

ETUDE SUR LA RECOLTE D'EAU DE PLUIE POUR L'USAGE ALIMENTAIRE DANS LES SITES ISOLES DE LA GUYANE



Financement : Direction de la Santé et du Développement Social de la Guyane (75%) & ADEME (25%)

Réalisation & rédaction : Direction de la Santé et du Développement Social de la Guyane (tel :05.94.25.53.40 ; DSDS973-sante-environnement@sante.gouv.fr) & NBC (tel : 05.94.29.07.70 ; nicolas.brehm@wanadoo.fr)

Octobre 2006

PREAMBULE

Cette enquête de terrain suivie d'une étude pilote est réalisée dans un contexte d'amélioration de la qualité de l'eau utilisée par les populations des sites isolés sur les fleuves de Guyane non alimentées par un réseau public.

Il est précisé que la DSDS proscrit la récolte d'eau de pluie pour les usages alimentaires des populations raccordées à un réseau public d'alimentation en eau.

INTRODUCTION

PARTIE I : ETAT DES LIEUX DE LA RECOLTE D'EAU DE PLUIE SUR LA MARONI

1. Gestion de l'eau sur le Maroni.....page 5
 - 1.1. Alimentation en eau
 - 1.2. Usages de l'eau
 - 1.3. Qualité de l'eau de surface
 - 1.4. Récolte d'eau de pluie dans les campus
2. Description technique de la récolte d'eau de pluie vers un « Tuff Tank ».....page 6
 - 2.1. Les surfaces de récolte des eaux de pluie
 - 2.1.1. Surface récoltée
 - 2.1.2. Type de surface de récolte
 - 2.2. Les gouttières
 - 2.2.1. Matériaux
 - 2.2.2. Attaches gouttières
 - 2.2.3. Interception de l'eau
 - 2.2.4. Qualité des surfaces
 - 2.3. Les réservoirs : « Tuff Tank »
 - 2.3.1. Disponibilité des réservoirs
 - 2.3.2. Description
 - 2.3.3. Effet sur la qualité de l'eau
 - 2.4. Filtres et séparateurs
 - 2.4.1. Installation des filtres et séparateurs
 - 2.4.2. Qualité
3. Résultats analytiques de la qualité de l'eau des « Tuff Tank » du Maroni.....page 11
 - 3.1. Contamination bactériologique
 - 3.1.1. Tendances générales
 - 3.1.2. Résultats des réservoirs à fermeture totale
 - 3.1.3. Comparaison avec les résultats de l'eau de surface
 - 3.2. Recherches des métaux

PARTIE II : INVENTAIRE ET COMPARAISON D'OUTILS D'AMELIORATION DE LA RECUPERATION DE L'EAU DE PLUIE

1. Comparaison des séparateurs disponibles.....page 14
 - 1.1. Description des différents systèmes
 - 1.2. Test de rendement
 - 1.3. Auto-nettoyage
 - 1.4. Facilité d'installation et d'entretien
2. Installation pilote de la Comté.....page 15
 - 2.1. Description de l'installation testée
 - 2.2. Résultats
3. Installation pilote Route des plages.....page 17
 - 3.1. Description de l'installation
 - 3.2. Résultats

PARTIE III : PROPOSITION DE 2 FILIERES DE RECUPERATION D'EAU DE PLUIE

1. Récupération d'eau de pluie chez un particulier non raccordé à un réseau public.....page 19
 - 1.1. Toiture
 - 1.2. Gouttières
 - 1.3. Séparateur et les filtres
 - 1.4. Réservoir
 - 1.5. Ecoulements d'eau
 - 1.6. Utilisation du filtre brésilien
 - 1.7. Entretien des installations
 - 1.8. Coût estimatif de l'installation
2. Récupération pour une structure de type « dispensaire ».....page 21
 - 2.1. Toiture
 - 2.2. Gouttières
 - 2.3. Séparateur « Rainus 3P »
 - 2.4. Réservoir
 - 2.5. Traitement
 - 2.6. Coût estimatif de l'installation

CONCLUSION

INTRODUCTION :

Sur le littoral et dans les sites isolés de Guyane, les habitants non raccordés à un réseau public de distribution d'eau potable et qui ont peu de moyens financiers ont pris l'habitude de creuser un puits. Pourtant, dans l'Ouest du département et plus particulièrement le long du Maroni, c'est plusieurs milliers de personnes qui, en l'absence de desserte publique et devant la dégradation des eaux de surface, récupèrent l'eau de pluie pour les usages alimentaires.

Aussi, la DSDS souhaitait qu'un état des lieux sur la pratique de la récolte d'eau de pluie soit réalisé sur le Maroni. Cette première partie devrait permettre de connaître les différentes techniques employées et de juger leur aptitude à fournir une eau de meilleure qualité que l'eau de surface. D'autre part, la DSDS désirait connaître les conséquences de la récolte d'eau de pluie sur le développement de gîtes larvaires de moustiques. Peu au fait des techniques disponibles pour la collecte d'eau de pluie, la DSDS a également souhaité qu'un inventaire des outils de traitement ou de pré-traitement de l'eau de pluie soit réalisé et que ceux-ci fassent l'objet d'une étude comparative sur des sites pilotes.

A partir des données recueillies sur le Maroni et sur deux sites pilotes, la dernière partie devrait permettre de proposer une filière adaptée de récupération de l'eau de pluie, aux populations du fleuve d'une part, et aux structures recevant du public en sites isolés comme les dispensaires d'autre part. Les investigations menées sur le fleuve et sur le site pilote devront aussi permettre d'identifier les circuits d'approvisionnement et les coûts des produits nécessaires à la réalisation de telles filières.

PARTIE I : ETAT DES LIEUX DE LA RECOLTE D'EAU DE PLUIE SUR LA MARONI

1. Gestion de l'eau sur le Maroni

1.1. Alimentation en eau

Les bourgs des communes sont tous équipés d'une alimentation en eau potable sécurisée et fiable. Les villages dotés d'une école sont équipés d'une alimentation publique pouvant être défaillante (panne ou mauvaise qualité de l'eau distribuée). Quelques villages sans école sont pourvus de pompes à bras. Enfin, la grande majorité des villages, appelés localement « campus », n'ont aucun système d'alimentation en eau potable et n'ont à disposition que de l'eau de pluie et de l'eau de surface.

En termes d'effectifs, le tableau ci-dessous indique que la moitié des habitants du fleuve Maroni (communes d'Apatou, Grand Santi, Papaïchton et Maripasoula), ne sont pas raccordés à un réseau public.

Origine de l'eau d'alimentation sur le Maroni		Nombre d'habitants
Sans alimentation publique		7000
Avec une alimentation publique	Bornes fontaines publiques	3100
	Robinets individuels	4500

1.2. Usages de l'eau

Hors des bourgs, la toilette corporelle et la vaisselle se font dans le Maroni et les criques affluentes.

Dans les villages équipés de pompes à bras, certaines maisons qui en sont éloignées sont équipés d'une récolte d'eau de pluie, qui est généralement réservée aux autres usages que la boisson.

Enfin, dans les plus petits villages, la seule alternative à l'eau de surface pour l'alimentation reste la récolte d'eau de pluie.



1.3. Qualité de l'eau de surface

Les activités d'orpillage confèrent à l'eau de surface une couleur marron-jaune, causée par les matières en suspension et qui la rendent impropre la consommation.

L'extension des villages ne permet plus de réserver un secteur du fleuve pour un usage de l'eau spécifique. Ainsi, dans un même village, le fleuve sert de lieu d'aisance et de bain à l'amont alors même que l'on puise l'eau pour la boisson à l'aval.

1.4. Récolte d'eau de pluie dans les campus

Divers récipients sont placés directement sous les toits ou les gouttières : bassines, seaux, fûts d'essence de 200 litres, réservoirs noirs en plastique importés de Trinidad portant la mention « Tuff tank ». Ces derniers sont souvent surélevés et munis d'un robinet qui peut être cadenassé. Plus on remonte le fleuve et moins ce type de réservoir est fréquent, probablement à cause de l'augmentation des coûts de transport. Ils peuvent devenir alors collectifs et sont partagés entre plusieurs maisons voisines.

Une première série d'analyses bactériologiques, réalisées par la méthode Idexx Colilert-18 et portant sur les E. coli, prélevées au cours de la saison des pluies (avril 2005) dans tous les types de récipients a permis de dresser un premier constat sur la qualité de l'eau collectée :



Type de récipients	Nombre d'analyses	Médiane des résultats E. coli/100ml	Présence d'E. coli
Bassines	11	8	72%
Fûts d'essence	9	1	75%
Tuff Tanks	13	0	40%

La position basse et donc accessible des récipients de type bassine ou fût d'essence les rend très vulnérables à la contamination humaine à l'occasion du puisage. Cette collecte peut être qualifiée d'opportuniste car elle n'est pas, selon les populations interrogées, destinée à l'alimentation humaine mais réservée à un usage de nettoyage.

En plus de la mauvaise qualité de l'eau, des larves de moustiques ont été observées dans ces récipients en raison de l'absence de couverture.

Pendant les deux mois les plus secs (septembre et octobre), les réservoirs sont souvent vides et les populations n'ont plus d'autres alternatives que celle de s'approvisionner en eau dans les criques ou les fleuves. C'est à cette période que sont enregistrées des épidémies de typhoïde chez les populations non desservies par une alimentation publique d'eau potable.

2. Description technique de la récolte d'eau de pluie vers un « Tuff Tank »

Soixante dix systèmes de récupération de l'eau de pluie équipés d'un réservoir de type « Tuff Tank » présents sur les communes d'Apatou et de Grand Santi ont fait l'objet d'une description complète au cours de missions effectuées sur le fleuve entre septembre et novembre 2005.

2.1. Surfaces de récolte des eaux de pluie

Très logiquement, les surfaces utilisées pour la collecte d'eau de pluie sont constituées par les toitures des habitations. Les surfaces de récolte déterminent bien sûr la quantité d'eau récoltée mais aussi sa qualité.



2.1.1. Surface récoltée

L'habitat étant en général sans étage et les réseaux d'adduction simples, un seul des deux pans du toit est utilisé. Les dispositifs qui récoltent 100% d'un pan de toit sont très rares. Il est possible que des portions de gouttières soient rajoutées en saison sèche de façon à

augmenter le volume d'eau récoltée tandis qu'elles sont enlevées en saison des pluies afin d'éviter les débordements du réservoir. Le tableau ci-dessous indique que plus de la moitié des 70 habitations décrites, récupérant l'eau de pluie dans un « tuff tank » collectent plus de 40m² de toiture.

Surface du toit collectée	10m ² <S<20m ²	20m ² <S<30m ²	30m ² <S<40m ²	40m ² <S
Répartition des toits recensés	16%	19%	12%	54%

Compte tenu du fait que la quantité des précipitations durant les mois secs (septembre et octobre) est d'environ 100 mm par mois, une surface de 10 m² permet la récolte d'1 m³ par mois. Proportionnellement, une surface de 30 m² permet d'obtenir 3 m³. Afin de mieux estimer le volume du réservoir approprié pour s'alimenter pendant ces mois secs, il est nécessaire de disposer des données concernant la répartition des ces pluies.

2.1.2. Type de surface de récolte

Les études menées dans d'autres pays en voie développement où la récupération d'eau de pluie à usage alimentaire est pratiquée indiqueraient qu'un toit lisse sans aspérité serait moins propice au développement bactérien. Une couverture végétale au dessus de toit pourrait, en plus de l'apport de matière organique, atténuer l'effet bactéricide du rayonnement solaire et des hautes températures.

Le long du fleuve Maroni, les toitures de collecte sont essentiellement constituées de tôles galvanisées et plus rarement de tôles peintes. Leur état est généralement bon, bien que quelques unes soient oxydées.

2.2. Gouttières

Comme les surfaces de collecte, les gouttières déterminent la quantité d'eau récoltée mais aussi sa qualité.

2.2.1. Matériaux

L'adduction de l'eau de pluie vers le réservoir se fait essentiellement à partir de 2 matériaux : tôle et PVC.

Nature des gouttières	Tôle	PVC	Tôle + PVC	Sans gouttière
Répartition des gouttières recensées	66%	21%	7%	6%

Sur les 70 installations étudiées, deux tiers des gouttières sont donc réalisées à l'aide d'un fragment de tôle qui peut être soit issu de récupération soit achetée pour cet effet. Ce dernier type de tôle, replié dans sa moitié afin de former une forme en « V », est vendu dans une longueur de 4 mètres, ce qui explique que les surfaces de toit collectées n'excèdent généralement pas cette longueur. Rien ne permet de dire pour l'instant ce qui détermine le choix entre le PVC et la tôle : prix, disponibilité, résistance ?



2.2.2. Attaches gouttières

C'est le point le plus critique dans les installations en raison de l'absence de planches entre les chevrons et la toiture en tôle. Quant aux chevrons eux-mêmes, ils sont souvent courts et ne vont pas en dessous de la panne sablière. Il est donc difficile de fixer les gouttières.



2.2.3. Interception de l'eau

Les matériaux de récupération souvent peu adaptés et les difficultés à fixer à hauteur souhaitée les gouttières ne permettent pas une bonne interception de l'eau descendant du toit par les gouttières.

Les variations d'intensité de la pluie modifie la trajectoire de l'eau depuis l'extrémité du toit : elle est parabolique en cas de fortes pluies et verticale s'il pleut faiblement. La position basse des gouttières par rapport au toit ne permet donc pas une collecte optimale.

2.2.4. Qualité des surfaces

La simplicité des dispositifs d'adduction de l'eau de pluie limite l'accumulation de débris et le développement de gîtes à moustiques. En effet, l'absence de raccord et l'utilisation d'une seule gouttière rigide empêche toute formation de point bas dans lequel eau et débris pourraient se loger.

D'autre part, la position basse des gouttières facilite leur nettoyage par une meilleure accessibilité.

A l'inverse, certains dispositifs d'adduction en PVC ne sont pas accessibles car trop hauts ou trop collés sous la bordure du toit.

2.3. Réservoirs : « Tuff Tank »

C'est, de loin, l'investissement principal pour la récolte d'eau de pluie, et les populations du fleuve achètent essentiellement un seul type de réservoir en plastique noir en provenance du Surinam et fabriqué à Trinidad.

2.3.1. Disponibilité des réservoirs

Les réservoirs de type « Tuff Tank » que l'on peut acheter en Guyane ne sont pas agréés « contact alimentaire NF » mais ils sont 10 fois moins chers que ceux qui sont agréés (100 € contre 1100 €).

Toujours de couleur noire, le volume varie de 200 gallons (0,9 m³) à 850 gallons (3,9 m³) et la répartition des volumes recensés au cours de l'enquête décrivant 70 installations sur le fleuve Maroni est la suivante :

Volume en gallons	200	400/450	680	850
Equivalent en m ³	0,91	1,8/2,1	3,1	3,9
Répartition des « tuff tanks » recensés	33%	65%	1%	1%

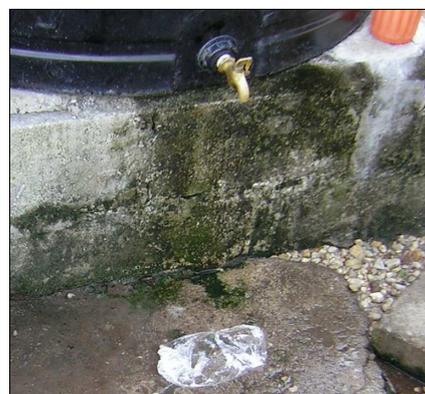


Les deux tiers des réservoirs ont un volume de 2 m³ et le tiers restant de 1 m³. En plus du critère économique, la solution d'un réservoir à hauteur limitée à 1,50 mètre est souvent préférée car l'habitat n'a qu'un seul niveau et les gouttières sont donc basses. S'ajoute à cela que le réservoir est surélevé de quelques décimètres afin de faciliter le remplissage des contenants par le robinet, situé en bas du réservoir.

2.3.2. Description

L'accès du réservoir est souvent constitué d'une ouverture ronde de 40 cm de diamètre environ, centrée ou non, pouvant être fermée à l'aide d'un couvercle à charnière qui est le plus fréquemment retiré. Un robinet en plastique ou en métal est apposé à 10 cm au dessus du fond.

Certains modèles de trop plein doivent être percés par l'acheteur ; ce n'est pas toujours fait. Il est très rarement obturé par un tissu de type moustiquaire. L'évacuation du trop plein peut donner lieu en saison des pluies à des eaux stagnantes que certains habitants aménagent en répandant un lit de graviers autour du réservoir.



2.3.3. Effet sur la qualité de l'eau

Le défaut de fermeture du réservoir peut conduire à la formation de gîtes facilitant le développement des larves de moustiques et l'intrusion de petits animaux (rongeurs, amphibiens, insectes...).

L'arrivée de la lumière favorise le développement d'algues mais la ventilation permet d'éviter la décomposition anaérobie.

La couleur noire pourrait faire augmenter la température de l'eau des réservoirs. Néanmoins, une quinzaine de mesures indiquent une variation de 26 à 32°C et une moyenne de 29°C, ce qui correspond à la température de l'air.

L'accès impossible à l'intérieur du réservoir par un adulte en rend difficile le nettoyage.

Concernant la qualité chimique du polyéthylène utilisé pour la fabrication de ces réservoirs « Tuff tank » non agréé au contact alimentaire, un test de criblage rapide a été effectué au laboratoire IRH de Nancy en août 2006, afin de s'assurer que ces derniers sont inertes vis à vis du contact avec l'eau de pluie. Les interactions tant au niveau organoleptique que pour les paramètres physico-chimiques se sont révélées très faibles. Par exemple, les résultats, qui sont disponibles à la DSDS, indiquent que le demande en chlore n'augmente pas de plus de 25% au contact de ce polyéthylène.

2.4. Filtres et séparateurs

La taille des « pores » des filtres (qu'ils soient constitués de linge en coton, en acrylique ou en tissu de moustiquaire) ne permet évidemment pas de retenir les micro-organismes de types parasites, bactéries ou virus mais elle empêche les gros éléments (feuilles, poussières, animaux grimpants et volants et déjections aviaires) de rejoindre le réservoir.

2.4.1. Installation des filtres et séparateurs

La plupart des filtres et des séparateurs, recensés au cours des missions sur le Maroni décrivant 70 systèmes de récupération d'eau de pluie, sont constitués d'un linge et d'autres d'un tissu de type moustiquaire et dans quelques cas, une protection à l'aide d'un grillage fin est réalisée. Enfin, l'utilisation de deux séparateurs superposés de matériaux différents est observée.

Type de séparateur et filtres	Absence filtre	Linge	Tissu moustiquaire	Grillage	Association de filtres ^(*)
Répartition des filtres et séparateurs recensés	16%	45%	19%	7%	13%

(*) : grillage+linge ou moustiquaire+linge

Les filtres et les séparateurs sont presque tout le temps installés au niveau de l'ouverture du « Tuff Tank » et maintenus à l'aide d'une corde ou d'un fil de fer qui sertit l'ouverture dans le cas des tissus et au moyen d'un objet lourd pour les grillages.



2.4.2. Qualité

Les tissus sont sales et/ou déchirés dans la presque la totalité des cas.

L'inaccessibilité de ces filtres et séparateurs et le fait de ne pas les voir sont les facteurs les plus importants pour expliquer le manque d'attention dont ils font l'objet par les populations.

L'absence de trop plein ou le mauvais positionnement de ce dernier conduit souvent l'eau du réservoir à baigner dans les débris retenus par les filtres et les séparateurs, contribuant ainsi à détériorer sa qualité.



3. Résultats analytiques de la qualité de l'eau des « Tuff Tank » du Maroni

Entre septembre et novembre 2005, 69 analyses bactériologiques portant sur les paramètres *E. coli* et coliformes totaux ont été réalisées suivant la méthode Iddex (Colilert-18). De plus, 40 analyses bactériologiques portant sur les streptocoques fécaux ont été traitées par le laboratoire agréé de l'Institut Pasteur de Cayenne. Enfin, une série de 37 analyses de métaux a été réalisée par ce même laboratoire.

Chacun de ces prélèvements d'eau est associé à une description de la filière de récupération d'eau de pluie portant sur les éléments décrits dans la partie précédente : toiture (matériaux/état de propreté), gouttière (matériaux/ état de propreté), séparateur (matériaux/ état de propreté), réservoir (fermeture totale ou non).

3.1. Contamination bactériologique

3.1.1. Tendances générales

Les coliformes totaux, qui sont des références de qualité de l'eau (Décret R1331 du code de la Santé Publique), sont presque toujours détectés (66 prélèvements sur 69). La médiane est de 262 .

Les bactéries *E. coli*, qui sont des limites de qualité, doivent être égales à 0 pour que l'eau soit qualifiée de « potable », sont présentes dans 26% des cas (18 prélèvements sur 69) et affichent une médiane égale à 0/100ml.

<i>Méthode Iddex</i>	Coliformes totaux	E. coli
Nombre analyses	69	69
Médiane	262/100ml	0/100ml
% des analyses égal à 0/100ml	4%	74%

Les résultats des 40 analyses effectuées par le laboratoire de l'Institut Pasteur indiquent que la présence de streptocoques fécaux, paramètre qui comme les *E. coli* doit être égal à 0 /100ml pour que l'eau soit qualifiée de « potable », est systématique (médiane égale à 90 /100ml). Le rapport *E. coli* sur Streptocoque fécaux toujours très proche de 0 suggère une contamination fécale d'origine animale.

3.1.2. Résultats des réservoirs à fermeture totale

<i>Méthode Iddex</i>	Coliformes totaux	E. coli
Nombre analyses	30	30
Médiane	53/100ml	0/100ml
% des analyses égal à 0/100ml	4%	87%

La médiane des coliformes totaux passe de 262/100ml en incluant toutes les analyses à 53/100ml dans le cas des analyses effectuées sur les eaux de réservoirs fermés et le pourcentage des eaux présentant des *E. coli* passe de 26% à 13% (4 sur 30 prélèvements). De plus, 1 seul échantillon est fortement contaminé par les *E. coli* avec 172 /100ml, les 3 autres n'affichant que 1 ou 2 /100ml. Ces 4 prélèvements présentant des *E. coli* ont soit un séparateur souillé soit une gouttière encombrée de débris. La fermeture du réservoir apparaît donc comme un facteur déterminant de la qualité de l'eau récoltée.

3.1.3. Comparaison avec les résultats de l'eau de surface

Au cours des 3 missions sur le Maroni effectuées le 18 avril, le 19 septembre et 26 octobre 2005, des analyses de l'eau du Maroni (11 analyses par méthode Iddex) ont été effectuées à l'endroit même où elle est puisée par les populations des villages non desservis par les réseaux publics d'alimentation en eau.

Comme la DSDS le constate depuis plusieurs années, la contamination fécale est omniprésente sur les berges du fleuve et des criques, occupées par les populations. Les résultats en *E. coli* sont compris entre 24 et >2400 /100ml avec une médiane de 308 /100ml. Le nombre de coliformes totaux est quant à lui compris entre 900 et >2400 /100ml.

Les réservoirs avec fermeture totale offrent donc un moyen d'alimentation en eau potable nettement plus fiable et de meilleure qualité que celui des eaux de surface.

3.2. Recherches des métaux

Aucune trace de cadmium (seuil de détection : 1µg/l), de nickel (seuil de détection : 15 µg/l) et de mercure (seuil de détection : 0.1µg/l), n'a été décelée.

3 valeurs de plomb (seuil de détection : 10µg/l) comprises entre 12 et 15 µg/l ont été relevés.

4 valeurs de cuivre (seuil de détection : 0.01mg/l) allant de 0.021 à 0.122 mg/l ont été relevées

La moyenne des teneurs en zinc est de 1.3 mg/l avec une valeur maximale à 2,7 mg/l

14 valeurs de fer sont supérieures à 10 µg/l (seuil de détection) avec une valeur maximale de 313 µg/l

Métal recherché	Nombre de mesures	Seuil de détection	Nombre de mesures supérieures au seuil de détection	Valeur impérative (ou valeur guide pour le fer)*	Nombre de dépassement de la valeur impérative
Cadmium	37	1µg/l	0	5 µg/l	0
Nickel	22	15 µg/l	0	20µg/l	0
Plomb	15	10µg/	3	10µg/l	3
Cuivre	37	0.01mg/l	4	2 mg/l	0
Zinc	37		37	3 mg/l	0
Mercure	10	0.1µg/l	0	1 µg/l	0
Fer	37	10 µg/l	4	200 µg/l	2

* : les normes appliquées à l'eau potable contenues dans l'article R1321 du code de la santé publique

La valeur impérative du plomb est dépassée pour 3 échantillons tandis que la valeur guide s'appliquant au fer est dépassée pour deux échantillons.

PARTIE II : INVENTAIRE ET COMPARAISON D'OUTILS D'AMELIORATION DE LA RECUPERATION DE L'EAU DE PLUIE

Une recherche auprès de fabricants a permis d'identifier des systèmes de pré-traitement, désignés souvent sous le terme de « séparateurs ». Dans un premier temps, ces dispositifs ont été testés à partir d'un mode opératoire simple.

Certains dispositifs ne nécessitant pas d'alimentation électrique ont été testés sur une installation pilote à proximité de la station d'eau potable de La Comté au cours de la saison des pluies de mars à juin 2005, permettant d'évaluer, sur le plan qualitatif et quantitatif, leur efficacité.

Une seconde installation pilote située sur la route des plages a permis de tester d'autres outils exigeant de l'électricité.

1. Comparaison des séparateurs disponibles

Sur le fleuve Maroni, les habitants utilisent des tissus ou des grillages pour éviter aux débris de rejoindre le réservoir. Il existe pourtant des moyens plus sophistiqués d'écarter les particules comme l'élimination du premier flux d'eau, qui généralement est le plus sale, car il nettoie les toits et les gouttières. Ce système, quelque peu difficile à mettre en œuvre n'a pas été étudié.

Il existe aussi des systèmes d'adduction de l'eau qui parviennent à donner à l'eau une trajectoire cyclonique et aux débris d'être concentrés au centre de la dépression et par ce moyen écartés de la collecte. Ce système n'a pas été non plus étudié.

Les outils testés sont des séparateurs utilisant un grillage fin pour écarter les débris.

1.1. Description des différents systèmes

- Skimmer (panier à particules) :

Le dispositif de collecte des éléments grossiers est identique à ce qui est installé en piscine. Le nettoyage est manuel et la fréquence dépend de l'accumulation des débris.



- Filtre « 3P Rainus » :

Le filtre est installé dans la descente de la gouttière. L'eau de pluie qui s'écoule pénètre par le haut et est dirigée vers la surface filtrante (120 cm²), qui grâce à sa position oblique rejette les débris et une partie de l'eau vers l'extérieur. L'eau sans débris passe et travers le filtre et est dirigée vers le bas. Ce dispositif est autonettoyant.



- Collecteur à filtre réglable « 3P FS » :

Ce dispositif, branché directement sur le tuyau de descente, est constitué d'un filtre cylindrique positionné transversalement au flux. Il récolte ainsi par dérivation une partie de l'eau débarrassée des débris et laisse passer une autre partie de l'eau contenant ceux-ci.



- Filtre volumétrique

Il est particulièrement adapté au réservoir enterré, car il se branche sur une adduction horizontale et ne peut pas être placé à la sortie d'une gouttière en raison de son grand volume. La surface filtrante (600 cm²) accepte des débits plus importants que le filtre 3P Rainus.



1.2. Test de rendement

Dix essais de rendement (pourcentage de perte en eau) ont été réalisés sur les trois séparateurs qui subissent une perte d'eau (3P Rainus, 3P FS et volumétrique).

Cinquante litres d'eau ont été mélangés avec des poussières et des matières végétales et sont passés 10 fois sur chacun des filtres. Un débit constant égal à 0.7l/s a été choisi pour le passage dans les filtres, tout en sachant que le débit peut être bien supérieur en cas de fortes pluies.

Type de séparateur	« 3P Rainus »	« P FS »	« volumétrique »
Moyenne du rendement (% perte en eau)	10%	20%	14%

1.3. Auto-nettoyage

L'auto-nettoyage est très efficace pour le filtre volumétrique et dans une moindre mesure pour le « 3 P Rainus ». En revanche, la disposition même du filtre « 3P FS » ne permet une évacuation aisée des débris entraînant ainsi des pertes d'eau importantes.

1.4. Facilité d'installation et d'entretien

Le système le plus simple à installer et à nettoyer est le « 3P FS ».

Le « 3 P Rainus » nécessite d'être attaché au toit ; il implique l'utilisation d'un escabeau pour le nettoyage.

Le filtre « volumétrique » ne convient qu'au réservoir enterré ou équipé d'un surpresseur, car il ne peut pas être fixé en hauteur en raison de son poids et son encombrement. Ce dernier présente l'avantage de pouvoir filtrer des débits importants, car il possède une grande surface filtrante.

En conclusion, le séparateur « 3 P Rainus » apparaît comme le « meilleur choix ».

Type de séparateur	Rendement	Auto-nettoyage	Installation/Entretien	Choix
« 3 P Rainus »	Très bon	Passable	Difficile	+++
« 3P FS »	Mauvais	Mauvais	Très facile	+
« Volumétrique »	Passable	Très bon	Difficile	++

2. Installation pilote de la Comté

L'installation pilote retenue est celle d'un particulier habitant sur la commune de Roura, à respectivement 47 km de Cayenne et 20 km de la station météorologique de Rochambeau.

2.1. Description de l'installation testée

Un pluviomètre automatisé a été installé sur le site (auto-videur) de façon à aborder objectivement les aspects quantitatifs. Le pluviomètre utilisé peut enregistrer les précipitations instantanément et cumuler les précipitations.

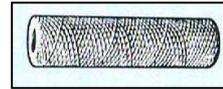
La surface de collecte est constituée d'un demi pan de toit, soit 86 m² en tôle galvanisée ; les gouttières sont en aluminium.

Le séparateur installé est le « Rainus 3P » car il répond le mieux aux trois contraintes principales : rendement, aptitude à l'auto-nettoyage et facilité d'installation.

Un compteur volumétrique précis a été installé en aval du séparateur et en amont du prétraitement afin de connaître la quantité d'eau ayant transitée par la toiture. Les avantages du compteur retenue pour cette expérimentation sont, d'une part sa précision (0.0001 m³) et d'autre part, sa sensibilité (déclenchement pour de très faibles débits). L'inconvénient se situe au niveau de sa membrane fine en amont qui peut retenir des particules en cas d'une séparation insuffisante et empêcher le passage de l'eau.

Divers traitements ont été testés :

• **Cartouche bobinée** : capteur de sédiments, constitué d'un fil de polypropylène enroulé autour d'une armature rigide. Cet élément permet une rétention efficace de toutes les particules solides dont la taille est supérieure à 5 microns.



• **Dosatron** : injecteur de chlore qui ne nécessite pas d'alimentation électrique grâce à une aspiration mécanique exercée par le flux d'eau passant dans la canalisation. La dose de solution chlorée injectée est proportionnelle au volume d'eau qui transite à travers le dosatron.



• **Cartouche carbo-céramique** : élément filtrant constitué de céramique (diamètre de spores égal à 0.45 microns) et de charbon actif.



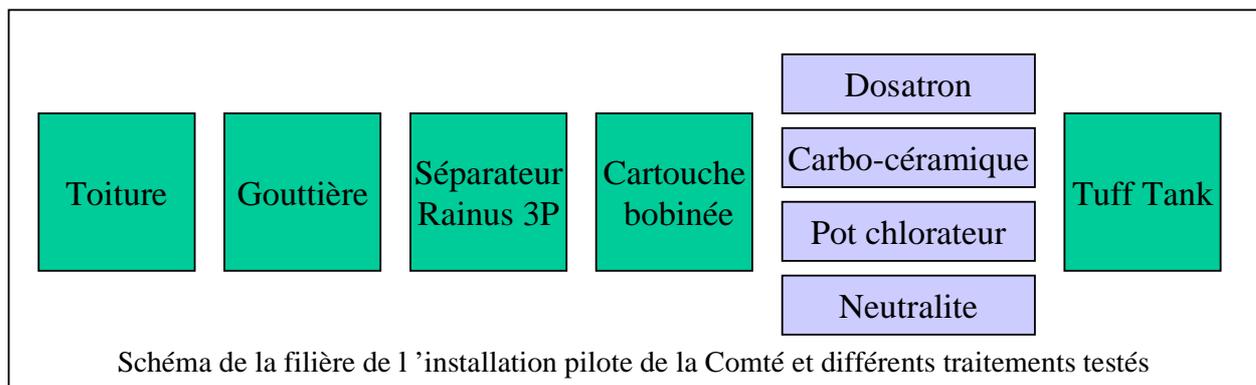
• **Pot chlorateur** : élément permettant une diffusion lente du chlore (HTH) vers le réservoir à travers les pores de céramique micro poreux.



• **Neutralite** : élément calcaire permettant par sa dissolution dans l'eau, une augmentation de la minéralisation.



Le réservoir utilisé est un « Tuff Tank » d'un volume égal à 1.2 m³, identique à ceux utilisés sur le Maroni.



2.2. Résultats

L'obturation du compteur par les débris contenus dans l'eau de pluie récolté a enfreint son bon fonctionnement. Aussi, aucun calcul de rendement du séparateur « Rainus 3P » en fonction de l'intensité de la pluie n'a été possible.

L'utilisation de la cartouche bobinée nécessite le raccordement à un diamètre de canalisation inférieur aux 100 mm généralement disponible à la sortie des gouttières. Il y a donc un risque d'engorgement de l'eau au moment du changement de diamètre, d'autant plus que le filtre bobiné crée également une baisse du débit.

La reminéralisation de l'eau par la présence de neutralite placée dans le réservoir n'a pas été possible, la pression partielle de CO₂ ne permettant pas la dissolution de la neutralite.

Des essais avec le pots chlorateur ont montré que la diffusion de chlore dans l'eau du réservoir était mal maîtrisée, d'autant plus qu'en cas de pluie importante, l'évacuation des eaux par le trop plein conduit à faire baisser la concentration en chlore.

L'injection de chlore automatique par le Dosatron et la filtration à l'aide de la carbo-céramique ne se sont pas avérés possibles dans un tel dispositif à cause du manque de pression.

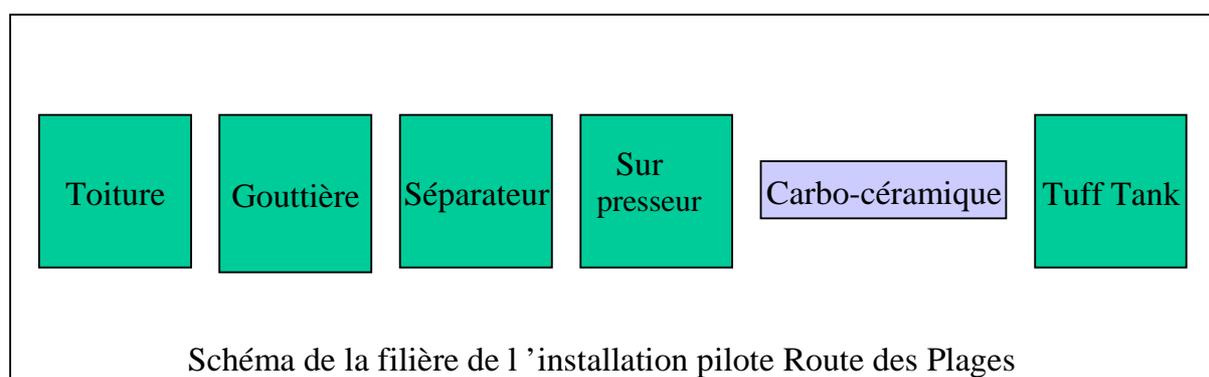
3. Installation pilote Route des plages :

3.1. Description de l'installation

La présence d'une alimentation électrique a permis de d'installer à la sortie du réservoir un filtre à cartouche de carbo-céramique, la même utilisée dans le site pilote de la Comté. Ce filtre est disponible en Guyane et son coût est 100 euros.

La cartouche de carbo-céramique exige une pression de 2.5 bars.

Le surpresseur sélectionné (OUTIROR) délivre une pression maximale de 3.6 bars et autorise un débit maximal de 3.6 m³/h.



3.2. Résultats

La pression obtenue par l'utilisation du surpresseur a permis le passage de l'eau à travers le filtre carbo-céramique.

Par contre, la taille des pores étant de 0.45 μm , ce filtre ne permet pas de retenir les bactéries dont la taille est de l'ordre de 0.2 μm . Aussi, les résultats des analyses bactériologiques sont mauvais et indiquent que ce modèle de filtre ne convient pas au traitement de l'eau pour un usage alimentaire. Le recours à un filtre céramique avec des pores inférieurs à 0.2 μm exige donc une puissance du surpresseur supérieure au modèle sélectionnée.

PARTIE III : PROPOSITION DE FILIERE DE RECUPERATION D'EAU DE PLUIE

1. Récupération d'eau de pluie chez un particulier non raccordé à un réseau public d'alimentation en eau

1.1. La toiture

Il est préférable de ne pas avoir de végétation au dessus du toit collecté afin d'éviter les débris et favoriser l'effet bactéricide du rayonnement UV et de la montée en température de la tôle. Cependant, cette absence de végétation peut nuire au bien-être des habitants en augmentant la température de l'habitat aux heures chaudes.

Le type de surface qui paraît être la plus adaptée à la récolte d'eau de pluie est la tôle non peinte. Aucune étude sérieuse sur la dissolution des métaux ne permet de privilégier un produit en particulier.

1.2. Les gouttières

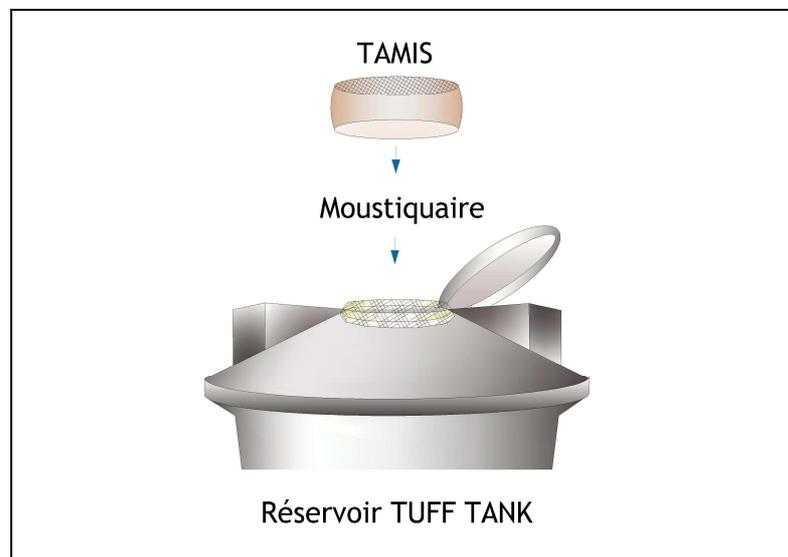
Le système d'adduction doit être simple, sans point bas et pas trop collées aux dessous du toit pour permettre un nettoyage aisé. La tôle est préférée au PVC, car sa rigidité évite les points bas et en raison de meilleure résistance aux UV et à la température.

1.3. Le séparateur et les filtres

Le couple grillage et moustiquaire fine semble le mieux adapté à retenir les débris et éviter aux moustiques de rejoindre le réservoir.

Pour le grillage, un tamis cerclé de bois et posé à l'envers permet une bonne stabilité, un nettoyage manuel facile et un auto-nettoyage par le vent.

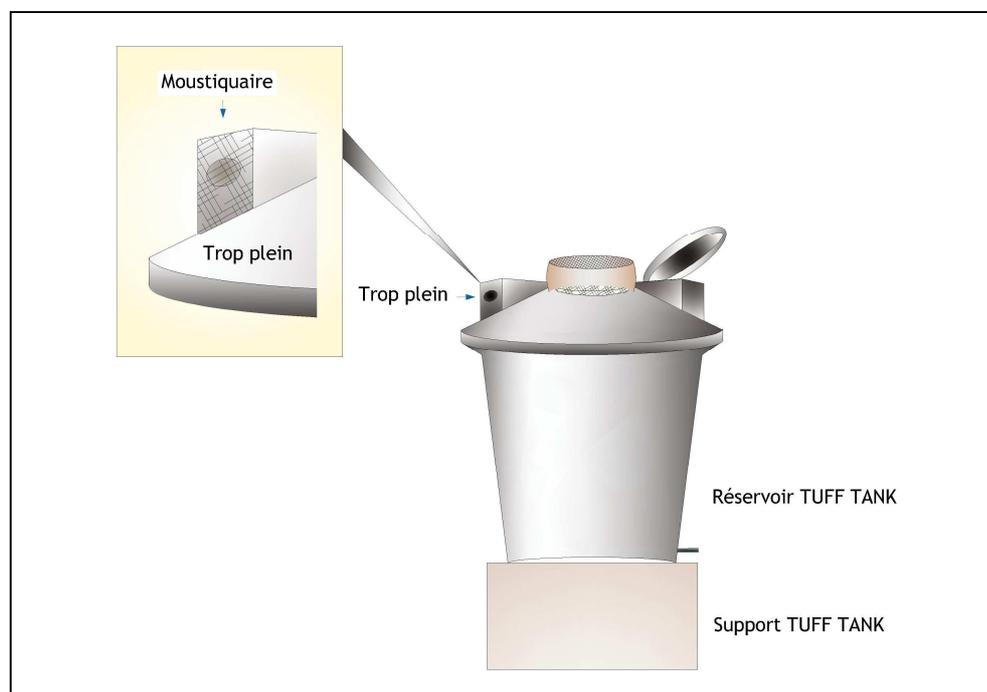
La moustiquaire non imprégnée doit être à maille fine et doit être fixée à l'aide de fil autour de la bordure de l'ouverture ronde.



1.4. Le réservoir

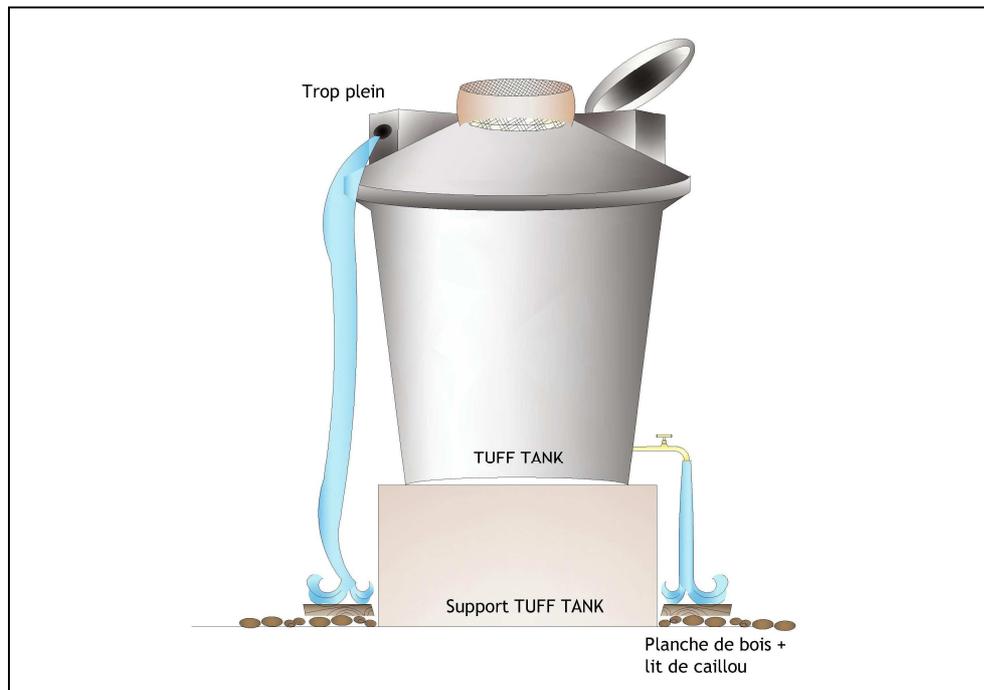
Le « Tuff Tank », par sa disponibilité et son coût faible, est le réservoir « idéal ». Plus son volume est grand, plus l'autonomie augmente en saison sèche. Cependant, la hauteur des toits et des gouttières étant basses, il n'est pas toujours possible de s'équiper d'un réservoir volumineux. Le volume est donc contraint par l'habitat et les moyens financiers. Il doit être équipé d'un robinet et d'un trop plein obturé par un grillage ou un tissu de moustiquaire.

Le réservoir doit être surélevé à l'aide d'un socle cimenté permettant une bonne stabilité et suffisamment solide pour recevoir entre 1 et 3 tonnes selon le volume du réservoir. Cela implique de faire un support en béton armé d'une dizaine de cm de hauteur au minimum, de façon à permettre les remplissages des contenants au robinet situé 20 cm au dessus du fond du réservoir. Il n'est pas acceptable - et c'est rarement le cas sur le long du fleuve - de réaliser une fosse pour pouvoir remplir des seaux, car elle constituerait inmanquablement un gîte larvaire à moustiques.



1.5. Les écoulements d'eau

Le sol situé au droit du robinet et du trop plein doit être constitué de gravier afin d'éviter les stagnations d'eau favorables à la prolifération des moustiques. Une planche de bois ou une pierre plate doit aussi être installée pour jouer le rôle de brise jet et empêcher ainsi la formation de trous pouvant être remplis d'eau.



1.6. Utilisation d'un filtre en céramique micro-poreuse

L'eau de pluie collectée dans les conditions énoncées précédemment permet d'obtenir une eau dénuée de matières en suspension. Cette eau pourra ainsi transiter sans risque de colmatage prématuré dans des filtres à bougies en céramique micro-poreuse, répondant en Guyane à l'appellation de « filtre brésilien ». Ces filtres étaient exportés depuis le Brésil et vendus en Guyane il y a encore 20 ans. Depuis, l'acquisition de ces filtres n'est possible qu'au Brésil pour une somme qui varie entre 20 et 30 euros suivant le modèle. Les tailles des pores de la céramique n'excédant pas 1 μm , les micro-organismes pathogènes (bactéries, parasites) sont retenus.



1.7. Entretien des installations

Le tamis doit être régulièrement nettoyé et le réservoir démonté et basculé afin d'évacuer les éléments grossiers qui, peuvent s'être introduits. Afin d'éviter l'arrivée des premières

eaux après la saison sèche, le propriétaire a tout intérêt s'il le peut, à déconnecter son dispositif de collecte.

1.8. Coût estimatif de l'installation

Les prix du matériel sont d'autant plus chers que l'on s'éloigne de Saint Laurent du Maroni. Les prix donnés dans ce qui suit, sont ceux des distributeurs sur le littoral. Les prix de Saint Laurent du Maroni et d'Albina, ville frontière du Surinam, sont les mêmes.

Le réservoir représente l'investissement principale de la récolte d'eau de pluie avec suivant le volume de 100 à 200 euros. Le socle cimenté constitue également un coût important qui est estimé à 30 euros, comprenant 2 sacs de ciment et des fers à béton, compte tenu que le sable et les graviers peuvent être extraits sur place. Une structure solide en bois dans le cas de petits réservoirs est aussi envisageable.

Une gouttière en tôle pliée doit pouvoir être achetée à 30 euros les 4 mètres sur 1 mètre. En la divisant en 2, on peut ainsi récupérer 8 mètres de toiture.

Il faut compter environ 20 euros pour un tamis et 5 euros pour 1 m² de moustiquaire.

Enfin, l'acquisition d'un filtre brésilien revient à 30 euros.

Le coût de l'installation pour un particulier qui aurait déjà une toiture adaptée à la récolte d'eau de pluie est estimé à moins de 200 euros au départ de Saint Laurent du Maroni ou d'Albina.

2. Récupération pour une structure de type dispensaire

2.1. Toiture

La nature de la toiture doit être une tôle non peinte. Les pentes du toit doivent être suffisamment fortes pour empêcher la fixation de débris.

La hauteur du bâtiment doit permettre d'y installer un réservoir surmonté d'un séparateur « Rainus 3P » d'une hauteur de 50 cm.

Ici encore, la hauteur du réservoir dépend de son volume.

2.2. Gouttières

Les gouttières ne doivent pas être trop collées au toit et être toujours accessible à l'aide d'une échelle afin d'en permettre le nettoyage. Les attaches gouttières doivent être très rapprochées afin d'éviter la formation de point bas par affaissement. Une attention particulière doit être apportée à la liaison entre les portions de gouttières afin d'éviter une nouvelle fois des points bas ainsi qu'à la pente qui doit être bien marquée.

Les matériaux des gouttières peuvent être en PVC ou en tôle.

2.3. Le séparateur « Rainus 3P »

Le séparateur « Rainus 3P » doit être accessible afin d'être nettoyé et le flux d'eau qu'il rejette ne doit pas donner lieu à des stagnations d'eau. Son prix en France métropolitaine est de l'ordre de 100 euros. Il doit être commandé au distributeur 3P Technik en France métropolitaine.

2.4. Réservoir

Dans le cas de l'équipement d'un centre de santé, il convient de mettre en place un réservoir agréé au contact alimentaire NF, qui est plus onéreux (1100 euros à Cayenne) que les Tuff Tank que l'on trouve sur le Fleuve Maroni au prix de 100 euros.

2.5. Traitement

Une cartouche bobinée doit être placée à la sortie du réservoir et nécessite un nettoyage régulier. La faible minéralisation de l'eau ne devrait pas conduire à la formation d'algues vertes.

Deux types de traitements sont alors possibles : une cartouche en céramique (100 à 300 euros) et une injection de chlore de type « Dosatron » (200 euros).

Dans les deux cas l'installation d'un surpresseur est nécessaire.

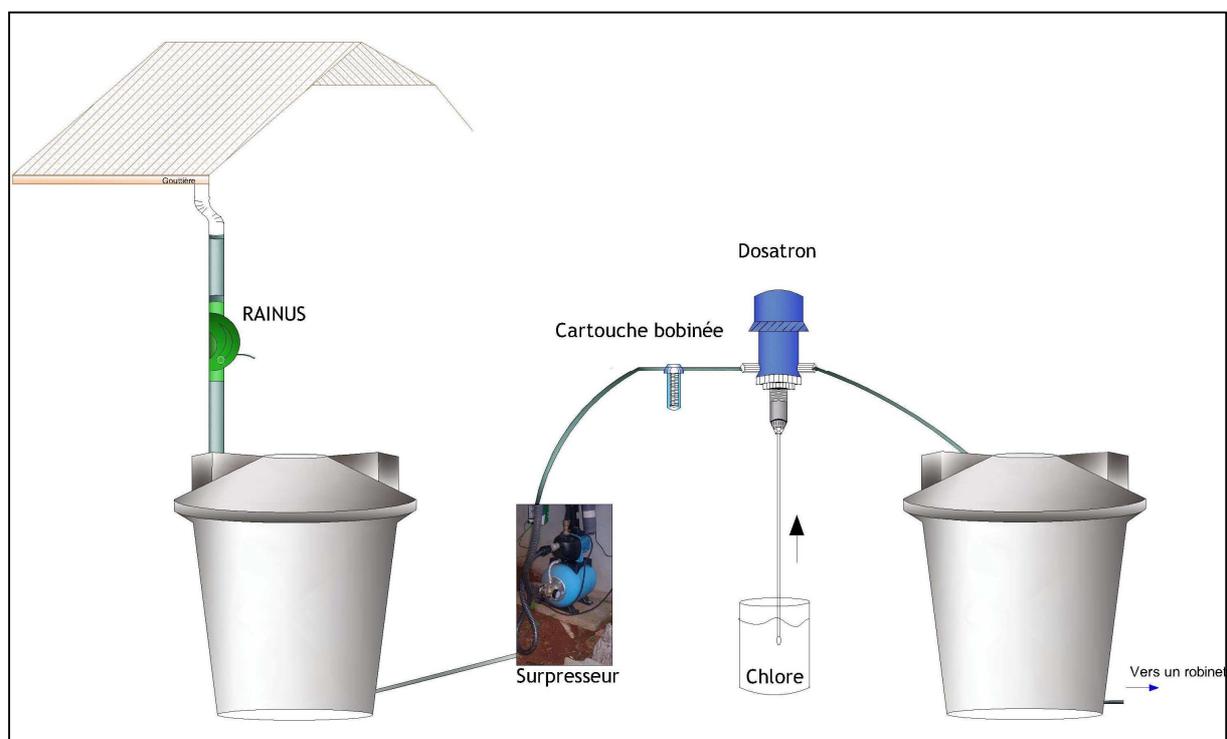
Dans le cas de l'injection automatique de chlore, l'ajout d'un deuxième réservoir est indispensable, car un temps de contact est nécessaire pour la désinfection par la chlore.

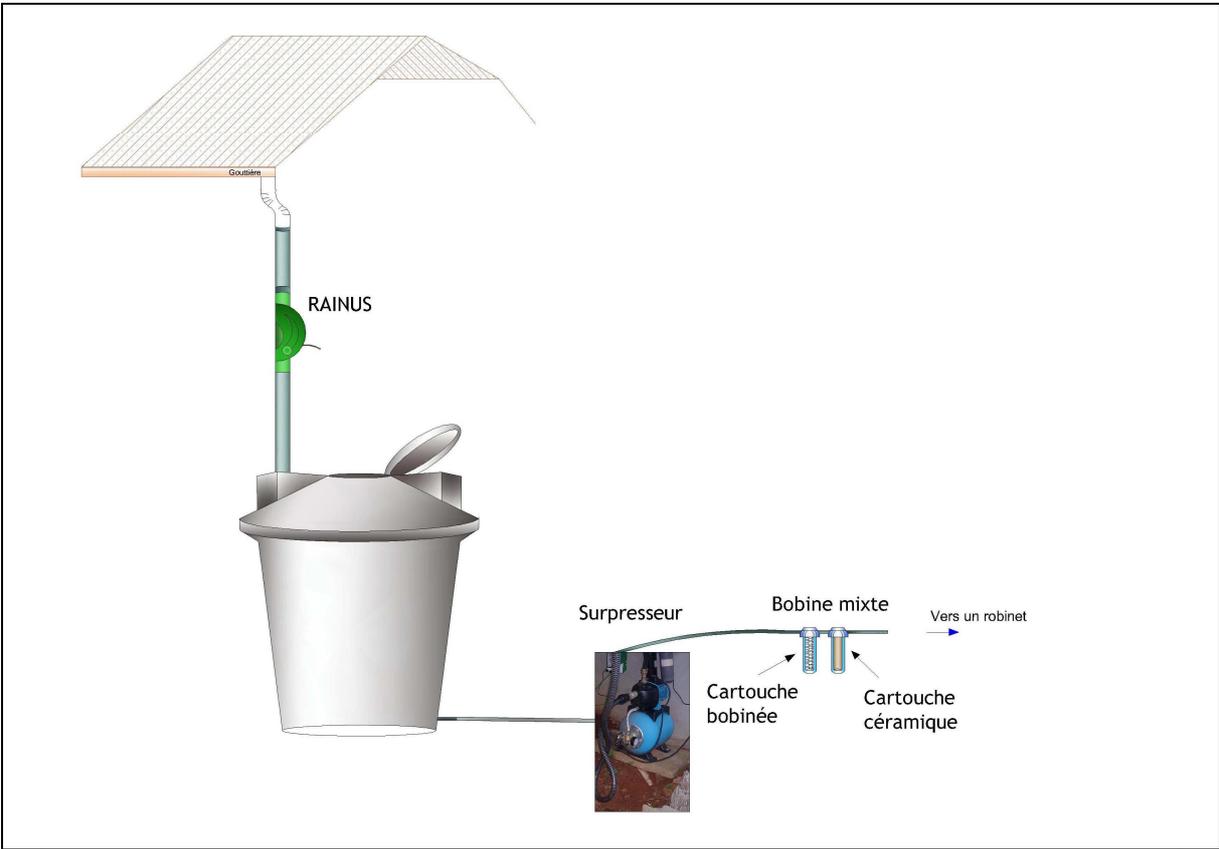
2.6. Coût estimatif de l'installation

Plus que dans le cas de la récolte individuelle, le réservoir représente l'investissement principale de la récolte d'eau de pluie, puisque le coût d'un réservoir agréé au contact alimentaire est supérieur à 1100 euros à partir d'un distributeur de Cayenne.

Dans le cas du doublement des réservoirs, l'unité de stockage représente un coût supérieur à 2200 euros à partir de Cayenne. Il faut également prévoir dans le cas du Dosatron, un système électrique de mise en marche du surpresseur par poire de niveau. La réalisation d'un socle est négligeable devant la prix du réservoir, bien que la prestation auprès d'une entreprise privée puisse faire monter la coût en raison de l'éloignement du site.

Le séparateur Rainus, la cartouche bobinée et le filtre en céramique ou le dosatron représente un investissement de l'ordre de 200 à 300 euros, qui restent négligeables devant l'achat de réservoirs.





CONCLUSION

Les observations sur les techniques de récupération de l'eau de pluie le long du Maroni, couplées aux analyses bactériologiques ont montré qu'il est possible d'obtenir une eau « propre » à condition de procéder à une fermeture totale du réservoir. A partir du savoir faire constaté chez certains particuliers et de la disponibilité et le coût des matériaux, une filière de récolte alliant étanchéité du réservoir et élimination des débris a été retenue. Ce dispositif tient également compte du risque liée au développement de gîtes larvaires de moustiques et recommande une adduction simple constituée de gouttière accessible et sans points bas, et insiste une nouvelle fois sur l'intérêt qu'il y a à fermer le réservoir et à l'entretenir régulièrement. Les contraintes liées au coût et à la disponibilité ont également été pris en compte. Le recours à l'utilisation complémentaire d'un « filtre brésilien » pour l'eau destinée à la consommation directe de l'eau serait une garantie mais implique de pouvoir disposer de ce type de matériel en Guyane et plus particulièrement sur le Maroni.

Pour les structures de type « dispensaire », désireux d'avoir une alimentation pérenne en eau potable, l'assurance que la maintenance puisse être réalisée et la présence d'électricité conduisent à proposer une filière plus complexe équipée d'un traitement par chloration ou micro-filtration. Cette filière doit en plus de l'entretien régulier faire l'objet d'un autocontrôle de la part du propriétaire et d'un contrôle sanitaire de la DSDS.

La récolte d'eau de pluie par les populations du fleuve représente une alternative très intéressante à l'utilisation de l'eau de surface contaminée. La diffusion d'une plaquette aidant à la réalisation de la filière idéale, ainsi qu'à son entretien, et conseillant le passage à travers un « filtre brésilien » de l'eau de pluie voire de l'eau de surface en cas de pénurie dans les réservoirs en période sèche, pourraient aider à lutter efficacement contre les maladies entériques et vectorielles dans les villages non équipés d'une alimentation en eau.