

**UN APPOINT D'EAU DOUCE
DANS LES ILES DU SALOUM ?
EXAMEN DES POSSIBILITES
DES DISTILLATEURS SOLAIRES**

J. PAGES *

C. CHABOUD *

I. s o w **

F. LALOE *

(*) Chercheurs ORSTOM, en poste à l'ISRA

(**) Techniciens, CRODT

Direction des Recherches sur les Productions Halieutiques

RESUME

Le problème de l'eau douce dans les îles du Saloum (Sénégal) est décrit en comparant la structure démographique aux ressources en eau.

Le principe général des distillateurs solaires est rappelé. Nous présentons un modèle réalisé avec des **matériaux** peu sophistiqués, que nous avons testés en fonctionnement réel. Ce modèle, ou des variantes améliorées, serait réalisable par les populations concernées.

La rentabilité financière reste assurée avec un remplacement total du vitrage tous les 4 ans. Les **autres** facteurs de décision (approvisionnement indépendant en eau douce) ne sont pas chiffrables.

Mots clés : Distillateurs/ Eau douce/ Iles du Saloum/ Sénégal/ Coût/ Demande en eau de mer.

ABSTRACT

Several islands dot the Saloum pseudo-delta (**Senegal**, West Africa). This "inverse estuary" is hyper saline. Fresh water is becoming scarce, mostly due to a prolonged drought. We **describe** the extent of this scarcity, comparing the population needs with the available water supply.

After a reminder of the general **principles** of solar stills, we **describe** a model built from traditional materials and which has been run under realistic conditions. This model, with further possible improvements, **could** be built and used by populations. Financial **analysis** shows that **such** a still remains **competitive** when the whole glass **cover** lasts for more than 4 **years**. Availability of an independent supply of pure water is a **factor** which cannot be quantified.

Key words : Solar **stills**/ Fresh **water**/ Saloum islands/ **Senegal**/ **Cost**/ Demand for water.

INTRODUCTION

Dans les sociétés urbanisées, la distribution de l'eau douce est centralisée et organisée par la collectivité. Pour une population moins concentrée, la satisfaction des besoins individuels peut être organisée à petite échelle, éventuellement avec une technologie (et des investissements) relevant de l'individu ou de la cellule familiale.

Dans les îles du Saloum, au Sénégal, l'eau douce est devenue une denrée rare, non par accroissement démographique, mais bien par suite d'une diminution des ressources en raison d'une sécheresse prolongée. L'eau saumâtre ou salée, par contre, abonde ; l'énergie solaire n'est pas limitante. La solution des distillateurs solaires de petite taille semble particulièrement adéquate.

LES BESOINS ET LES RESSOURCES

RAPPEL DU CADRE GEOGRAPHIQUE

L'estuaire du Saloum (fig.1), avec ses nombreux chenaux, est depuis longtemps un "estuaire inverse", où la salinité augmente vers l'amont (35% à l'embouchure, 55 % à Fouldiougne). Cette inversion est due à une forte évaporation, très supérieure aux maigres apports pluviaux, et à une pente nulle du cours du fleuve. L'eau de mer remonte ainsi vers l'amont et se concentre. La sécheresse, persistante depuis les années soixante, a amplifié le processus ⁽¹⁾ ; les nappes aquifères, insuffisamment rechargées, sont progressivement contaminées par le sel.

LES POPULATIONS

Sur près de 1 500 km² au total vit une population estimée à 10 000 ou 15 000 personnes (soit moins de 10 h/km²).

Au Nord du Diomboss s'étendent les îles Nyominka. Dix sept villages abritent une ethnie sérère d'environ 8 000 résidents permanents, pour une population "de droit" de 20 000 personnes.

Cette émigration (60 à 70 %) semble liée pour une bonne part au manque d'eau douce ; la riziculture est à peu près abandonnée.

Au Sud du Diomboss, les trois principaux villages socé (ethnie mandingue) comptent 3 000 résidents pour une population "de droit" de 3 700 personnes.

LES BESOINS ET LES RESSOURCES EN EAU

Si les besoins individuels en eau sont fixés officiellement à 25 litres par jour, nous considérons que les besoins incompressibles (boisson et cuisine) sont d'environ 10 litres ; la ration de survie "confortable" en climat aride est estimée à 5 litres. D'après les chiffres de population résidente moyenne, nous pouvons estimer que les besoins "incompressibles" totaux sont de 100 à 150 m³ par jour pour l'ensemble des villages des îles.

On constate que ces besoins relativement faibles sont fort mal couverts dans le détail. Les puits, parfois salés, ont souvent un débit insuffisant et peuvent s'assécher une partie de l'année. Les forages, encore peu nombreux, fournissent souvent une eau déjà saumâtre.

⁽¹⁾ Les salins du Sine-Saloum sont installés à Kaolack depuis 1929.

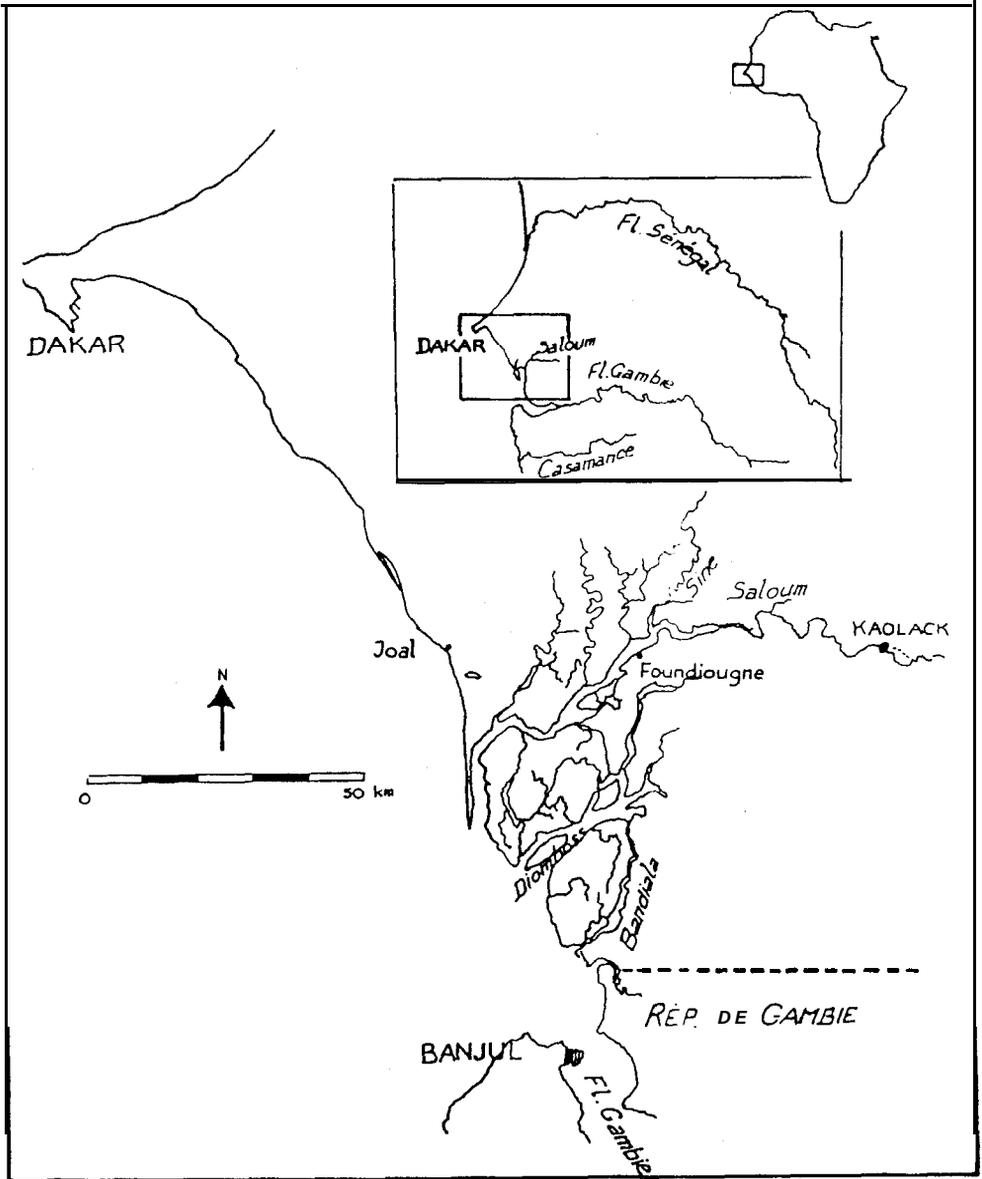


FIG. 1 : CARTE DE SITUATION

C'est ainsi que bien des villages dépendent de l'eau douce transportée par pirogue à partir des rares points d'eau permanents (Sokone, **Simal**, parfois Ndangane, Kaolack). Ces longs trajets entraînent des frais même si l'accès au puits est souvent libre : le litre d'eau revient ainsi, en moyenne, à 4 F CFA (1) (2). Le temps et la dépense d'énergie musculaire ne sont pas pris en compte.

LES DISTILLATEURS SOLAIRES

PRINCIPES GENERAUX

La distillation de l'eau par chauffage est ancienne et bien connue. Les distillateurs solaires de tous modèles sont largement répandus. Dans le cas présent, nous avons posé pour principe de départ que les populations devraient être directement impliquées ; de cet a priori découlent :

- La recherche de technologies simples : la mise en œuvre de matériaux "de pointe" (fibre de verre, plastiques...) est délicate en milieu rural, et risque d'amener une centralisation que nous voulons éviter. Inversement, le recours à des matériaux bien connus, et simples (ciment, bois) permet aux populations d'être indépendantes, à tous points de vue, des ressources et/ou de l'aide extérieure.
- La recherche d'un prix réduit : les dons doivent être évités, pour des raisons de morale publique autant que de motivation. Idéalement, seule la motivation de l'individu devrait décider.

Ces deux principes complémentaires n'excluent pas une recherche de la production, mais celle-ci doit rester secondaire en cas de conflit. Nous rappellerons que dans les conditions du Sénégal, la production théorique maximum possible est d'environ 4,5 litres par m² par jour (3).

REALISATIONS AU CRODT

Après quelques essais sur un modèle expérimental, nous avons réalisé deux modèles apparentés successifs. Le modèle "MKI" est le plus simple ; le "MKII" en est la modification par adjonction de gradins. Dans les deux cas, nous avons utilisé le ciment.

Modèle "MKI" (fig. 2)

Ce modèle de 1,25 m² en eau a fonctionné à partir de novembre 1986. Alimenté en eau de mer, il a produit 2,5 l d'eau douce par jour sous ensoleillement moyen (vent de sable) ; par "grand beau temps", nous avons atteint 3,0 l (soit 2,4 l. m⁻²) (4).

(1) Des prix exceptionnels de 50 FCFA au litre nous ont été mentionnés.

(2) La SONEES facture, à Dakar, l'eau douce potable à environ 250 FCFA le m³, soit 16 fois moins cher. La qualité de l'eau de certains puits semble discutable, en dehors de sa salinité.

(3) En admettant une insolation journalière de 3 kWh.m⁻² = 1/m² (ce qui n'est pas le maximum), et une chaleur de vaporisation de 550 cal. par gramme d'eau (H₂O).

(4) Un colorant noir dissous dans l'eau amène la production à 3,6 l par jour, sous fort ensoleillement.

Le coût initial de ce modèle a été grevé de frais annexes, correspondant autant aux inévitables tâtonnements qu'aux impératifs d'"esthétique" (dont recours à un maçon, finition extérieure avec peinture, etc...). Son coût réel peut être estimé à 17 000 F CFA, dont le vitrage (5) représente la majeure part (10 000 F CFA).

Modèle "MKII" (fig. n° 3)

Le rendement d'un condenseur dépend (toutes choses égales par ailleurs) de la distance entre source chaude (l'eau de mer) et source froide (la vitre). Des gradins, rapprochant les deux par un artifice géométrique, devraient améliorer la production (6). Nos calculs montraient que 3 ou 4 marches représentaient un optimum ; nous avons donc modifié le "MKI" en construisant à l'intérieur 2 gradins supplémentaires.

En septembre 1987, malgré des conditions peu favorables (nébulosité forte et température de l'air élevée) la production a oscillé entre 2,6 et 3,9 litres par 24 h (2.2 à 3.2 l.m²). L'amélioration par rapport au "MKI" est donc de 1/3, tandis que le coût reste identique.

ESSAIS SUR LE TERRAIN

Avec la collaboration de CARITAS-Sénégal, nous avons construit un distillateur de type "MKI" à Fambine (fig. 4), dans les îles du Saloum. La "main d'œuvre" n'était pas spécialement qualifiée ; dans des conditions de travail réalistes, la construction du bassin a pris deux jours.

Le détail marquant a été l'isolement thermique du fond, au moyen de 10 cm de son de mil et 10 cm de coquillages damés.

Ce distillateur, d'une surface de 1,9 m², a été mis en service en juillet 1987 (période défavorable), la production a atteint 6 l, soit 3,1 l.m². L'isolement thermique, bien que rudimentaire, est donc efficace.

Le coût de ce distillateur s'élève à 21 380 F CFA : là encore, inévitablement, le vitrage représente le poste principal de dépense.

-
- (5) Vitre de 3 mm, en une seule épaisseur. Nos essais ont montré que le coût et la complexité de montage d'un double vitrage ne se justifient pas au niveau du rendement dans les conditions présentes.
 - (6) Une solution alternative serait des bassins plus étroits, mais la fabrication de la gouttière de collecte est délicate.

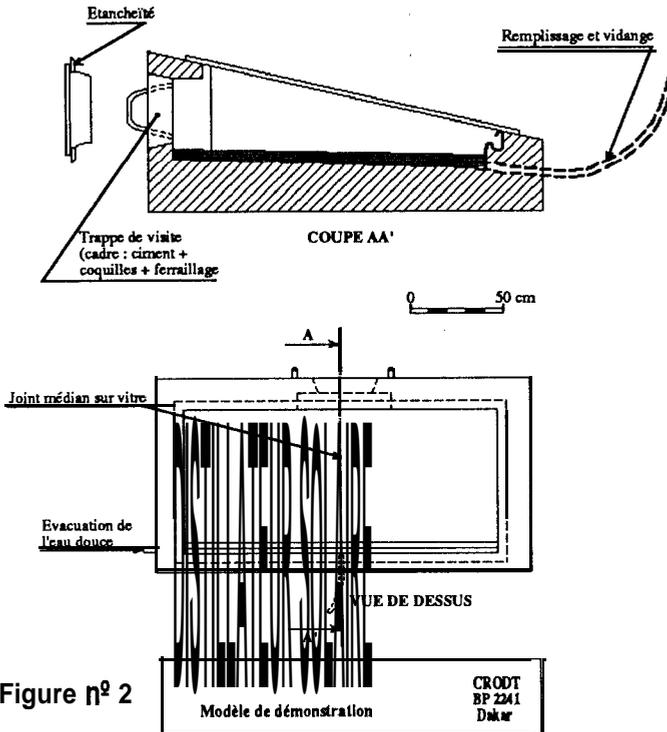


Figure n° 2

- CONSTRUCTION**
- Parpaings avec chappe ciment
 - Fond traité par "Rubson liquid rubber" noir, 2 couches
 - Vitre 3 mm, lutée par bougie fondue joint médian, mastic silicone
 - Etanchéité trappe chambre à air découpée, 1 épaisseur
 - Trappe béton armé

- CARACTERISTIQUES**
- Dimensions externes 1,9 x 1,0 m
 - Surface en eau 0,79 x 1,6 = 1,26 m²
 - Surface vitre utile 0,75 x 1,59 = 1,19 m²
 - Production 2,6 litres / jour
 - Mise en service novembre 1986

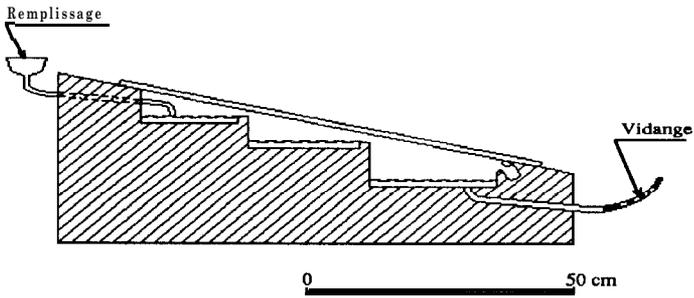


Figure n° 3

DISTILLATEUR SOLAIRE
MODELE A GRADINS

Dimensions externes : 1,90 x 1,00 m
surface en eau : 1,22 m

Parpaings et ciment
Etanchéité par "Rubson liquid rubber" noir. 2 couches
Vitrage : 3 mm

Mise en service : Septembre 1987
Production : 3.7 l / jour

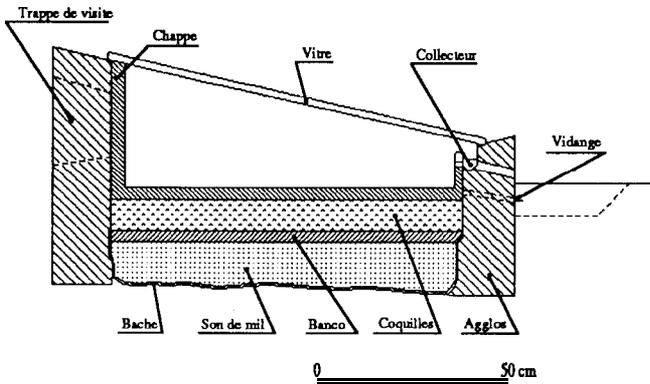


Figure n° 4

DISTILLATEUR DE "TERRAIN"
Construit à Fambine (Iles du Saloum)

RENTABILITE

Nous avons tenté d'estimer la **rentabilité** de notre "modèle de démonstration" MKI, en utilisant la méthode du "cash-flow actualisé".

Les éléments du calcul sont :

- investissement 20 000 F CFA
- production 1 400 litres par an
- coût d'entretien : 12 000 F CFA (remplacement du vitrage complet, en cas de bris)
- taux d'actualisation : 12 % par an.

Pour une durée de vie de 10 ans du dispositif, le "prix critique" du litre d'eau (c'est-à-dire celui pour lequel est atteint le seuil de rentabilité) produit est très sensible à la fréquence de remplacement de la vitre :

Remplacement	1 an	2 ans	5 ans	10 ans
prix (F CFA) du litre	11	6,8	3,3	2,6

Puisque le litre d'eau amené de l'extérieur coûte environ 4 F CFA, un distillateur ne sera compétitif que si le vitrage entier dure plus de 4 ans. Deux conséquences sont à tirer :

- un enclos, pouvant être rudimentaire et de coût nul sera rentable, en excluant le bétail divaguant, et améliorera la sécurité pour les enfants ;
- plusieurs vitres de petite largeur seront préférables à un seul panneau de grandes dimensions.

DISCUSSION

Dans l'état actuel, nos distillateurs peuvent être compétitifs. Des améliorations semblent cependant possibles sur la production, sur le coût et sur la conception globale.

PRODUCTION

Un isolement thermique plus poussé augmentera le gradient (1). Mais la mise au point d'un colorant peu coûteux, soluble (2) dans l'eau de mer accroîtrait la production, nous l'avons vu, en diminuant l'importance de l'isolement thermique.

-
- (1) La production, D (en litres par heure), est fonction linéaire de la différence de température T (en °C) entre l'intérieur et l'extérieur : $D = 0,13 \cdot T + 0,12$ (mesures faites sur le "MKI").
 - (2) L'encre de seiche, qui est une émulsion, se dépose rapidement, puis se décompose (attaque bactérienne ?).

Une circulation forcée en circuit fermé, bien qu'améliorant la production (30 % de gain avec un ventilateur de 5 W), ne semble guère réalisable dans les conditions rustiques prévues.

COUT

Le vitrage, poste le plus important, semble incompressible (3). Pour diminuer la quantité de ciment utilisé, l'emploi du banco serait à développer ; des briques en terre, cuites de préférence, pourraient recevoir une simple **chappe** de mortier blanc (4). Une solution de remplacement pour le mastic reste à trouver (5).

CONCEPTION GLOBALE

L'évacuation des saumures est une **nécessité** (6). Une trappe de visite **semble** utile (sinon indispensable) pour le nettoyage, mais la disposition en gradins en complique sérieusement la réalisation.

Il est probable qu'une fabrication à assez grande échelle par "éléments modulaires" permettrait quelques économies, sans pourtant modifier nettement la rentabilité finale.

Il semble peu probable que l'obtention de sel à partir des saumures résiduelles soit une perspective réellement intéressante, il est de toute façon exclu de laisser les croûtes de sel se former dans le distillateur, ce qui impliquerait **des installations supplémentaires**.

CONCLUSION

Nous avons vu qu'un distillateur solaire relativement rudimentaire peut être compétitif dans les conditions qui règnent dans les îles du Saloum. Trois remarques **découlent** de cela :

a - Amélioration

Le CRODT n'a pas les moyens, ni statutaires, ni humains, ni financiers (sauf **décision** officielle), de poursuivre les **nécessaires** expérimentations et de **procéder** à la vulgarisation. Il est probable que seule une O.N.G. pourrait efficacement poursuivre l'action entamée.

- (3) Toutes les matières plastiques essayées laissent mal ruisseler l'eau de condensation, sauf à des pentes prohibitives (distance accrue entre eau et paroi froide). **Leur** résistance aux UV est variable, la tenue à l'abrasion (sable) est faible.
- (4) Les premiers essais de fabrication de briques, à partir de **terre** argileuse (sols bruns de Joal) étaient prometteurs.
- (5) Les mastics industriels (**vinyl**, butyl ou silicone) sont chers, bien que très performants. **Le** mastic de vitrier ne **résiste** pas à l'humidité saturante permanente. La bougie fondue, qui semblait **adéquate**, a une mauvaise tenue mécanique aux températures élevées **de** milieu de journée. Un moulage soigneux du ciment, en utilisant les vitres elles-mêmes comme coffrage, peut être **une** solution si on **évite** l'adhérence.
- (6) L'évaporation diminue quand la salinité augmente : nous avons mesuré une baisse de 35 %, par rapport à l'eau douce, pour une eau à 150 **g/l**.

b · Compétitivité du procédé

Ce n'est que dans les zones souffrant d'une pénurie modérée d'eau douce potable qu'un distillateur solaire pourra s'implanter. L'eau produite restera un appoint, sinon un produit de luxe (thé des adultes, boisson des enfants...).

c · Extension possible

Les commentaires spontanés des populations dans les îles du Saloum indiquent que, malgré la nouveauté du dispositif installé à Fambine :

- le principe de base est bien compris, à la fois quant au fonctionnement et surtout, quant aux possibilités et aux limitations d'un tel montage volontairement rustique,
- la réalisation locale ne poserait pas de problème majeur,
- les populations sont très intéressées, et prêtes à participer,
- le problème majeur est la démonstration, l'explication, donc finalement le "transfert de technologie" souvent mentionné, mais rarement possible.

Des zones analogues aux îles du Saloum existent sans doute ailleurs au Sénégal, et pourraient profiter de distillateurs solaires. Cependant, l'exemple inverse des Imraghen, en Mauritanie, montre qu'une telle technique n'est pas obligatoirement comprise et acceptée, surtout si la population n'est pas directement impliquée et ne se sent pas concernée.

En résumé, les distillateurs solaires pourraient amener une aide ponctuelle, au prix de quelques améliorations, à condition de privilégier des technologies simples. Ils ne sauraient pourtant, évidemment, résoudre l'ensemble du problème de la sécheresse au Sahel. Le support des populations est nécessaire. Mais surtout, la condition sine qua non est une action concrète, et non des projets.

VIENT DE PARAITRE

**INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES**

CAHIERS D'INFORMATION

**LE PARC
DE MATERIELS
DE CULTURE ATTELEE
ET LES POSSIBILITES
DE SA MAINTENANCE
DANS
LE DEPARTEMENT
DE FATICK**

Résultats d'enquêtes

M. HAYARD

ISBN 0995 8796

Vol 4

N° 5