour appliquer la méthode correctement et être conscient du danger que représente la consommation d'une eau de boisson contaminée.

5.2 Approches et méthodes de formation

La forme la plus efficace de formation consiste à expliquer en personne l'utilisation de SODIS à la famille utilisatrice. Néanmoins, cette approche prend beaucoup de temps. Lorsque l'on s'adresse à une seule famille, il est préférable de faire une démonstration pratique de l'application de SODIS.

Toutefois, le transfert de connaissances à un groupe de personnes demeure une approche valide. Lorsqu'on s'adresse à des groupes, il est très important d'utiliser des approches participatives afin de solliciter la contribution de chacun.

Formation de familles individuelles

Ce type de formation est normalement donné à des familles en relation étroite avec le promoteur de santé. Dans une telle atmosphère, il est facile de faire une démonstration pratique aux membres de la famille des différentes étapes de l'application SODIS, ainsi que des pratiques d'hygiène.

1. Au sujet de la contamination secondaire de l'eau

La contamination secondaire de l'eau de boisson par une manipulation inadéquate de l'eau au niveau domestique peut être expliquée à l'aide d'exemples choisis à partir de la propre maison de l'hôte. Par exemple :

- Utilisation du même récipient pour le transport de l'eau et d'autres choses.
- Des ustensiles sales utilisés pour la préparation de la nourriture.
- Consommation de l'eau directement depuis le récipient de transport.
- Des flaques d'eau sale autour de la maison.
- Le risque de contamination provenant d'une eau stockée dans des récipients ouverts.

2. Affichage permanent de posters dans la maison

Les posters qui contiennent beaucoup d'images et peu de texte sont bien acceptés par les utilisateurs (aussi bien les enfants que les adultes) et peuvent être affichés en permanence dans la maison. En Bolivie, des posters contenant des règles générales d'hygiène ont bien été acceptés dans la maison (voir annexes A et B).

Le promoteur de santé explique les images sur le poster aux membres de la famille lors de sa visite. Le poster est ensuite laissé à la famille de l'utilisateur de manière à ce qu'elle se souvienne des explications données ou les communique à d'autres personnes.

3. Démonstrations pratiques

Si l'application SODIS est directement présentée aux potentiels nouveaux utilisateurs lors de démonstrations pratiques, on fournit des instructions de manière directive. On choisit de bonnes bouteilles et on explique soigneusement chaque étape de l'application SODIS. A cette occasion, il est possible de discuter et de clarifier des doutes exprimés par la famille.

Si le soir venu, le promoteur consomme l'eau SODIS préparée dans le cadre de l'exercice de la journée, une grande crédibilité est conférée à la méthode.



Les posters contenant de nombreuses images et du matériel graphique sont un bon outil d'enseignement.

Formation de groupes communautaires

La formation de groupes communautaires est la manière la plus répandue d'enseigner SODIS. Quelques recommandations avant d'organiser de tels rassemblements:

- L'horaire des réunions doit être établi avec l'accord des villageois et de manière à ce que les femmes, qui normalement sont très occupées et n'ont pas beaucoup de temps libre, puissent aussi y assister. Les réunions devraient être proposées pendant les temps libres et en fonction des occupations agricoles.
- Les réunions doivent être initiées et dirigées par des personnes qui sont familières avec la communauté, telles que des leaders ou des représentants d'institutions respectées. De tels dirigeants locaux sont des personnes respectées et les villageois sont plus susceptibles de suivre leurs conseils et leurs formations.
- Pour chaque rassemblement, un programme contenant des objectifs et des activités doit avoir été préparé. Il faut ensuite évaluer le programme en fin de journée.
- Une atmosphère de confiance doit se créer lors de la réunion, favorisant l'échange d'idées, de questions et d'expériences.

Quelques méthodes utilisées en Bolivie pour l'enseignement de groupes sont résumées dans les paragraphes suivants.

1. Utilisation des posters

Les posters sont de bons outils pour des auditeurs qui ne savent pas lire et ne peuvent pas suivre des cours académiques. Ils peuvent être utilisés avec un guide qui explique et discute chaque page. Ces posters peuvent être utilisés dans des assemblées jusqu'à 30 personnes. Les posters permettent à l'audience de découvrir la relation entre l'eau et la santé et l'effet de la désinfection de l'eau par le solaire. Les illustrations peuvent permettre d'amorcer une discussion entre les participants et le modérateur. Les images sur les posters doivent représenter le contexte culturel et environnemental de l'audience (voir l'exemple en annexe A).

En Bolivie, une autre manière d'utiliser les posters s'est avérée efficace: ce sont les participants eux-mêmes qui prennent le rôle du modérateur et expliquent les situations rencontrées sur les images par groupe de 2 à 3. On donne aux groupes des tirages du poster. On donne 5 minutes aux groupes afin d'étudier l'image et c'est à eux ensuite d'en expliquer le contenu et l'idée à l'audience. Le formateur complète leurs présentations et clarifie les points qui n'ont pas été compris. Ceci est une méthode particulièrement active, à laquelle les participants peuvent contribuer avec leurs propres idées en relation avec le sujet et leur vie quotidienne.

2. Utilisation d'histoires enregistrées sur cassettes

La présentation d'histoires enregistrées sur cassettes suivie de discussions sont un outil utile. La dissémination de SODIS est accélérée et de telles présentations sont généralement mieux acceptées que des cours. Afin d'attirer l'intérêt, les histoires doivent être adaptées au contexte culturel et environnemental des auditeurs. La durée des histoires enregistrées ne devrait pas dépasser 15 minutes.

3. Démonstrations pratiques de l'application SODIS

Lors des assemblées communautaires, il est très important de faire des démonstrations pratiques de l'application de SODIS.



Formation communautaire en Thaïlande

Les erreurs souvent commises par les utilisateurs

La méthode de traitement de l'eau SODIS est facile à utiliser. Néanmoins, les gens ont besoin d'être formés soigneusement à son utilisation. Les formateurs et les personnes de ressources devraient contrôler l'application de la procédure régulièrement au sein des communautés locales afin de s'assurer que son emploi est correct et source de succès, et ce particulièrement pendant les premiers mois d'utilisation. Des visites répétées auprès des communautés qui ont été formées récemment à SODIS révèlent que les utilisateurs font un certain nombre d'erreurs:

- Les bouteilles sont exposées au soleil le matin, mais il n'est pas tenu compte qu'après deux heures la bouteille est à l'ombre.
- Certains utilisateurs mettent les bouteilles sur une chaise sans considérer le fait que le dossier puisse faire de l'ombre à un certain moment de la journée.
- Les bouteilles sont exposées du mauvais côté, c'est-à-dire face noire vers le soleil.
- Certains utilisateurs mettent leurs bouteilles sur des supports en bois, mais le vent s'infiltrant sous les supports, il refroidit la température et ainsi diminue l'efficacité de SODIS.
- Les bouteilles exposées ne sont pas bien fermées, ou alors différents éléments remplacent le bouchon, avec pour conséquence des fuites.
- Des bouteilles exposées sont remplies incomplètement. L'air à l'intérieur de la bouteille diminue la quantité de rayonnement UV-A.
- De l'eau turbide, non filtrée, contenant de petites particules, comme par exemple des insectes, est exposée.



Démonstration pratique de SODIS en Bolivie



Une bonne relation entre promoteur de santé et utilisateur est important

La démonstration doit inclure la sélection d'une bouteille adaptée, l'évaluation de la turbidité de l'eau, le remplissage de la bouteille (y compris le fait de secouer la bouteille et de s'assurer qu'elle est complètement pleine) et l'exposition de la bouteille dans un endroit adéquat. En fin de journée, le promoteur de santé et les participants devraient boire l'eau traitée par SODIS.

4. Accès à un certain prestige

Les gens adoptent plus facilement un nouveau comportement si l'activité est prestigieuse et leur donne un sentiment de fierté. L'utilisation de bouteilles en plastique pour améliorer la qualité de l'eau potable est plus sophistiquée que de simplement boire de l'eau du robinet. Par conséquent, les gens qui boivent de l'eau SODIS bénéficient d'un certain prestige aux yeux de la communauté qui consomme une eau brute.

Formation communautaire en Ouzbékistan

Une bonne santé dépend non seulement de l'accès à une eau potable, mais aussi d'un comportement d'hygiène correcte. C'est la raison pour laquelle l'équipe SODIS en Ouzbékistan a mis à la disposition des promoteurs de santé deux profils complets de cours. Une session SODIS et une autre sur l'hygiène. On attendait de chaque équipe qu'elle adapte le contenu des sessions en fonction des situations particulières rencontrées dans leurs villages respectifs.

Lors des réunions de la communauté, les promoteurs de santé ont introduit la méthode SODIS, ont expliqué l'effet du rayonnement solaire et ont mis l'accent sur les modes de transmission de la diarrhée. Dans quelques cas, les règles d'hygiène ont été enseignées en parallèle avec la méthode SODIS. Durant les périodes d'activités agricoles intenses, telle la récolte du coton en automne, il n'a pas été possible d'organiser des réunions, les villageois étant occupés dans les champs.

Prendre contact avec la communauté

Les leaders villageois ont été les premiers contactés et ont ensuite introduit les équipes de promotion auprès des familles intéressées. A travers les postes de santé, les promoteurs ont pu savoir quelles familles avaient eu certains membres atteints de diarrhée récemment ou lesquelles avaient de petits enfants. Ces familles sont celles qui sont en général les plus intéressées à apprendre et à appliquer la méthode SODIS. Il a été ainsi possible d'établir de bonnes relations entre les promoteurs et bon nombre de personnes intéressées. Des visites étaient effectuées une fois par semaine pour répondre aux questions et aux problèmes. Plus tard, lors de l'évaluation des projets, on a pu constater que la plupart de ces personnes appliquaient SODIS tout à fait adéquatement.

Formation de la communauté

Environ 20 à 40 adultes et souvent un nombre substantiel d'enfants, assistaient aux réunions. Les villageois suivaient les réunions avec intérêt et étaient désireux de participer. Par exemple, après que le promoteur de santé eut présenté la méthode SODIS à l'aide d'images, une personne de l'audience a été sollicitée pour répéter les étapes de la préparation d'une bouteille SODIS. Une bouteille noire a été offerte à cette personne en récompense pour sa participation. Les villageois qui utilisaient déjà SODIS ont partagé leurs expériences et encouragé les auditeurs à suivre leur exemple.

En Ouzbékistan, les responsables des ressources ont mis l'accent sur les méthodes de formation participatives, en incluant les jeux de rôle. Cependant, les promoteurs de santé ont rejeté cette idée en expliquant qu'ainsi SODIS aurait semblé ridicule. En lieu et place, les promoteurs ont

décidé de dessiner leurs propres transparents avec les règles d'hygiène.

Lors des réunions, chaque équipe de promoteurs a développé sa propre approche pour expliquer SODIS à la communauté:

L'approche mystique: Lors des réunions de communauté de ce groupe, les utilisateurs ont mis en relation le fait qu'ils étaient guéris de leurs maux d'estomac et de gorge en buvant de l'eau SODIS. SODIS - l'eau qui soigne !

L'approche rationnelle: Ce groupe a fortement souligné le fait que de boire de l'eau SODIS pouvait prévenir certaines maladies et qu'ainsi, les familles avaient besoin de dépenser moins d'argent pour des médicaments. SODIS - un moyen d'épargner de l'argent !

L'approche relationnelle: Le troisième groupe a mis l'accent sur les bonnes relations qu'ils avaient développées avec des décideurs et des personnes clés auprès desquelles ils avaient introduit la méthode. SODIS - pour tes amis !

SODIS au jardin d'enfant

Dans le projet SODIS en Ouzbékistan, les éducateurs de jardins d'enfants ont été formés à l'application de SODIS. En tant que responsables de la santé des enfants, ils se sont montrés très enthousiastes quant à la nouvelle méthode de traitement de l'eau. De l'eau SODIS a donc été réalisée sur place et donnée à consommer aux enfants.

Dans quelques jardins d'enfants, des parents ont même été invités à une réunion où la méthode, ainsi que l'intérêt que représente SODIS dans le maintien en bonne santé des enfants leur a été expliqué, ce qui les a beaucoup intéressés.

SODIS dans les écoles

Dans des écoles ouzbèques, des formations SODIS ont été conduites dans des classes individuelles ou même lors de grandes réunions d'école. Les enfants se sont montrés très ouverts par rapport à la méthode et comprenaient vite. Sur l'initiative des enseignants, un enfant sur deux a apporté une bouteille d'eau SODIS en classe. Deux enfants ont ensuite partagé l'eau SODIS pour la pause ou le repas de midi. Etant donné que SODIS est si facile d'emploi, quelques enfants ont commencé à utiliser la méthode à la maison. Les enfants les plus enthousiastes ont été honorés par un passeport spécial SODIS et ont été déclarés promoteurs de santé. D'autres écoles ont utilisé des posters et des brochures et ont mis en place des coins SODIS dans les halles et les salles de classe.



Performance of a SODIS song in the Agua Clara primary school in Bolivia

Les tombolas augmentent l'intérêt pour SODIS

Hans Haller nous raconte ses expériences de la promotion de SODIS à Igarassu au Brésil : le 21 février 2002, j'ai formé 40 étudiants de 4ème année à l'école Joao Leite à Igarassu à l'application de SODIS. Chaque étudiant a reçu une feuille avec des dessins illustrant la méthode. J'ai fait une démonstration devant les étudiants. Ensuite, j'ai demandé à un des auditeurs de venir devant et répéter les points importants du processus. Ainsi, je pouvais être sûr que les étudiants avaient compris ce que je leur avais expliqué.

Afin de motiver les étudiants à véritablement utiliser SODIS à la maison, je leur ai promis d'organiser une tombola SODIS la semaine suivante à laquelle pouvaient participer ceux qui utilisaient régulièrement SODIS à la maison. Ils avaient la chance de gagner un sac de nourriture. Une semaine plus tard, 10 élèves ont participé. Lorsque j'en ai organisé une seconde, 12 élèves ont participé. Après la compétition, nous avons accompagné le gagnant chez lui pour vérifier qu'il ou elle utilise vraiment de l'eau SODIS pour la préparation de son eau de boisson.

Le 25 mars, ma partenaire Sandra a introduit SODIS auprès de 25 autres élèves de la même école. Une semaine plus tard, 7 de ces élèves ont participé à la tombola SODIS et le 18 avril, 22 parmi 56 élèves y ont pris part. Quelques élèves ont commenté leurs expériences avec SODIS. Ils disaient que l'eau avait un très bon goût, tout comme de l'eau minérale. 23 élèves ont participé à la 5ème loterie. Eduarda, la gagnante, nous a dit qu'elle avait commencé à utiliser SODIS avec une seule bouteille, mais qu'entre-temps elle traitait 5 bouteilles quotidiennement. Lorsqu'elle a raconté à sa mère ce qu'elle avait appris sur SODIS à l'école, sa mère a d'abord pensé que sa fille était devenue folle. Mais lorsque nous avons accompagné Eduarda à la maison pour lui remettre le sac de nourriture qu'elle avait gagné, sa mère était très contente et convaincue que SODIS est une bonne chose.

Hans Haller, Brésil



Maxi est mini à la maison

En route pour Ende, je contemplais le joli paysage de collines près de Maumere. Petrus conduisait la voiture du projet et nous étions accompagnés de Pius, le chargé du projet SODIS à Flores. Nous nous dirigeons vers l'école Kimang Buleng, où il y a deux mois, l'ONG locale Yaysan Dian Desa (YDD) avait introduit SODIS auprès des professeurs et 138 élèves. Nous avons quitté la route principale proche d'un grand terrain de football entouré de 3 bâtiments d'école. Nous avons garé notre voiture à l'ombre d'un arbre et nous sommes rendus compte que tous les professeurs étaient occupés en classe. Bien que nous n'ayons pas annoncé notre visite, très vite un professeur est venu nous saluer et nous conduire au bureau du responsable. Après avoir échangé quelques formalités, on nous a autorisé à visiter les locaux de l'école. Petrus découvrit un petit robinet - la source d'eau de l'école. Il tenta de l'ouvrir, mais aucune eau ne coula. Un professeur nous informa alors que l'approvisionnement en eau n'était pas permanent, mais que généralement il y avait de l'eau en fin de matinée.

Pendant ce temps, notre groupe était entouré d'élèves excités et curieux. J'ai demandé à un petit garçon, s'il pouvait apporter une bouteille SODIS du bureau du responsable. Fièremment, il partit en courant et revint bientôt avec une bouteille pleine. Nous avons bu avec les professeurs de l'eau SODIS qui avait bon goût. Toutefois, mon intérêt était moins centré sur l'eau traitée que sur les résultats de la dissémination de SODIS. Les écoles ont l'avantage de posséder des structures clairement organisées avec un responsable, des professeurs et des élèves, et c'est pourquoi YDD avait choisi d'utiliser les écoles comme point d'entrée pour leur campagne de promotion SODIS. Elle consiste en la formation des professeurs et des élèves à la nouvelle méthode de traitement de l'eau, de manière à ce que les enfants l'introduisent ensuite à la maison.

C'est pourquoi j'ai demandé à Maxi, mon vif petit garçon, de venir s'asseoir par terre à côté de moi et je lui ai offert de l'eau SODIS. Il accepta et remplit prudemment un verre d'eau. Il était conscient du fait que l'attention de tous ses collègues se portait sur lui. Nous avons commencé notre conversation et il m'a raconté qu'il vivait à une demi-heure à pied de l'école, avec ses parents et ses 4 frères et sœurs. Lorsque je lui ai demandé s'il utilisait également ses deux bouteilles SODIS à la maison, il sembla un peu embarrassé. Il était le plus jeune dans sa famille et n'était pas pris trop au sérieux. Lorsqu'il a parlé de SODIS à sa famille, celle-ci pouvait difficilement comprendre comment le soleil était susceptible d'améliorer la qualité de l'eau. Et ils n'ont pas suivi le conseil de Maxi d'utiliser des bouteilles en



Maxi, écolier à l'école primaire, remplissant fièremment un verre d'eau SODIS, traité sur l'île de Flores en Indonésie.

plastique pour la préparation de leur eau de boisson. Au final, il n'a pas trop insisté à introduire la nouvelle idée, a posé les bouteilles de côté, et SODIS n'a donc pas été utilisé dans sa famille.

Maxi est mini à la maison. Normalement, les enfants doivent obéir à leurs parents et défendre leurs positions à l'intérieur de la famille. Il en va ainsi de même pour Maxi, le plus jeune a souvent un rôle difficile dans la famille. Cependant, le chemin de communication est également assez long entre les familles et l'école. L'ensemble de l'information n'est pas toujours retransmis correctement au prochain niveau. Ainsi, le résultat de tels projets de dissémination ne produit pas toujours les effets escomptés. Toutefois, YDD a observé que les filles ont plus de succès dans l'introduction de SODIS à la maison. La société attribue dès l'enfance des tâches aux enfants en fonction du genre - et ce sont les femmes, tout comme les petites filles qui sont responsables de chercher et préparer l'eau au niveau des ménages.

Martin Wegelin, SANDEC

5.3. Aspects culturels et ressources locales

Aspects culturels

Les différents groupes ethniques ont leurs propres croyances culturelles, ils utilisent leurs propres modes de communication et perçoivent le monde à leur manière. Par conséquent, chaque équipe SODIS qui envisage de travailler avec un groupe spécifique doit adapter ses méthodes de formation et de communication au groupe auquel il s'adresse. Le contexte culturel donne la trame de fond pour chaque projet SODIS.

Les éléments importants dans le cas de la désinfection de l'eau par le solaire sont le soleil et l'eau. Ces deux éléments peuvent avoir différentes significations et niveaux d'importances dans des groupes culturels spécifiques. Un autre aspect est le fait que dans certaines cultures, les femmes ne parlent pas en public ou que les villageois refusent d'aborder certains sujets sans l'autorisation du chef de la communauté. Il est donc judicieux d'avoir des réunions de groupe avec les utilisateurs potentiels de SODIS de façon à comprendre leurs cultures, leurs concepts et leurs mythes en relation avec l'eau, le soleil et les pratiques d'hygiène avant d'amener les activités SODIS.

On a utilisé la méthode des focus groups au Bangladesh et en Bolivie afin d'obtenir plus d'informations sur les coutumes locales. Bien qu'il ne soit pas possible de connaître tous les mythes et croyances qui entourent l'eau et l'hygiène, il est nécessaire d'avoir quelques lignes de repère pour l'adaptation culturelle de SODIS et rendre ainsi la méthode acceptable pour la communauté locale.

En Ouzbékistan par exemple, le thé est la boisson principale. Les gens pensent que de boire de l'eau froide peut vous rendre malade. Les visiteurs se voient toujours servir un thé chaud car il est impoli de servir de l'eau froide aux invités. Malgré cette croyance, les gens boivent de l'eau froide directement au robinet, surtout en été quand ils ont soif. Par conséquent, les équipes SODIS en Ouzbékistan ont dû se baser sur la croyance que l'eau chaude est une bonne chose et introduire le concept que SODIS est une méthode de purification de l'eau qui utilise le soleil pour bouillir l'eau. En Ouzbékistan, l'eau SODIS est donc de l'eau bouillie par le soleil et est ainsi bonne pour la santé.

En Indonésie, les promoteurs de santé peuvent également se fonder sur les comportements traditionnels qui ont comme croyance que le soleil est bon pour la santé et tue les pathogènes :

- A Java, les gens exposent régulièrement leurs matelas au soleil, car ils croient qu'il est plus sain de dormir sur un matelas qui est régulièrement exposé au soleil.
- L'eau pour le bain des bébés est exposée au soleil, car les gens croient que le bébé sera en meilleure santé si on le baigne dans l'eau qui avait été exposée au soleil plutôt que dans de l'eau bouillie.

Bouteilles

La disponibilité des bouteilles plastiques a une importance clé pour la durabilité des activités SODIS. Les équipes de promotion SODIS doivent évaluer si les gens peuvent acheter des bouteilles et de quelles provenances ces bouteilles peuvent être disponibles, même potentiellement des bouteilles récupérées.

Au cas où des bouteilles ne seraient pas disponibles

Que faire avec les anciennes bouteilles PET ?

Lors de nos visites sur le terrain, les utilisateurs SODIS nous ont demandé ce qu'ils devaient faire des bouteilles en PET vieilles et endommagées. Peuvent-elles être brûlées ?

Il n'est pas recommandé de brûler les bouteilles PET dans les conditions généralement rencontrées sur le terrain. En raison du manque d'oxygène dans de telles situations, du monoxyde de carbone (CO) se forme à la place du dioxyde de carbone (CO₂). De plus, le PET contient des substances aromatiques, qui une fois brûlées dans des conditions sous-optimales (faible température et manque d'oxygène), sont transformées en hydrocarbures aromatiques polycycliques toxiques (HAP).

Toutefois, si on brûle le PET à hautes températures et avec suffisamment d'oxygène, comme dans des stations d'incinération, seuls du dioxyde de carbone (CO) et de l'eau (H₂O) sont produits. C'est pour cette raison que les bouteilles PET devraient être réunies et brûlées collectivement. Une autre option est d'utiliser les vieilles bouteilles pour d'autres applications, par exemple comme récipient pour des grains à germer ou de les enterrer avec les autres déchets domestiques.



La disponibilité en bouteilles plastiques est de toute première importance pour la durabilité de SODIS

localement, l'équipe du projet doit mettre en place un réseau d'approvisionnement en bouteilles. La meilleure manière de faire consiste à initier un marché à petite échelle, où les bouteilles, si possible aussi des bouteilles récupérées, sont acheminées de la ville et transportées dans les villages. Les propriétaires de magasins locaux pourraient se charger du stock de bouteilles en plastique.

5.4 Le rôle de l'éducation à l'hygiène

La consommation d'eau de bonne qualité aide à réduire le nombre de maladies diarrhéiques. Cependant, étant donné que les pathogènes humains peuvent être transmis par de multiples voies via les selles, les doigts, les mouches, la nourriture et les fluides (voir figure 2 au chapitre 1.3 "Transmission des pathogènes liés à l'eau"), des pratiques d'hygiène appropriées ont une grande influence sur la santé de la communauté.

Esrey [35] et Hutley [33] ont revu des études de terrains pertinentes et évalué l'efficacité de différentes interventions sur la réduction de la morbidité liée à la diarrhée. Leur évaluation a révélé qu'une amélioration de la qualité de l'eau de boisson devait être la première intervention. Elle réduit la morbidité imputable à la diarrhée d'environ 20%. Une réduction de plus de 30% pourrait être obtenue simplement en se lavant les mains avec du savon. L'élimination adéquate des excréments correspond également à une réduction de 30% de la morbidité liée à la diarrhée. D'autres améliorations peuvent être réalisées avec d'autres pratiques ménagères d'hygiène, telles que de laver les légumes, les fruits et la vaisselle avec de l'eau propre, en éliminant correctement les ordures, etc.

Ceci montre que la formation sur la purification de l'eau devrait toujours être combinée à une formation générale d'hygiène, afin d'obtenir le meilleur impact possible pour la santé de la communauté. Ainsi, une très bonne approche consiste à intégrer la formation SODIS dans des projets existants de santé communautaire et d'éducation à l'hygiène.

L'éducation à l'hygiène/la formation devraient traiter les sujets suivants :

- “ hygiène de l'habitat individuel et de la communauté
- “ hygiène de l'approvisionnement en eau
- “ utilisation, hygiène et maintenance des latrines
- “ élimination hygiénique des autres déchets
- “ utilisation et maintenance des infrastructures.

Les messages d'éducation à l'hygiène devraient être positifs et se fonder sur les connaissances culturelles, les croyances et les valeurs locales. Avant d'adopter des nouveaux comportements relatifs à l'hygiène, les gens vont se demander de quelle manière la nouvelle habitude s'intégrera à leurs idées et comment elle affectera leur vie. Ils adopteront la nouvelle habitude s'ils croient qu'elle donne des avantages clairs pour la santé ou sur d'autres aspects, et s'ils considèrent ces avantages comme importants.

L'histoire suivante donne un exemple de l'effet potentiel de l'éducation hygiénique si on utilise des messages positifs dans le contexte local.



Les messages d'éducation à l'hygiène devraient être positifs et fondés sur les croyances et les valeurs locales.

Des messages positifs pour l'éducation à l'hygiène : Rencontre avec Doña Ricarda

Une heure avant le début de la présentation SODIS à Viña Perdida, Doña Ricarda était déjà présente dans le local de la communauté. Elle voulait voir quel sujet allait être traité par la présentation. Je lui ai dit que la présentation allait concerner SODIS, qui permet de faire de l'eau potable avec l'énergie solaire, mais qu'elle ne commencerait qu'une heure plus tard.

"Alors j'ai juste le temps d'aller chercher de l'eau pour mes cochons avant que la présentation ne commence", dit-elle. "Puis-je vous accompagner?", ai-je demandé. "Naturellement".

Doña Ricarda a apporté un grand jerrican, ainsi que deux petits et un tissu pour porter la charge. Ensemble, nous sommes descendus jusqu'au canal d'irrigation qui traversait Viña Perdida. L'eau était claire et froide. En aval je voyais des gens qui lavaient leurs habits et des enfants qui jouaient dans l'eau. Pendant ce temps Doña Ricarda avait rempli ses jerricans d'eau. Elle me donna à porter le grand jerrican de 25 litres et prit les deux petits. Non sans effort, j'ai mis le jerrican sur mon dos et suivi Doña Ricarda qui était déjà en route vers sa maison en haut de la colline. J'avais de la peine à suivre ses pas rapides et j'ai commencé à transpirer. Dès que nous sommes arrivés, nous avons rempli les abreuvoirs des cochons. J'ai demandé à Doña Ricarda si habituellement elle portait cette charge toute seule. "Naturellement" dit-elle "chaque jour, je porte le grand jerrican sur mon dos, et les petits dans chaque main. S'il fait très chaud, j'y vais même deux fois. Je ne veux pas que les cochons aillent dans le canal d'irrigation et salissent tout là-bas. Vous avez vu que les femmes y font leurs lessives et qu'elles puisent aussi de l'eau pour la cuisine." En secret, j'admirais Doña Ricarda pour son effort. Surtout que Doña Ricarda n'est plus une femme jeune et vigoureuse, mais une grand-mère avec de nombreuses rides sur le visage. Son mari était mort il y a de nombreuses années et ses enfants étaient devenus adultes, mariés et vivaient à Mizque.

Un peu plus tard, mes partenaires locaux ont commencé à introduire SODIS auprès des gens de Viña Perdida, maintenant rassemblés dans la salle de la communauté. Le premier sujet abordé était les habitudes en matière d'hygiène au village. A la question de savoir quels sont les types de pratiques en matière d'hygiène communément employés à Viña Perdida, malheureusement seules des réponses négatives furent données : " Nous buvons de l'eau sale du canal, nous n'avons pas de latrines, nous ne lavons pas nos mains, nous vivons avec les animaux, d'une manière générale nous avons des attitudes totalement non hygiéniques." Après la discussion, l'atmosphère générale dans la salle n'était pas vraiment mauvaise, mais plutôt bizarre.

Ceci m'a poussé à raconter aux gens l'expérience que je venais d'avoir avec Doña Ricarda. Ce que fait Doña Ricarda pour abreuver ses cochons n'est rien d'autre qu'un comportement d'hygiène. Chaque jour, elle porte environ 40 litres d'eau en haut de la colline, afin d'empêcher les cochons de faire des dommages au canal d'irrigation et de salir l'eau que d'autres personnes utilisent en aval pour laver et cuisiner. Ce que fait Doña Ricarda tous les jours est un effort énorme pour prévenir la contamination de l'eau, protéger ses voisins et leurs enfants de maladies diarrhéiques potentielles. " Nous devons être reconnaissants de l'énorme service que rend Doña Ricarda et je suis convaincu que chaque jour, chacun d'entre vous prend des mesures d'hygiène, peut-être même sans s'en rendre compte."

Doña Ricarda était visiblement touchée lorsque j'ai raconté son histoire devant la commune rassemblée, et l'atmosphère dans la pièce changea tout à coup. Les habitants de Viña Perdida étaient très motivés à essayer de nouvelles méthodes afin d'améliorer l'hygiène et appliquer SODIS.

J'avais appris que l'on peut retrouver partout des méthodes traditionnelles d'hygiène. En discutant et en valorisant ces comportements positifs, les gens sont beaucoup plus motivés à apprendre et adapter de nouvelles stratégies.

Stephan Indergand-Echeverria, STI



5.5 Matériel de formation

Le matériel de formation pour les utilisateurs peut être subdivisé en deux, d'une part celui qui est utilisé lors de la formation de l'ensemble de la communauté et d'autre part celui destiné à demeurer dans les habitations des utilisateurs.

Matériel utilisé lors des séances de formation

Le matériel de formation doit contenir beaucoup d'images colorées et peu de texte, car les gens des communautés rurales sont plus attirés par les images. Les sujets et le matériel présentés à la communauté devraient d'abord concerner des thèmes tels que la santé, l'eau et l'hygiène, tels que la manière adéquate de manipuler l'eau, les causes fréquentes de la diarrhée, les différents usages de l'eau domestique et les sources d'infections bactériologiques potentielles. Une fois la relation entre l'eau et la santé présentée, la désinfection de l'eau par le solaire (SODIS) peut être introduite.

Des vidéos éducatives, montrant l'application de SODIS dans d'autres régions, peuvent être utilisées en tant que catalyseur pour initier des discussions entre le public et les formateurs.

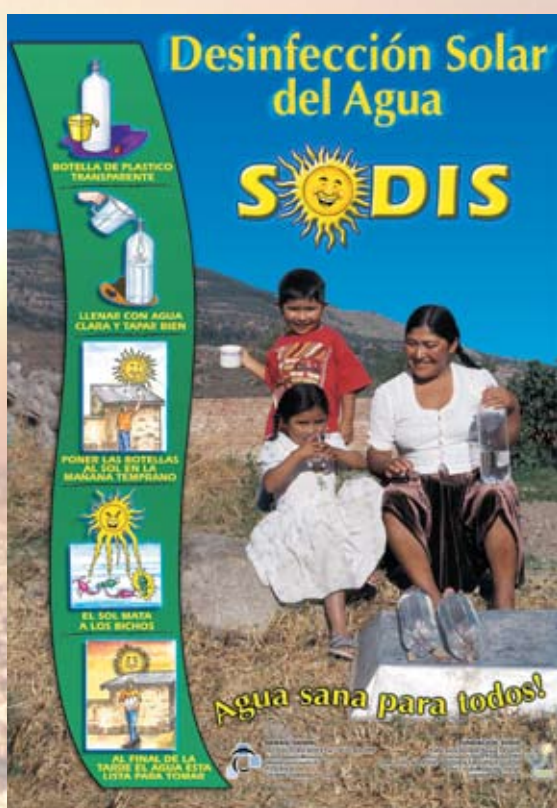
Des histoires sous forme de contes, racontées en langues vernaculaires, sont également très utiles pour s'approprier la désinfection par le solaire. Les enfants apprécient tout spécialement cet outil de formation.

Matériel laissé pour l'affichage au domicile

Des posters en couleur montrant l'application SODIS étape par étape sont laissés aux utilisateurs afin qu'ils puissent les afficher dans leurs maisons. De préférence, ces posters sont imprimés dans un format 40x60cm et devraient être placés sur le mur à un endroit bien visible. Il est important que les images et les illustrations soient adaptées aux conditions et à la culture locales, de manière à ce que les utilisateurs potentiels s'identifient aux images présentées.

Les exemples de matériel de formation présenté en annexe incluent :

- Annexe A: Posters de Bolivie
- Annexe B: Posters pour l'affichage dans la maison de l'utilisateur
- Annexe C: Posters pour l'affichage dans la maison de l'utilisateur
- Annexe D: Histoires courtes pour la radio en Bolivie
- Annexe E: Pamphlets SODIS (Unicef) de Bolivie
- Annexe F: Jeu SODIS : L'équipe SODIS d'Ouzbékistan a développé un simple jeu dans lequel ils ont intégré les règles de SODIS. On a constaté que c'était un outil efficace pour introduire SODIS auprès des enfants dans les écoles
- Annexe G : Réponses aux questions souvent posées



Poster SODIS

5.6 Leçons apprises lors de la formation des utilisateurs

- Avant d'introduire SODIS dans un village, il faut faire un état des lieux : Quelle est la qualité de l'eau de boisson ? Les gens appliquent-ils déjà une autre méthode de

désinfection de l'eau de manière efficace? L'introduction de SODIS est-elle nécessaire?

- Les premiers contacts avec le village devraient être faits via les responsables locaux et le personnel médical (postes de santé des villages). Ces personnes devraient être intégrées aux activités SODIS et jouer un rôle actif dans sa promotion.
- Il est nécessaire de régulièrement visiter la communauté locale et de soutenir les utilisateurs de SODIS avec des conseils. Cette activité nécessite beaucoup de temps et de ressources.
- La langue du matériel de formation devrait être bien adaptée au groupe ciblé. Les termes utilisés dans les publications devraient être culturellement appropriés. Un matériel différent devrait être développé pour différents groupes cibles:
 - De l'information à caractère scientifique devrait être incluse dans le matériel destiné au personnel des équipes techniques du projet, les représentants officiels du gouvernement et le personnel médical des postes de santé du village.
 - Des images et des bandes dessinées pour les petits enfants et les personnes illettrées.
 - Des pamphlets bien illustrés, utilisant un langage simple, sont appropriés pour les villageois lettrés.
- La formation devrait être active et participative. Ceci augmente la capacité d'apprentissage des villageois.
- Du matériel visuel et audio-visuel devrait être utilisé aussi souvent que possible.
- Inclure des démonstrations du fonctionnement de SODIS pendant les formations et si possible démontrer son efficacité.
- La planification des réunions de la communauté doit se faire en étroite collaboration avec elle. Les paysans ne peuvent, par exemple, pas assister aux séances lors des périodes intenses de travaux agricoles.
- Selon le contexte culturel, il peut s'avérer nécessaire de faire des séances séparées pour les femmes et les hommes.
- Ce sont souvent les femmes qui sont responsables de la préparation de la nourriture et de l'eau, ainsi que pour l'hygiène du ménage. En plus, les femmes prennent soin de la santé des enfants. Il est par conséquent important de bien intégrer les femmes dans la formation SODIS et de faire converger la discussion et les outils de formation sur ce rôle.
- Il est mieux de n'introduire qu'un seul sujet par leçon ou réunion de groupe et de répéter plusieurs fois le message principal, au lieu de mettre trop d'objectifs dans une seule séance.
- SODIS devrait être introduit de concert avec une formation sur les pratiques liées à l'hygiène et à la santé. La meilleure approche est d'intégrer SODIS dans des projets d'éducation à la santé déjà en place.



SODIS devrait être introduit de concert avec une formation à la santé et aux pratiques d'hygiène.



SODIS dans les écoles de Bolivie



...et en Indonésie

- Mettre à disposition de chaque ménage au moins deux bouteilles SODIS directement après la formation. Après la formation, les utilisateurs sont généralement curieux d'essayer la nouvelle méthode de purification de l'eau. S'il n'y pas de bouteilles disponibles immédiatement après la formation, l'intérêt initial peut disparaître. Les utilisateurs peuvent ensuite eux-mêmes s'organiser pour disposer de bouteilles supplémentaires pour l'approvisionnement en eau de toute la famille.
- Les personnes influentes qui sont convaincues par SODIS vont considérablement influencer la manière dont SODIS est accepté et adopté dans la communauté.
- “ La relation entre les promoteurs de santé et la communauté est un aspect clé pour le succès du projet. Plus la relation est proche et forte, meilleures sont les chances pour SODIS d'être adapté avec succès.

SODIS à l'école

- Les parents peuvent être touchés via leurs enfants, parce qu'ils ont la volonté d'investir du temps et de l'argent pour la santé de leurs enfants.
- Généralement, les enfants sont ouverts aux nouvelles idées.
- La dissémination de SODIS doit véritablement cibler les enfants, car ceux-ci sont particulièrement susceptibles de contracter des diarrhées.
- Les structures telles que les écoles et les jardins d'enfants peuvent facilement être utilisées pour disséminer l'idée de SODIS.
- Les activités devraient être coordonnées avec le département local responsable de l'éducation. Ceci est un pré requis pour une bonne coopération avec les principaux des écoles.
- Une journée SODIS ou une formation des professeurs peuvent être utiles afin que l'idée de SODIS puisse toucher des écoles entières.

6. Promotion de SODIS à l'échelle nationale

6.1 Différents niveaux de promotion

Même si SODIS est une technologie simple de désinfection de l'eau pour la consommation humaine, sa dissémination et sa promotion auprès de différents publics requièrent dynamisme et créativité. Le but final étant que SODIS ne reste pas une connaissance théorique, mais que les autorités locales l'acceptent, en recommandant l'idée et que SODIS soit mis en oeuvre par ceux qui ont besoin d'une méthode à la fois simple et bon marché du traitement de l'eau.

Dans chaque pays, le processus de promotion SODIS doit se concentrer sur les trois niveaux suivants:

1. Les autorités de différentes institutions gouvernementales, les organisations internationales et les organisations non gouvernementales locales : La connaissance de la méthode SODIS doit leur être transmise à travers des séminaires, des ateliers ou des communications personnelles.
2. Le personnel technique et les promoteurs de santé de différentes institutions qui montrent un intérêt pour SODIS : Des connaissances théoriques et pratiques sont transmises dans le cadre d'ateliers d'environ 2 jours. Le but étant d'instruire le personnel technique sur les détails techniques concernant SODIS, de manière à ce qu'ils reconnaissent SODIS en tant que méthode alternative du traitement de l'eau et entament un travail de promotion à la suite de l'atelier. Vu qu'ils sont en étroite relation avec les communautés locales et les futurs utilisateurs, il est important que les techniciens soient convaincus par la méthode, car leur engagement et leur enthousiasme pour SODIS influenceront le niveau d'acceptation des villageois.
3. Les leaders des communautés : Au niveau communautaire, la promotion s'adresse en premier lieu aux personnes clés, telles que les chefs locaux ou d'autres personnes respectées, car ils sont en mesure d'influencer le niveau d'acceptation de SODIS. Au sein de la communauté, on présentera SODIS aux futurs utilisateurs lors de réunions en groupe ou encore en rendant directement visite aux utilisateurs et en leur expliquant et démontrant l'utilisation de SODIS.

6.2. Acceptation à l'échelle du village

SODIS est une méthode très simple de purification de l'eau. Ceci rend sa promotion très intéressante, mais cela a également une influence sur son acceptation à l'échelle du village. Les futurs utilisateurs doutent souvent de l'efficacité d'une méthode aussi simple et se demandent s'ils peuvent s'y fier. Démontrer l'efficacité microbiologique à travers des tests de démonstration faits avec le kit d'analyses de terrain DelAgua est un outil pour surmonter de tels doutes. Une autre possibilité consiste à conduire de simples tests de type présence/absence. Ces tests ont été utilisés au Népal pour démontrer l'efficacité de SODIS dans différentes



De l'eau SODIS prête pour la consommation

Les petits ambassadeurs SODIS

SODIS a été introduit ces deux dernières années dans la zone rurale de Mizque, à travers le programme de l'eau de l'UNICEF. Bien que les communautés puisent leurs eaux dans des canaux d'irrigation fortement pollués, la majorité de la population n'utilisait aucune méthode de traitement à l'échelle des ménages avant l'introduction de SODIS.

Durant les premiers mois après l'introduction de SODIS, seule une partie des villageois utilisaient régulièrement SODIS pour la préparation de leur eau de boisson. Et ce malgré une qualité d'eau plutôt critique et un taux d'incidence élevé de maladies diarrhéiques. Toutefois, pendant les mois suivants, de nombreuses familles qui n'avaient utilisé SODIS qu'irrégulièrement sont devenues des utilisateurs réguliers. Ce succès peut en partie être attribué à un suivi intensif et à une campagne d'éducation à l'hygiène, mais aussi à d'autres facteurs qui ont contribué à l'acceptation de SODIS par la population villageoise.

Durant une évaluation sur le terrain, en janvier 2002, l'équipe du projet a visité les communautés, dont la famille Andia. Doña Cecilia et Don Melquiades ont expliqué comment ils sont devenus des utilisateurs SODIS convaincus :

"Il y a un an, nous avons appris la méthode SODIS lors d'un atelier dans le cadre d'une réunion de la communauté", a expliqué Doña Cecilia. "Après l'atelier, nous avons eu à plusieurs reprises la visite des promoteurs de santé qui nous ont rappelé l'importance de traiter notre eau potable. C'est pourquoi j'ai de temps en temps préparé de l'eau SODIS lorsque je me souvenais d'exposer les bouteilles sur le toit."

A ce stade, la famille Andia n'avait pas vraiment adopté la méthode SODIS, car elle ne l'appliquait qu'occasionnellement.

"Mais à la fin de l'an dernier" poursuit Don Melquiades "un groupe d'enfants est venu rendre une courte visite à notre communauté. Ces enfants venaient d'une école rurale du département voisin de Potosi, où SODIS avait été introduit dans les écoles. Lorsque j'ai vu ces enfants nous expliquer pourquoi et comment utiliser SODIS, j'avais un peu honte que des enfants d'une autre commune aient besoin de venir nous apprendre ce que nous devons faire pour améliorer notre santé. Maintenant, c'est notre fille qui est en charge de remplir les bouteilles SODIS chaque matin et de les exposer sur le toit. Si pour quelque raison elle oublie de préparer l'eau SODIS, je lui rappelle toujours de le faire."

Bruno Gremion, Fondation SODIS



communautés. Le fait que les personnes puissent exécuter ces tests eux-mêmes et qu'ils sont meilleur marché que la filtration sur membrane représente des avantages.

SODIS devrait être couplé à un processus de changement de comportement en matière d'hygiène, car c'est un autre facteur qui influence son acceptation. De tels processus de changements de comportement prennent du temps et ne peuvent pas être rapidement obtenus sur des périodes aussi courtes. La promotion ne peut être un succès que si la stratégie d'implantation implique l'entourage des individus, leur environnement, leurs habitudes, leurs croyances culturelles, ainsi que leurs traditions. Par rapport à la promotion de SODIS par exemple, les communautés indigènes en Amérique Latine présentent l'avantage d'attribuer une grande importance au soleil dans leurs cultures et traditions.

Facteurs contribuant à l'acceptation de SODIS dans les communautés

Durant la promotion SODIS dans les communautés, les promoteurs de santé devraient souligner que SODIS est une nouvelle méthode simple et attractive pour le traitement de l'eau, qui ne requiert comme ressources que des bouteilles en plastique et la lumière du soleil. Le message peut être renforcé si les chefs et autres personnes respectées de la communauté locale, telles que les enseignants, l'équipe technique bien connue, les officiels du gouvernement, les médecins, etc., soutiennent l'emploi de SODIS.

Les messages clé suivants sont important et démontreront les avantages de SODIS à la communauté :

- Comparée à de l'eau traitée par ébullition ou chloration, l'eau SODIS a un bon goût.
- SODIS allège l'économie du ménage. En utilisant SODIS, la famille n'a plus besoin d'acheter de l'essence ou du gaz pour bouillir l'eau de boisson.
- La charge de travail des femmes et des enfants qui sont désignés pour la collecte du bois et la préparation de l'eau de boisson est réduite.
- L'application de la méthode SODIS est simple et facilement compréhensible par tout le monde.
- Les membres de la famille auront moins de diarrhée et seront donc en meilleure santé. Par conséquent, moins d'argent devra être dépensé en traitements médicaux.

Leçons apprises au sur l'acceptation à l'échelle du village

- Il est essentiel de gagner la confiance des personnes de la communauté dans laquelle SODIS est promu.
- Les promoteurs de santé doivent être eux-mêmes totalement convaincus de la méthode SODIS et doivent utiliser SODIS pour la préparation de leurs propres eaux de boisson. Ils devraient utiliser un langage simple et clair afin d'éviter des confusions. Ils se doivent également d'expliquer les limites de la désinfection de l'eau par le solaire.
- Le matériel de promotion utilisé doit être adapté à la réalité, la culture et la langue des gens de chaque endroit.

- La promotion de SODIS peut être faite lors de réunions de groupe dans des communautés ou lors de visites individuelles dans les maisons des utilisateurs.
- Il faudrait laisser du matériel de promotion aux utilisateurs comme référence future.
- Là, où des bouteilles plastiques ne sont pas disponibles, un système d'approvisionnement de bouteilles usagées devrait être initié.
- Il est utile de promouvoir SODIS lors d'événements publics particuliers dans les communautés.
- L'expérience récoltée lors de la promotion SODIS dans une école rurale en Bolivie a montré que les enfants peuvent de par leur enthousiasme et leur dynamisme devenir des promoteurs de santé SODIS importants dans leurs communautés.

6.3. Coopération avec les autorités

La coopération avec les institutions gouvernementales à différentes échelles est un élément clé pour une dissémination nationale étendue de SODIS. Lors de la promotion SODIS, une haute priorité devrait être donnée à l'obtention de la reconnaissance institutionnelle de SODIS par les autorités locales et les organisations internationales. L'établissement d'une alliance avec les autorités gouvernementales de chaque pays s'est révélé très efficace pour disséminer la méthode et obtenir une bonne acceptation de SODIS. L'équipe de promotion de SODIS devrait essayer d'obtenir l'intégration de la méthode au plan national d'extension et la propager ainsi à travers les canaux officiels.

L'équipe du projet devrait donc établir un bon contact et une bonne communication avec les représentants officiels des institutions gouvernementales concernées, à l'échelle locale et centrale. Organiser un atelier au niveau institutionnel est une bonne manière d'introduire SODIS auprès des décideurs concernés.

En Ouzbékistan par exemple, le chef du département de la santé a introduit SODIS auprès des médecins lors d'une réunion du district. De plus, les médecins ont reçu l'instruction d'informer leur personnel médical au moyen des posters de santé des villages, afin que la méthode soit propagée auprès de la population.

Ce n'est cependant pas une tâche facile que d'introduire SODIS auprès des autorités, en particulier auprès du ministère de la santé. Pendant des années, ces représentants officiels ont promu la désinfection de l'eau de boisson par la chloration ou l'ébullition. Ainsi, ajouter une nouvelle recommandation peut prendre du temps. La coopération avec les autorités dans la promotion de SODIS contribue néanmoins à sa crédibilité et devrait donc faire partie intégrante du programme.

Activités qui permettent de développer la coopération avec les autorités.

Une coopération étroite avec les institutions gouvernementales requiert un dialogue permanent. Les facteurs suivants rehaussent les chances de développer une collaboration harmonieuse:

1. Une présentation de SODIS devrait être centrée sur les aspects techniques et inclure tous les avantages ainsi que les limites de la désinfection de l'eau par le solaire. De plus, il faut souligner le fait que SODIS ne remplace



Analyses de la qualité de l'eau par le kit d'analyse de terrain DelAgua durant un atelier de démonstration SODIS afin de montrer son efficacité



Les membres des différentes ONG et des institutions gouvernementales participant à l'atelier SODIS en Amérique Centrale



Spectacle de marionnettes sur SODIS



Etudiants se produisant dans une pièce SODIS en Bolivie

Leçons apprises de la coopération avec les autorités

- Etant donné que la promotion par les autorités augmente la crédibilité de SODIS, la coopération avec le gouvernement devrait faire partie intégrante du programme SODIS.
- Cela peut prendre du temps jusqu'à ce que SODIS soit accepté au niveau officiel, car cela signifie pour les autorités qu'elles doivent changer leurs recommandations.
- Le changement fréquent du personnel entre les différents départements du gouvernement et aussi des organisations internationales retarde souvent l'établissement et l'implantation de plans d'action. Dans le pire des cas, cela signifie la reconstruction entière, depuis le début, d'une coopération harmonieuse.

pas les méthodes traditionnelles de la désinfection de l'eau, mais qu'il s'agit d'une méthode alternative pour le traitement de l'eau dans des situations où d'autres méthodes sont inadéquates.

2. Une fois SODIS reconnu comme une méthode crédible, il faut convaincre les officiels gouvernementaux d'intégrer SODIS dans les programmes d'éducation à l'hygiène et de la santé déjà existants.
3. Il faudrait pouvoir suggérer, en particulier au ministère de la santé et de l'éducation, que la méthode SODIS puissent être formalisée dans un document de type plan d'action, manuel d'extension ou un équivalent.
4. Lorsque l'on organise des ateliers de promotion SODIS à l'échelle régionale ou nationale, il faudrait toujours rechercher la coopération avec les autorités locales et gouvernementales, de manière à ce qu'ils patronnent l'événement.

6.4. Travail en réseau

Une tâche importante pour le renforcement de la promotion de SODIS dans chaque pays consiste à organiser un réseau d'organisations concernées. Un tel réseau d'organisations au niveau du pays renforce les alliances entre différentes institutions qui se sont données la tâche de disséminer la méthode à travers leurs programmes et leurs activités.

La publication d'un bulletin est un bon outil pour l'échange d'informations. A travers ces échanges, le réseau existant est renforcé et de nouveaux contacts favorisant la dissémination peuvent être faits. Le bulletin contient de l'information technique concernant la méthode, comme la description d'expériences faites pendant l'implantation par différentes institutions.

L'établissement d'un réseau SODIS dans chaque pays contribue fortement à une propagation durable de la méthode car :

1. Si les différentes organisations partagent leurs expériences sur la dissémination de SODIS, cela initie un processus d'apprentissage.
2. Le réseau augmente l'implication constante des différentes institutions de promotion SODIS dans leurs zones d'activité.
3. Cela entraîne un effet multiplicatif étant donné que d'autres organisations avec un potentiel de dissémination sont attirées.

En sus de la publication du bulletin, il est également important de créer des outils de réflexion, par exemple des ateliers institutionnels dans le cadre desquels on peut échanger et discuter des expériences faites et des leçons apprises lors de l'implantation de projets SODIS et où de nouvelles stratégies peuvent être développées. Idéalement, un atelier pour toutes les organisations activement impliquées dans la promotion de SODIS devrait être organisé une fois par an.

Réseau d'institutions faisant la promotion de SODIS dans différents pays

Du fait que l'échange d'expériences et d'informations n'est

pas seulement important à l'échelle nationale, mais également nécessaire entre institutions de différents pays, un réseau SODIS en Amérique Latine été établi. Jusqu'à maintenant, le réseau SODIS d'Amérique Latine comprenait plus de 100 institutions du Nicaragua, Guatemala, Honduras, Equateur, Pérou, Salvador et de Bolivie. A l'échelle internationale du réseau, l'échange d'expériences est un processus dynamique. Un bulletin SODIS News d'Amérique Latine est publié quatre fois par an.

Les partenaires potentiels pour la diffusion de SODIS sont:

- Institutions gouvernementales et ses promoteurs de santé officiels, incluant les postes de santé dans les villages,
- Les organisations non-gouvernementales locales,
- Les organisations non-gouvernementales internationales
- Les organisations communautaires,
- Les écoles et les jardins d'enfants,
- Les médias, etc.

6.5. Matériel de promotion

Le matériel de promotion est un outil important à utiliser dans les processus de dissémination. Un matériel varié fait d'outils et de méthodes peut être utilisé afin d'atteindre un grand nombre de personnes et de transmettre la méthode SODIS:

- Télévision: La TV est un outil très adapté pour atteindre une large audience. De courts spots "publicitaires" diffusés plusieurs fois durant la journée, aussi durant les prime time, sont plus efficaces que de longs reportages
- Des spots, des programmes, des histoires SODIS diffusées à la radio
- Des articles dans les magazines et les journaux
- Des papillons, des transparents, des auto-collants, des calendriers
- Des danses, des chansons, des pièces de théâtre, des jeux de marionnettes

Afin d'atteindre chaque type de public cible, le matériel de promotion doit être spécialement conçu à leur intention. Les articles dans les journaux, ainsi que des documentaires à la télévision sont de bons outils pour atteindre la classe supérieure "éduquée". Les papillons, les transparents et les calendriers sont des outils de communication adéquats pour s'adresser à une population qui a besoin d'améliorer la qualité de son eau.

Les personnes sans accès à l'eau potable représentent un groupe important. Etant donné que ceux-ci font souvent partie de la classe la plus pauvre et la moins éduquée de la population, il est important que les personnes n'ayant pas ou peu de formation scolaire puissent comprendre le matériel de promotion et les outils qui ont été élaborés. Une expérience positive a été faite avec des histoires SODIS enregistrées et diffusées par la radio, ainsi qu'avec des posters richement illustrés et expliquant l'utilisation de SODIS. Ceux-ci sont ensuite laissés à la disposition des utilisateurs pour l'affichage dans leurs maisons. De courtes histoires sur des expériences faites avec SODIS et diffusées à la TV peuvent également être utiles, tout en ayant à l'esprit que les plus pauvres n'ont souvent qu'un accès limité aux programmes TV.

On a également promu SODIS avec succès dans des écoles, à travers du théâtre de marionnettes, des pièces de théâtre, des danses et des chansons.

Promotion de SODIS à travers des programmes radiophoniques

Pendant 6 mois, 5 stations de radio de la région des Andes en Bolivie ont diffusé des programmes concernant SODIS. Les émissions étaient diffusées en deux langues, en espagnol ainsi qu'en quechua, une langue vernaculaire largement parlée. A Cochabamba, la radio Pio XII était l'une des stations qui a diffusé les programmes SODIS. La Radio Pio XII est tenue par une congrégation catholique et couvre une grande partie des banlieues de la ville et des zones rurales adjacentes. Le message SODIS est également venu aux oreilles de nombreux membres du clergé. Le père Guillermo Siles, le directeur de Radio Pio XII, a expliqué que les émissions sur SODIS avaient eu un grand impact à l'intérieur même de leur propre congrégation de prêtres:

"Un des prêtres vivant dans notre congrégation, le père Amado, qui est également aumônier de la prison voisine, est devenu un utilisateur enthousiaste de SODIS depuis qu'il a entendu parler de cette nouvelle méthode à la radio. Peu après, il a commencé à faire ses premiers essais en utilisant le rayonnement solaire pour préparer sa propre eau de boisson. Maintenant, la congrégation expose chaque jour 3 bouteilles d'eau sur le toit et trois bouteilles prêtes à la consommation se trouvent en permanence dans la maison des prêtres" nous raconte le père Guillermo. "En fait, l'eau SODIS a vraiment un meilleur goût que l'eau minérale en bouteille. Comme nous, d'autres membres du clergé vivant dans les régions rurales ont adopté SODIS, par exemple père Oscar et frère Hugo qui vivent à Pojo. Je pense que les programmes radio ont vraiment motivé les gens à essayer SODIS, car le message est assez clair et simple à comprendre. Dans le futur, je pense qu'il serait plus judicieux de ne diffuser que des courts messages au sujet de SODIS car les gens sont maintenant informés, mais des rappels constants sont nécessaires jusqu'à ce qu'un changement de comportement prenne place."

Le père Guillermo ne se contente pas de propager des messages SODIS à travers la radio, mais il fait aussi de la promotion SODIS dans sa propre famille: *"Une fois, j'ai rendu visite à ma mère et à ma soeur et je leur ai apporté de l'eau SODIS à la place d'une limonade. Je leur ai fait goûter l'eau SODIS et je leur ai expliqué comment la préparer. Depuis lors, ma mère a également commencé à boire de l'eau SODIS."*

Ana Choque, Fondation SODIS



Liste des références

- 1) WHO/ UNICEF/ WSSCC (2000): Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report
- 2) WHO (2000): The world health report: Making a difference. Geneva, World Health Organization, 2000
- 3) Rice A.L., Sacco L., Hyder A., Black R.E. (2000): Malnutrition as an underlying cause of childhood deaths associated with infectious diseases in developing countries. Bull WHO, 2000, 78 (10): 1207-1221
- 4) Mintz E., Bartram J., Lochery P., Wegelin M. (2001): Not just a drop in the bucket: expanding access to point-of-use water treatment systems. AJPH Oct. 01
- 5) WHO (1997): Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 3, Geneva
- 6) Gilman R.H., Skillicorn P. (1985): Boiling of drinking water: can a fuel-scarce community afford it? Bull WHO 1985; 63:157-6332)
- 7) DeKonig H.W., Smith K.R., Last J.M. (1985): Biomass fuel consumption and health. Bull. WHO. 1985; 63: 11-269)
- 8) Quick R.E., *et al.* (1999): Diarrhoea prevention in Bolivia through point-of-use water treatment and safe storage: a promising new strategy. Epidemiol Infect, 122(1): p. 83-90
- 9) Curtis V., S. Cairncross, and Yonli R. (2000): Domestic hygiene and diarrhoea - pinpointing the problem. Tropical Medicine and International Health, 5(1): p. 22 - 32.
- 10) Ise T., *et al.* (1994): Clinical evaluation and bacterial survey in infants and young children with diarrhoea in the Santa Cruz District, Bolivia. *J Trop Pediatr*, 40(6): p. 369-74.31)
- 11) WHO (1993): Guidelines for Drinking Water Quality, 2nd ed. Vol. 1, Geneva
- 12) Cairncross S., Feachem R. (1993): Environmental Health Engineering in the Tropics. 2nd ed., John Wiley & Sons, Chichester

Publications SODIS

- 13 A) Acra A., Raffoul Z., Karahagopian Y. (1984): Solar Disinfection of Drinking Water and Oral Rehydration Solutions, UNICEF (extract)
- 13 B) Acra A., Jurdi M., Mu'Allem H., Karahagopian Y., Raffoul Z. (1990): Water Disinfection by Solar Radiation, Assessment and Application, Technical Study 66e, IDRC (extract)
- 14) Lawand T.A., Alward R., Odeyemi O., Hahn J., Kandpal T.C., Ayoub J. (1988): Solar Water Disinfection, Proceedings of a Workshop held at the Brace Research Institute, Montreal, Que., Canada, 15 - 17 August 1988 (extract)
- 15) Wegelin M., Canonica S., Mechsner K., Fleischmann T.,

- Pesaro F., Metzler A. (1994): Solar Water Disinfection: Scope of the Process and Analysis of Radiation Experiments, J Water SRT – Aqua No. 4
- 16) Sommer B. et al. (1997): SODIS – An Emerging Water Treatment Process, J. Water SRT – Aqua 46, pp. 127-137
- 17) Reed R.H. (1997): Solar inactivation of faecal bacteria in water: the critical role of oxygen, Letters in Applied Microbiology, 24
- 18) Kehoe S.C., Joyce T.M., Ibrahim P., Gillespie J.B., Shahar R.A. and McGuigan K.G. (2001): Effect of agitation, turbidity, aluminium foil reflectors and volume on inactivation efficiency of batch-process solar disinfectors. Water Research 2001, 35:4,1061-1065
- 19) Wegelin M., Canonica S., Alder A.C., Marazuela D., Suter M., Bucheli Th.D., Haeffliger O.P., Zenobi R., McGuigan K.G., Kelly M.T., Ibrahim P., Larroque M. (2000): Does sunlight change the material and content of polyethylene terephthalate (PET) bottles? IWA Publishing, Journal of Water Supply: Research and Technology, Aqua No. 1
- 20) Quispe V., Mercado A., Iriarte M. (2000): Ensayos sobre desinfección solar. Reporte de Investigación, CASA, UMSS, Cochabamba, Bolivia
- 21) CASA/ UMSS (1997): Desinfección Solar de Aguas (SODIS). Informe final. Final Report
- 22) Rocha J.C. (1985): Desinfección Solar del Agua. Tesis. UMSA, La Paz
- 23) Solarte Y. et al (1997): Uso de la radiación solar en la inactivación del *Vibrio cholerae* en agua para consumo humano. Factores que condicionan la eficiencia del proceso. Colombia Médica, Vol.28 No.3
- 24) Zerbini C. (1999): Kostengünstige und effektive Methode zur Verbesserung der Wasserqualität: Wirkung von UV-Licht kombiniert mit erhöhter Wassertemperatur auf die Viabilität der *Giardia lamblia* Zysten und der *Cryptosporidium parvum* Oozysten. Thesis, Swiss Tropical Institute
- 25) Reed R.H. (1997): Innovations in solar water treatment. 22nd WEDC Conference, 184-185, Durban, South Africa
- 26) Wegelin M., Sommer B. (1998): Solar Water Disinfection (SODIS) destined for worldwide use? Waterlines Vol.16, No.3
- 27) Kefauver J. (2000): Solar Water Disinfection Project, Matagalpa, Nicaragua. Project Report

Aspects concernant la santé

- 28) Conroy R.M., Elmore-Meegan M., Joyce T., McGuigan K.G., Barnes J. (1996): Solar disinfection of drinking water and diarrhoea in Maasai children: a controlled field trial. *Lancet* 348: 1695-1697.
- 29) Conroy R.M., Meegan M., Joyce T., McGuigan K.G., Barnes J. (1999): Solar disinfection of water reduces diarrhoeal disease: an update. *Arch.Dis.Child* 81: 337-338.
- 30) Hobbins M., Mäusezahl D., Tanner M. (2000): Home-based drinking water purification: The SODIS Health



Study, Bangladesh. Swiss Tropical Institute, Basel, Berkeley, Rajshahi.

- 31) Conroy R.M, Meegan M., Joyce T, McGuigan K.G., Barnes J. (2001): Solar disinfection of drinking water protects against cholera in children under 6 years of age. Arch Dis Child. Oct, 85(4):293-5.
- 32) Feachem R., Bradley D., Garelick M., Mara D. (1983): Sanitation and Disease, Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. John Wiley & Sons, UK
- 33) Hutley S.R.A., Morris S.S., Pisani V. (1997): Prevention of Diarrhoea in Young Children in Developing Countries. Bull. WHO 75:163-174
- 34) Mandell G.L. (1995): Principles and Practice of Infectious Diseases. Fourth Edition, Churchill Livingstone
- 35) Esrey S.A., Potash J.B., Roberts L., Shiff C. (1991): Effects of improved water supply and sanitation on Ascariasis, Diarrhoea, Dracunculiasis, Hookworm Infection, Schistosomiasis, and Trachoma. Bull. WHO 69(5): 609-621

Annexes

Annex A Tableau de Posters

Annex B SODIS poster de Bolivia

Annex C Questions fréquentes

Annexe A Tableau de posters

© Fundación SODIS Bolivia

Poster 1: L'eau et l'environnement

But du poster

Réfléchir aux différentes sources d'eau (rivières, fleuves, chutes d'eau, puits, étangs, sources, etc.) utilisées pour l'approvisionnement journalier des habitants.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quels types de sources d'eau connaissez-vous?

Contenu du poster

Nous pouvons classifier les sources d'eau en deux groupes:

Eaux de surface

Eaux souterraines

Les rivières, fleuves, chutes d'eau, lacs, étangs, etc., sont alimentés par des eaux de surface.

Les puits et les sources sont alimentés par des eaux souterraines.

Les sources d'eau sont formées par le cycle hydrologique de l'eau, c.-à-d. l'eau s'évapore d'abord des lacs et des mers et retombe sur la terre sous forme de pluie. Une partie de l'eau de pluie s'infiltre dans le sol pour former des eaux souterraines. L'autre partie s'écoule sur la surface du sol pour former des rivières, des fleuves et des lacs.

Poster 3: Utilisation de l'eau

But du poster

Réfléchir aux différentes utilisations de l'eau au niveau des ménages et discuter de la qualité d'eau requise pour les différentes activités.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Pour quelle activité avons-nous besoin d'eau?

Pour quelles autres activités avons-nous besoin d'eau?

Pour quelles activités illustrées sur le poster pouvons-nous employer une eau de qualité inférieure?

Contenu du poster

Nous utilisons de l'eau pour:

Boire, cuire, l'hygiène personnelle, faire la vaisselle, abreuver les animaux, arroser les plantes, etc.

Nous avons également besoin d'eau à des fins de loisir, par exemple pour nager dans des étangs ou des rivières.

Il est important que l'eau consommée pendant ou entre les repas soit propre et sûre. Ceci peut être atteint par une désinfection de l'eau.

Ménager et protéger l'eau est une tâche pour filles et garçons aussi bien que pour femmes et hommes adultes, car sans eau, la vie ne serait pas possible. Il est donc important que toute la famille ait des connaissances approfondies de l'eau. Rappelons-nous que l'eau est toujours transportée de la source à la maison par les femmes et les enfants.

1

The origin of water

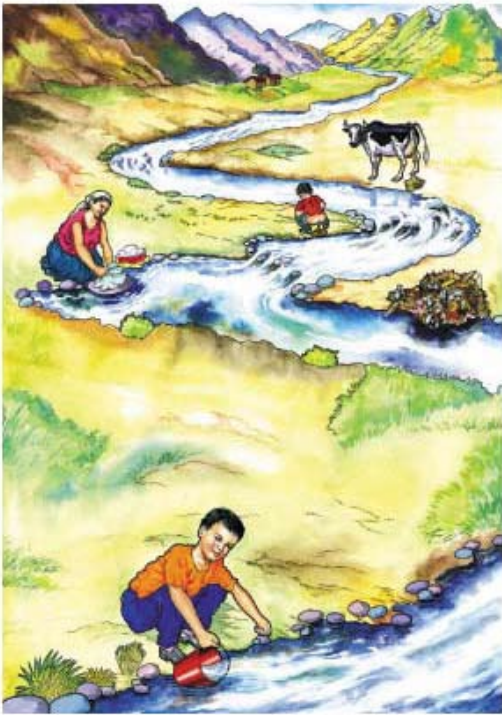


3

Use of water



4

Contamination of water**Poster 4: Contamination de l'eau****But du poster**

Réfléchir au peu d'attention que nous accordons généralement à la protection de nos sources d'eau, à la contamination que nous leur causons et aux risques que courent les personnes qui consomment de l'eau contaminée et qui tombent malades.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelles sont les autres sources possibles de pollution de l'eau?

Les êtres humains sont-ils les seuls à polluer l'eau?

Quelle sont les conséquences d'une consommation d'eau sale?

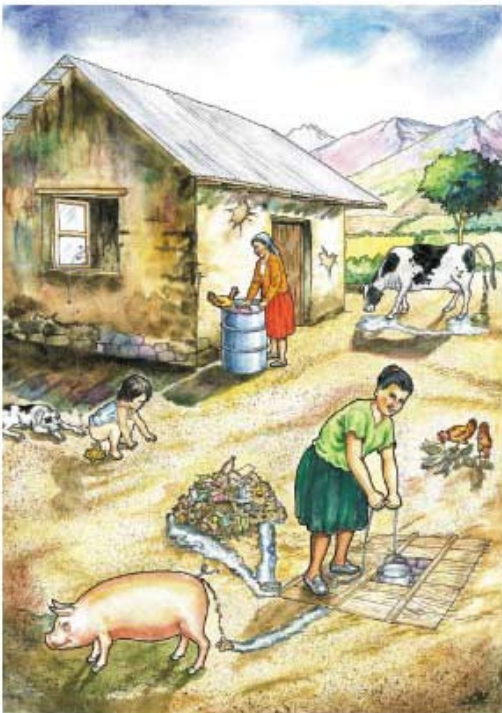
Contenu du poster

Nous contaminons presque toujours notre source d'eau car nous ne faisons pas assez attention. Nos excréments sont la source primaire de contamination, surtout lorsque les humains et les animaux défèquent en plein air ou à proximité d'une source d'eau.

L'industrie et d'autres producteurs de déchets polluent l'eau et la rendent imbuvable.

Lorsque nous voyons une eau claire, nous pensons qu'elle est propre, cependant de l'eau claire peut également être contaminée.

5

Hygiene practices which influence the contamination of water**Poster 5: Pratiques influençant la contamination de l'eau****But du poster**

Penser aux pratiques hygiéniques courantes des habitants autour de leur maison, et réfléchir au peu de soin que l'on accorde à la protection des sources d'eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelle est la source d'eau de cette famille?

Où disperse-t-elle ses excréments?

Où se trouvent les animaux? Se trouvent-ils dans leurs endroits appropriés?

Est-il correct de déféquer n'importe où?

Que fait l'enfant?

Comment pouvons-nous protéger l'eau que nous utilisons pour notre consommation quotidienne?

Contenu du poster

Nous contaminons l'eau non seulement à sa source mais également dans la maison, quand les récipients d'eau ne sont pas maintenus propres ou quand notre réservoir de stockage d'eau n'est pas protégé de la contamination.

Sous des conditions hygiéniques inadéquates autour de la maison, l'eau peut subir une contamination importante si par exemple:

La corde que nous employons pour retirer l'eau du puits était en contact avec quelque chose de sale.

Les oiseaux perchés sur le tonneau d'eau laissent tomber leur fiente dans l'eau.

Les humains ou les animaux défèquent à proximité de la maison ou de la source d'eau familiale.

Poster 6: Cycle de transmission des microbes fécaux

But du poster

Indiquer le cycle de transmission de maladies gastro-intestinales provoquées par la contamination de l'eau et de la nourriture.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

La nourriture peut-elle être contaminée si nous ne la protégeons pas comme l'illustre ce poster?

Que se passe-t-il si nous laissons traîner nos assiettes et tasses contenant de la nourriture comme l'illustre ce poster?

Comment les microbes pénètrent-ils notre corps?

D'où vient la contamination de l'eau?

Contenu du poster

Les pratiques hygiéniques déterminent si l'eau est propre ou contaminée. Les excréments sont la source principale de contamination de l'eau et de la nourriture.

La première image montre un enfant en train de déféquer. Toute personne (adultes ou enfants), en bonne santé ou malade, a des microbes dans ses intestins qui pourraient transmettre la diarrhée à d'autres. Les microbes sont transmis à l'environnement par les excréments.

La première image montre des excréments dispersés par la pluie, le vent ou par les animaux, par exemple des moustiques, des mouches etc. L'eau ainsi que la nourriture sur la table sont à présent contaminées par des excréments.

La dernière image montre une personne en bonne santé qui consomme de l'eau et de la nourriture contaminée. Les microbes peuvent produire des douleurs d'estomac et de la diarrhée chez cette personne. Lorsque cette personne défèque, les microbes dans les intestins sont à nouveau libérés dans l'environnement. C'est ainsi que se produit le cycle de transmission des microbes fécaux.

Poster 7: Conséquences d'une consommation d'eau contaminée

But du poster

Indiquer les micro-organismes présents dans de l'eau contaminée et les conséquences que peut avoir la consommation d'une telle eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Que voyez-vous dans l'eau?

Que fait la femme?

Que peut-il arriver si elle boit de l'eau contaminée?

Quelles maladies peut-elle contracter en buvant de l'eau contaminée?

Contenu du poster

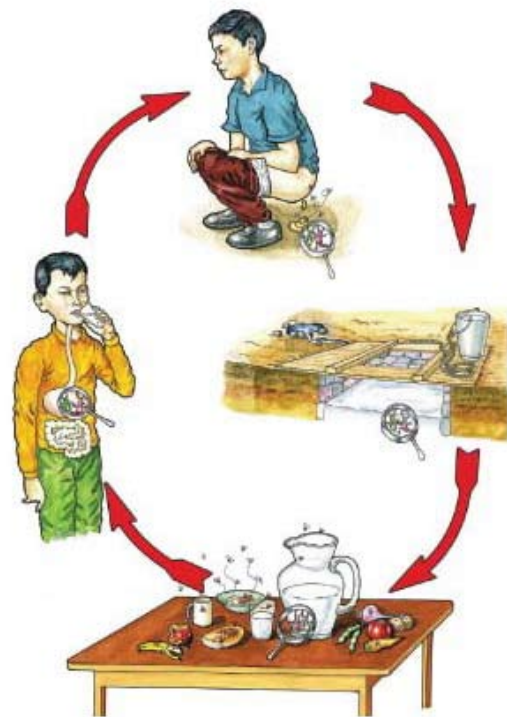
Si nous ne nettoyons pas les récipients de stockage de l'eau, l'eau sera contaminée même si elle était propre à l'origine. L'eau contient de très petits micro-organismes. Ces microbes sont si minuscules que nous ne les voyons pas à l'œil nu. Lorsque nous voyons de l'eau claire, nous croyons que l'eau est propre, cependant ceci n'est pas toujours le cas.

Lorsqu'une personne boit de l'eau contaminée, elle peut contracter une infection gastro-intestinale avec les symptômes suivants:

Vomissement
Douleur d'estomac
Diarrhée

6

Transmission cycle of fecal microbes



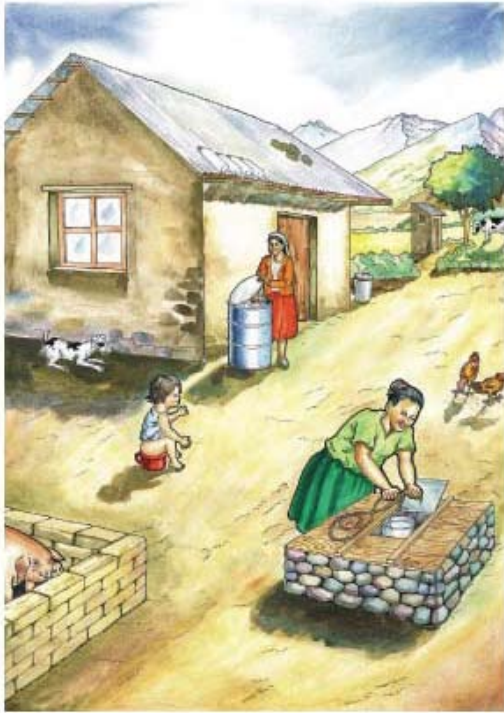
7

Consequences of the consumption of contaminated water



8

Behaviours which protect the water



Poster 8: Comportements qui contribuent à la protection de l'eau

But du poster

Indiquer les mesures nécessaires à la protection des sources d'eau et des récipients de stockage de l'eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Comment pouvons-nous protéger les sources d'eau?

Quel type de récipient est utilisé pour le stockage de l'eau?

Où se trouvent les animaux?

Dans quel environnement se trouve la maison?

Quelle est la différence entre ce poster et le poster n° 5?

Contenu du poster

Nous devons protéger de la contamination nos sources d'eau:

Nous devons nous assurer que les animaux soient maintenus à assez de distance de la source d'eau, qu'ils soient entourés d'une clôture et qu'ils aient une source d'eau séparée. Prendre soin de l'environnement autour de la maison, chaque objet doit avoir son emplacement spécifique. Maintenir l'endroit pour la défécation très loin de la maison et de la source d'eau. Et tout particulièrement maintenir:

- Les puits couverts
- Une corde et un récipient propres pour retirer l'eau du puits
- Le réservoir d'eau couvert
- Les déchets dans des récipients couverts

Une meilleure qualité de l'eau pour la consommation quotidienne peut ainsi être garantie.

9

Personal hygiene:
wash the hands

Poster 9: Hygiène personnelle, lavage des mains

But du poster

Montrer l'importance d'une hygiène personnelle, en plus de la protection de l'eau et de la propreté de l'habitat.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quand faut-il laver les mains?

Que doit-on faire après une visite au bain/à la latrine?

Pourquoi est-il important de se laver les mains avant de cuisiner et manger?

Contenu du poster

Il est essentiel d'avoir un comportement approprié d'hygiène personnelle. Ceci contribue à améliorer la santé familiale. Voici quelques pratiques importantes d'hygiène:

- Lavez les mains avec du savon avant de cuisiner et manger
- Lavez les mains après avoir déféqué et essuyé le postérieur des bébés.

Poster 10: Méthodes employées pour la désinfection de l'eau

But du poster

Expliquer différentes méthodes habituellement utilisées pour désinfecter l'eau potable comme l'ébullition, la chloration et la désinfection solaire de l'eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelles autres formes de désinfection connaissons-nous?

Avez-vous déjà entendu parler de SODIS?

Contenu du poster

Les formes les plus courantes de désinfection de l'eau au niveau des ménages sont:

L'ébullition de l'eau

La chloration

L'application SODIS

Poster 11: Comment fonctionne SODIS?

But du poster

Expliquer clairement les effets du soleil sur les pathogènes humains présents dans l'eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Comment réagissent les pathogènes qui contaminent l'eau lorsque le soleil les frappe directement?

Comment le soleil peut-il atteindre les micro-organismes dans l'eau?

Pensez-vous que le soleil peut les détruire?

Contenu du poster

SODIS est une méthode de désinfection de l'eau qui fonctionne de la manière suivante:

Lorsque les rayons du soleil, et particulièrement leur radiation ultraviolette, pénètrent l'eau, les pathogènes humains sont entièrement détruits. Étant donné que le soleil augmente aussi la température de l'eau, ceci contribue également à tuer les microbes.

C'est ainsi que la combinaison des deux effets, c.-à-d. la radiation ultraviolette et l'augmentation de la température produisent de l'eau désinfectée et apte à la consommation humaine.

Il est important de savoir que les rayons ultraviolets ont un pouvoir désinfectant considérable qui est également utilisé dans les installations de traitement des eaux usées des pays industrialisés.

Les rayons ultraviolets peuvent aussi causer des brûlures de la peau, endommager les yeux ou même provoquer le cancer de la peau.

Les pathogènes humains présents dans l'eau sont extrêmement sensibles aux rayons solaires car ils ont l'habitude de vivre dans notre estomac et nos intestins. Par conséquent, ils n'ont aucun mécanisme de protection contre la lumière du soleil. C'est pour cela que la radiation UV peut brûler et détruire les pathogènes.

10

Methods used for the disinfection of water



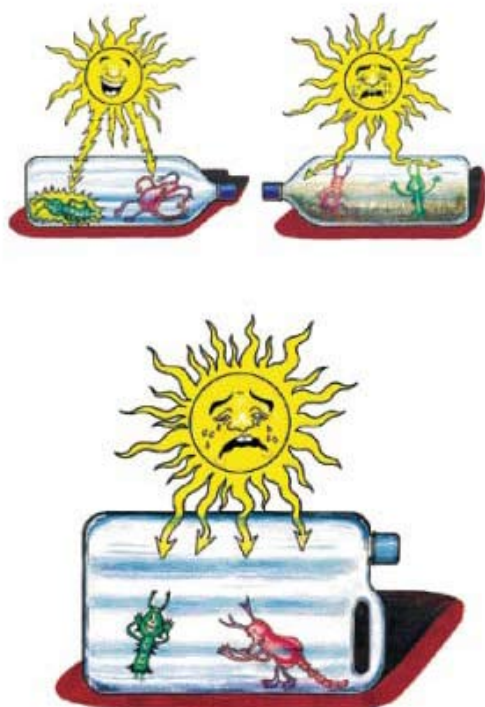
11

How does SODIS work?



12

Influence of turbidity and bottle depth



Poster 12: Influence de la turbidité et de la profondeur de la bouteille

But du poster

Indiquer le niveau approprié de turbidité de l'eau et la profondeur nécessaire de la bouteille afin d'atteindre une efficacité optimale de désinfection solaire de l'eau.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelle influence a une eau extrêmement trouble sur le processus de désinfection?

Quelle influence a une bouteille d'eau trop grande sur le processus de désinfection?

Contenu du poster

Afin d'obtenir un effet approprié de la radiation solaire, deux conditions doivent être remplies:

L'eau doit être claire

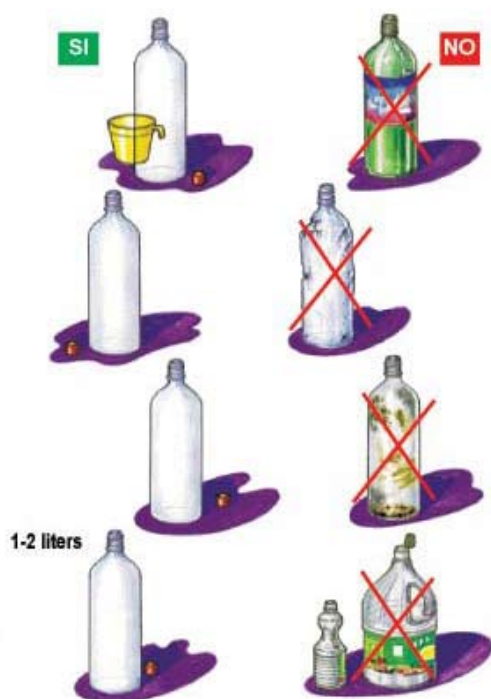
Si l'eau exposée est très trouble, les rayons solaires ne peuvent pas traverser toute l'eau car ils sont absorbés par les particules dans l'eau. En d'autres termes, ces particules protègent les micro-organismes pathogènes et empêchent les rayons solaires de les détruire.

La grandeur de la bouteille doit être appropriée

Il a été prouvé scientifiquement que SODIS est une méthode de désinfection pour des petites quantités d'eau. SODIS ne fonctionne pas pour des grands volumes d'eau. Pour l'application SODIS, on recommande l'utilisation de bouteilles ne dépassant pas 2 litres. La profondeur d'un récipient pour l'application SODIS ne devrait pas dépasser 10 cm. Avec des récipients plus profonds, les rayons solaires ne peuvent pas pénétrer les zones profondes du récipient avec la même intensité et le processus de désinfection reste inachevé.

13

For the correct application of SODIS choose good bottles:



Poster 13: Choisissez de bonnes bouteilles pour SODIS

But du poster

Présenter les meilleures bouteilles pour l'application SODIS.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelles sont les meilleures bouteilles?

Contenu du poster

De bonnes bouteilles sont nécessaires pour que le procédé SODIS soit efficace. Il est important que les bouteilles aient un couvercle qui peut être bien fermé.

Les bouteilles doivent être en plastique transparent et non coloré, car les rayons solaires ne peuvent pas pénétrer le plastique coloré. Les bouteilles doivent être intactes sans fissures ni rayures, et elles doivent être propres. Lavez les bouteilles avec de l'eau propre et un peu de savon avant leur première utilisation. N'utilisez que des bouteilles de maximum 2 litres.

Poster 14: Lorsque l'eau est trouble

But du poster

Montrer ce qu'il faut faire si l'eau est trouble.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Que pouvons-nous faire si l'eau utilisée pour SODIS est trouble?

Contenu du poster

Si l'eau utilisée pour SODIS est trouble, il est recommandé de:

Laissez reposer l'eau un certain temps (laisser les particules se déposer avant de décanner l'eau).

Filtrez l'eau à travers un tissu fin pour qu'elle soit plus claire ensuite.

Des coagulants (par exemple de la chaux) peuvent être utilisés si l'eau ne peut pas être filtrée ou décantée.

Les coagulants groupent les particules et facilitent leur sédimentation.

14

If the water is turbid...



Poster 15: Remplir entièrement les bouteilles avec de l'eau

But du poster

Indiquer que les bouteilles doivent être remplies avec de l'eau et bien fermées ensuite.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Comment devons-nous remplir les bouteilles?

Contenu du poster

Lorsque l'eau est prête pour le procédé SODIS, nous devons remplir entièrement les bouteilles sans laisser de bulles d'air à l'intérieur de la bouteille. Bien fermer alors la bouteille pour empêcher l'eau de se répandre hors de la bouteille. Étant donné que les bulles d'air reflètent les rayons solaires, il est important de ne pas laisser d'air dans la bouteille.

Le couvercle de la bouteille doit être propre.

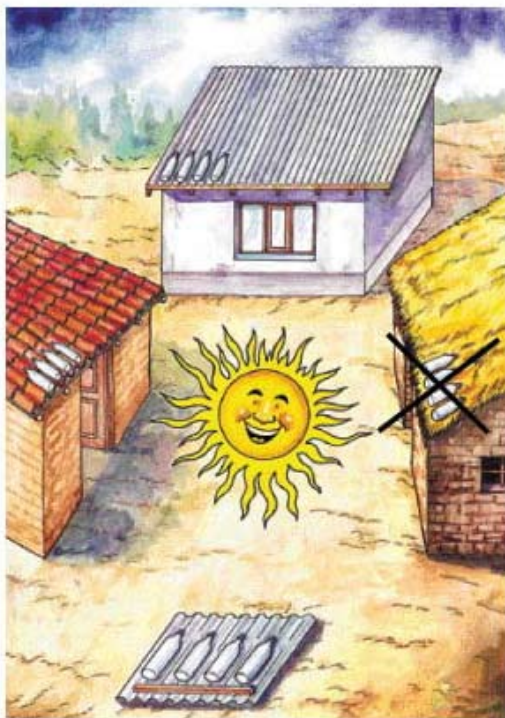
15

Fill the bottles completely with water



16

Expose the bottles to the sun



Poster 16: Exposez les bouteilles au soleil

But du poster

Indiquer l'endroit d'exposition et d'orientation des bouteilles.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Où sont les bouteilles?

Où peut-on placer les bouteilles?

Contenu du poster

Les bouteilles doivent être exposées au soleil sur le toit en métal de la maison, sur une tôle ondulée en zinc placée sur le sol ou sur un toit en tuiles si des tôles ondulées en zinc ne sont pas disponibles.

Les bouteilles sont placées en position horizontale et orientées vers le soleil.

Il est important que l'endroit d'exposition se trouve tout le temps au soleil (au moins de 9 heures du matin jusqu'à 3 heures de l'après-midi).

17

Expose the bottles to the sun
from the morning until the
evening
(for at least 6 hours)



Poster 17: Exposez les bouteilles du matin au soir (pendant au moins 6 heures)

But du poster

Indiquer la durée d'exposition requise pour une désinfection solaire de l'eau dans les bouteilles.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Quelle est la durée d'exposition nécessaire pour une destruction solaire des micro-organismes dans l'eau?

Pourquoi est-il important d'exposer les bouteilles pendant au moins 6 heures?

Contenu du poster

Afin de garantir une désinfection de l'eau, les bouteilles doivent être exposées au soleil du matin au soir pendant au moins 6 heures. Il est préférable d'exposer les bouteilles pendant toute la journée. Si la durée d'exposition est plus courte, la désinfection risque de ne pas être complète.

Il est important de savoir que les bouteilles doivent être exposées au soleil lorsque le soleil est le plus intense, c.-à-d. autour de midi. Cela ne sert à rien d'exposer les bouteilles à 6 heures du matin pour les rentrer à l'heure du repas (midi). Les bouteilles doivent être exposées de 9 heures du matin jusqu'à 3 heures de l'après-midi. Cela ne fait rien si les bouteilles sont exposées plus longtemps, ou si elles restent sur le toit toute la nuit.

Poster 18: Recommandations supplémentaires

But du poster

Analyser les conditions climatiques influençant l'efficacité de SODIS.

Question éventuelle

Peut-on atteindre une désinfection de l'eau par temps nuageux?

Contenu du poster

Durant des jours très nuageux, il est important d'exposer les bouteilles pendant deux jours consécutifs. S'il pleut toute la journée, il est cependant recommandé d'employer une autre méthode de désinfection de l'eau comme l'ébullition ou l'utilisation de l'eau de pluie.

Poster 19: L'eau est propre et sûre pour la consommation

But du poster

Après avoir appliqué toutes les étapes de la méthode SODIS, l'eau est prête à la consommation.

Questions éventuelles

Que peut-on voir sur ce poster?

Croyez-vous que l'eau est désinfectée et prête à la consommation après l'application correcte de toutes les étapes de la méthode SODIS?

Contenu du poster

Si toutes les étapes indiquées pour l'utilisation SODIS sont appliquées de façon correcte, l'eau est propre, désinfectée et sûre pour la consommation.

Recommandations finales

Il est recommandé d'employer le double de bouteilles SODIS requises pour préparer la quantité d'eau potable quotidienne. Pendant qu'une bouteille est exposée au soleil, l'autre est prête pour la consommation à la maison. La bouteille SODIS est un récipient propre et sûr, protégeant l'eau de la recontamination. Par conséquent, il est conseillé de stocker l'eau désinfectée dans la bouteille SODIS et non dans un récipient différent qui pourrait être contaminé. Employez un verre propre pour boire l'eau désinfectée.

Il est recommandé de consommer l'eau SODIS deux jours après son exposition au soleil.

Finalement, il serait avantageux si les futurs promoteurs utilisaient ce guide de posters pour étudier la littérature et les informations supplémentaires sur SODIS afin d'approfondir leurs connaissances sur les aspects techniques de la méthode solaire de désinfection de l'eau. Les futurs promoteurs sont également priés d'acquérir leurs propres expériences avec l'application SODIS en l'utilisant eux-mêmes le procédé d'application SODIS avant de l'enseigner à d'autres.

18

Recommandations supplémentaires

Jours nuageux

Pendant des jours très nuageux, il est important d'exposer les bouteilles pendant deux jours consécutifs ou bouillir l'eau



19

The water is now clean and safe for consumption



Desinfección Solar del Agua

SODIS



BOTELLA DE PLASTICO TRANSPARENTE

LLENAR CON AGUA CLARA Y TAPAR BIEN

PONER LAS BOTELLAS AL SOL EN LA MAÑANA TEMPRANO

EL SOL MATA A LOS BICHOS

AL FINAL DE LA TARDE EL AGUA ESTA LISTA PARA TOMAR

Agua sana para todos!

EAWAG/SANDEC
Tel. (+41) 11 823 5019 • Fax (+41) 11 823 5399
e-mail: wengel@eawag.ch
internet: www.sodis.ch
P.O. Box 611
CH-8600 Dübendorf - Suiza

FUNDACION SODIS
Calle Sucre frente al Parque La Torre
(Fon. Tecnología LMSS) • Casilla 5783
Tel. (+591) 11 4542259 • 4542348 • Fax (+591) 11 4542258
E-mail: sops@sodis.org.bo
Cochabamba - Bolivia

Annex C Questions fréquentes

	Page
◆ SODIS détruit-il toutes les bactéries?	X
◆ Quels sont les organismes détruits par SODIS?	XII
◆ Quels sont les indicateurs utilisés pour mesurer l'efficacité de SODIS?	XII
◆ Jusqu'à quel degré de contamination par des coliformes fécaux fonctionne SODIS?	XIII
◆ Peut-on utiliser SODIS par temps nuageux?	XIII
◆ Comment améliorer l'efficacité de SODIS?	XIV
◆ Où dois-je placer les bouteilles SODIS?	XIV
◆ Comment savoir si une eau est trop trouble pour l'utilisation de SODIS?	XIV
◆ SODIS change-t-il le goût de l'eau?	XIV
◆ Quelle eau peut-on utiliser pour SODIS?	XIV
◆ Pourquoi faut-il secouer la bouteille à 3/4 pleine?	XV
◆ Quelles sont les erreurs les plus fréquentes commises par les nouveaux usagers de SODIS?	XV
◆ Quelles sont les bouteilles les plus appropriées pour SODIS?	XV
◆ Les additifs des bouteilles en plastique se diffusent-ils dans l'eau et peuvent-ils poser un risque pour la santé?	XVI
◆ Quelle est la différence entre une bouteille en PET et une bouteille en PVC?	XVI
◆ Combien de temps peut-on utiliser une bouteille PET pour SODIS?	XVI
◆ Quelle eau ne devrait-on pas utiliser pour SODIS?	XVI

SODIS détruit-il toutes bactéries?

SODIS is used to inactivate the pathogenic microorganisms, SODIS est utilisé pour détruire les micro-organismes pathogènes générateurs de maladies diarrhéiques. La plupart des micro-organismes peuvent difficilement survivre hors du corps humain; à peu d'exception près comme par exemple les salmonelles, qui elles ont également besoin de conditions environnementales favorables et assez de substances nutritives pour survivre.

Lors de l'exposition solaire de la bouteille, d'autres bactéries inoffensives présentes dans la nature peuvent aussi se multiplier, telles que les algues par exemple. Ces organismes n'affectent pas la santé de l'homme. En d'autres termes, SODIS ne produit pas une eau stérile. L'usage de paramètres corrects est donc primordial pour l'évaluation de l'efficacité de SODIS. Par conséquent, la mesure des coliformes fécaux ou des E. coli est donc nécessaire et non pas le nombre total de tous les colibacilles ou les bactéries.

Quels sont les organismes détruits par SODIS?

La recherche a démontré que les bactéries, les virus et les protozoaires pathogènes qui sont la cause de maladies diarrhéiques sont détruits par SODIS. Il est prouvé que les micro-organismes suivants sont inactivés:

- ◆ Bactéries: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Vibrio cholerae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi*
- ◆ Virus: bactériophage f2, rotavirus, virus encephalomyocarditis
- ◆ Levure et moisissure: *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Candida*, *Geotrichum*.
- ◆ Protozoaires: *Giardia spp.*, *Cryptosporidium spp.*

E. coli révèle le même taux d'inactivation que *Str. faecalis* ou les entérocoques. Les *E. coli* sont de ce fait des organismes indicateurs appropriés pour établir l'efficacité d'inactivation des bactéries d'origine fécale par SODIS.

Quels sont les indicateurs utilisés pour mesurer l'efficacité de SODIS?

De nombreux agents pathogènes d'origine hydrique peuvent être identifiés directement par des méthodes analytiques compliquées et onéreuses. Au lieu d'utiliser ces méthodes compliquées il est toutefois plus simple de mesurer des organismes indicateurs signalant une contamination fécale de l'eau.

Un indicateur de contamination fécale doit avoir les propriétés suivantes:

- ◆ il doit être présent en nombre important dans les excréments humains,
- ◆ il peut être détecté par des méthodes simples,
- ◆ il ne peut pas survivre dans les eaux naturelles,
- ◆ son taux de survie et sa résistance face à la méthode de traitement de l'eau est comparable à celui des micro-organismes pathogènes.

Escherichia coli (*E. coli*) répond à ces critères. Il représente un indicateur approprié pour l'évaluation d'une contamination

Éléments pathogènes	Maladies	Réduction par le procédé SODIS (exposition : 6 heures à 40°C)
Bactéries		
<i>E. coli</i> (indicateur de qualité de l'eau)	Entérite	3-4 log = 99.9%
<i>Vibrio cholera</i>	Choléra	3-4 log
<i>Salmonella spp.</i>	Typhus	3-4 log
<i>Shigella spp.</i>	Dysenterie	3-4 log
Virus		
Rotavirus	Gastroentérite	3-4 log
Polio Virus	Poliomyélite	Inactivé (résultats inédits)
Hépatite Virus	Hépatite	Réduction des hépatites (étude inachevée)
Protozoaires		
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiase	3-4 log (inactivation des kystes)
<i>Cryptosporidium spp.</i>	Cryptosporidiose	2-3 log (inactivation des oocystes)

Table 20: Pathogènes détruits par les rayons UV-A

fécale de l'eau potable lorsque les ressources financières limitées ne permettent pas une analyse microbiologique (directives OMS sur la qualité de l'eau potable, 1993). Il est cependant important que les analyses avec *E. coli* puissent être effectuées aussi sur le terrain sous des conditions difficiles dans un pays en voie de développement, avec par exemple l'équipement portable de mesures DelAgua.

Il existe certains organismes plus résistants que *E. coli*, comme par exemple les entérovirus, *Cryptosporidium*, *Giardia* et les amibes. L'absence de *E. coli* n'indique pas forcément l'absence de ces pathogènes. Les clostridium sulfito-réducteurs sont les indicateurs appropriés pour ces pathogènes (directives OMS sur la qualité de l'eau potable, 1993). Toutefois, les méthodes analytiques inhérentes ne peuvent pas être utilisées pour des tests de routine étant donné qu'elles sont complexes et onéreuses.

Le nombre total de toutes les bactéries coliformes ne peut cependant pas être utilisé comme indicateur de qualité d'une eau brute non traitée, étant donné que divers colibacilles sont aussi présents dans les eaux naturelles. Le nombre total des bactéries n'est également pas un paramètre adéquat pour l'évaluation de l'efficacité de SODIS, puisque des bactéries inoffensives sont capables de proliférer pendant l'exposition au soleil de la bouteille. Le but de SODIS n'est pas de produire une eau stérile mais de détruire les micro-organismes pathogènes générateurs de maladies diarrhéiques.

Jusqu'à quel degré de contamination par des coliformes fécaux fonctionne SODIS?

Les analyses de laboratoire ont démontré une réduction efficace des *E. coli* par SODIS même si l'eau brute contenait à l'origine une contamination de 10 000 *E. coli* par 100 ml à 1 million d'*E. coli* par 100 ml. Ces concentrations sont beaucoup plus élevées que celles que l'on trouve généralement dans les eaux naturelles (plusieurs 1000 d'*E. coli*/100 ml d'eau ou inférieurs).

On doit toutefois tenir compte que les conditions en laboratoire diffèrent des situations pratiques sur le terrain. Le processus sur le terrain ne se déroule pas sous des conditions de contrôle strictes, les matériaux ne sont pas optimaux et le maniement d'eau traitée n'est souvent pas adéquat.

Il est important pour l'inactivation des *E. coli* que la bouteille SODIS soit exposée assez longtemps aux rayons du soleil (500 W/m² pendant au moins 5 heures), que sa dimension soit optimale et qu'elle soit composée d'un matériel approprié et que l'eau brute soit assez claire (turbidité de l'eau doit être inférieure à 30 UNT).

Peut-on utiliser SODIS par temps nuageux?

L'intensité UV par temps nuageux continu ne s'élève qu'à 30 % de la radiation d'une journée sans nuages. Par temps couvert, il est nécessaire d'exposer les bouteilles SODIS 2 jours de suite au soleil.



Comment améliorer l'efficacité de SODIS?

Il existe différentes méthodes pour améliorer l'efficacité de SODIS: L'exposition des bouteilles en plastique sur une tôle de zinc peinte en noir (ceci augmente également la température de l'eau d'env. 5 °C).

- ◆ L'utilisation d'eau brute d'une turbidité basse.
- ◆ L'exposition des bouteilles pendant deux jours de suite au soleil par temps couvert.
- ◆ Le remplacement des bouteilles anciennes et égratignées.

Où dois-je placer les bouteilles SODIS?

Placer les bouteilles sur une surface: en plein soleil, c.-à-d. jamais à l'ombre durant l'exposition, protégée contre l'effet refroidissant du vent - ne pas placer sur des porte-bouteilles en bois, reflétant le soleil, comme des tôles ondulées pouvant optimiser l'efficacité de SODIS.

Comment savoir si une eau est trop trouble pour l'utilisation de SODIS?

Il existe de simples tests pour déterminer si l'eau est trop trouble pour l'utilisation SODIS: La bouteille remplie d'eau est placée sur une feuille de papier avec le logo SODIS. Les lettres du logo SODIS doivent avoir une grandeur d'au moins 1.5 cm. Dévisser le couvercle de la bouteille et regarder à travers l'eau de haut en bas. Si les lettres du logos SODIS sont lisibles à travers l'eau, l'eau est assez claire pour l'utilisation SODIS.

Lorsque les lettres ne sont pas lisibles, l'eau est trop trouble et doit être d'abord filtrée.

SODIS change-t-il le goût de l'eau?

Lorsque l'eau est bouillie, l'oxygène dissous dans l'eau s'échappe et altère le goût de l'eau bouillie: l'eau a un goût plus doux et légèrement fade. SODIS par contre améliore la qualité de l'eau sans changer son goût. Étant donné que l'oxygène dissous ne peut pas s'échapper d'une bouteille fermée, l'eau garde sa fraîcheur.

Quelle eau peut-on utiliser pour SODIS?

- ◆ De l'eau claire sans solides dissous ou particules en suspension (turbidité < 30 UNT).
- ◆ De l'eau sans contamination chimique.
- ◆ De l'eau avec une contamination microbiologique: De l'eau qui est éventuellement entrée en contact avec des matières fécales (le but de SODIS est d'améliorer la qualité microbiologique de l'eau).

Pourquoi faut-il secouer la bouteille à 3/4 pleine?

L'oxygène contribue à détruire les micro-organismes pathogènes. La meilleure manière de procéder: remplir les bouteilles à 3/4 avec de l'eau, visser le couvercle et secouer la bouteille pendant 20 secondes. La bouteille est ensuite remplie complètement et couchée au soleil. La bouteille est remplie jusqu'au bord supérieur pour éviter la formation de bulles d'air qui reflètent partiellement la radiation solaire.

Il est particulièrement important de secouer la bouteille lorsque de l'eau stagnante est traitée (comme par exemple en Thaïlande où de l'eau de pluie est collectée). Une telle eau contient une concentration d'oxygène basse qui est augmentée lorsque la bouteille est secouée.

Quelles sont les erreurs les plus fréquentes commises par les nouveaux usagers de SODIS?

L'utilisation de bouteilles vertes ou brunes pour SODIS;

=> ces bouteilles absorbent la lumière UV. Il est donc important de n'utiliser que des bouteilles transparentes pour SODIS.

Les bouteilles choisies sont trop grandes;

=> des bouteilles d'un volume de 1-2 litres sont optimales.

Les bouteilles sont mises debout;

=> les bouteilles doivent être couchées horizontalement au soleil. Ceci augmente la surface exposée au soleil et réduit la profondeur de l'eau. (Avec une turbidité de 26 UNT, la radiation UV-A est réduite à 50 % à une profondeur d'eau de 10 cm).

Après traitement avec SODIS, l'eau est remplie dans des récipients sales ce qui recontamine l'eau;

=> l'eau traitée devrait être conservée dans la bouteille SODIS et bue directement de la bouteille ou versée directement de la bouteille dans une tasse ou dans un verre.

Quelles sont les bouteilles les plus appropriées pour SODIS?

Nous recommandons des bouteilles en PET pour l'utilisation SODIS pour les raisons suivantes:

- leur bonne transmissibilité des rayons UV-A,
- leur disponibilité dans de nombreux endroits,
- leur prix bas et leur durabilité,
- leur basse teneur en additifs comparé aux bouteilles en PVC.

Mêmes des bouteilles en verre peuvent être utilisées pour SODIS, toutefois, l'expérience des usagers SODIS a démontré que SODIS est moins efficace dans ces bouteilles vu que l'eau s'échauffe plus lentement. Selon les usagers, l'utilisation des bouteilles en verre est moins pratique car ces bouteilles sont plus lourdes, elles se cassent facilement et sont plus chères que les bouteilles en plastique.



Les additifs des bouteilles en plastique se diffusent-ils dans l'eau et peuvent-ils poser un risque pour la santé?

La lumière solaire transforme le plastique en photo-produits. Cependant, des tests en laboratoire et sur le terrain ont démontré que ces photo-produits se forment sur le côté extérieur de la bouteille. Les méthodes analytiques utilisées n'ont révélé aucune migration des photo-produits dans l'eau.

Quelle est la différence entre une bouteille en PET et une bouteille en PVC?

Le PVC s'enflamme difficilement. Le matériel ne brûle pas hors de la flamme. L'odeur de la fumée du PVC est âcre.

Le PET brûle vite et facilement lorsqu'il est maintenu dans une flamme. Hors de la flamme, le feu s'éteint lentement ou pas du tout. L'odeur de la fumée est douce. Des bouteilles en PET devraient être utilisées pour SODIS.

Combien de temps peut-on utiliser une bouteille PET pour SODIS?

La transmissibilité UV-A d'une bouteille est extrêmement importante pour l'efficacité de SODIS. Les bouteilles claires et neuves ont généralement une transmission de la lumière UV-A de plus de 60 % à 340 nm (UV-A: 320-400 nm). Les expériences ont révélé que des bouteilles anciennes et usagées laissent toutefois passer moins de lumière UV-A. Outre le procédé de vieillissement du matériel, la transmissibilité UV-A des bouteilles est également réduite par les égratignures. Nous recommandons le remplacement des bouteilles anciennes et opaques après environ un an d'utilisation régulière pour SODIS.

Quelle eau ne devrait-on pas utiliser pour SODIS?

De l'eau trouble réduit l'intensité de radiation solaire et protège les micro-organismes pathogènes de cette radiation. L'eau brute utilisée pour SODIS doit par conséquent être aussi claire que possible; sa turbidité ne doit pas dépasser 30 UNT.

SODIS n'améliore pas la qualité chimique de l'eau. C'est pourquoi une eau contaminée par des produits chimiques ne doit pas être utilisée pour SODIS.