



HAL
open science

Modèle de pompe solaire Sofretes. Première station de pompage solaire commercialisée au monde. Station de village de Medina Dakhar (Sénégal, 1976) [Dossier de présentation de la maquette du Musée des Arts et Métiers à Paris]

Frédéric Caille

► **To cite this version:**

Frédéric Caille. Modèle de pompe solaire Sofretes. Première station de pompage solaire commercialisée au monde. Station de village de Medina Dakhar (Sénégal, 1976) [Dossier de présentation de la maquette du Musée des Arts et Métiers à Paris]. 2019. halshs-02165233

HAL Id: halshs-02165233

<https://shs.hal.science/halshs-02165233>

Submitted on 25 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Modèle de pompe solaire Sofretes

Première station de pompage solaire commercialisée au monde

Station de village de Medina Dakhar (Sénégal, 1976)

Les pompes solaires thermodynamiques mises au point par la Sofretes (Société Française d'Etudes Thermiques et d'Energie Solaire, 1973-1983) sont la première avancée marquante dans le domaine de l'utilisation directe du rayonnement solaire comme force motrice depuis le moteur solaire inventé par le Français Augustin Mouchot entre 1869 et 1878.

Le seul exemplaire connu de son « moteur-concentrateur » solaire, au 1/10, dans la version améliorée avec son associé Abel Pifre, se trouve d'ailleurs au musée des Arts et Métiers.

En 100 années, dans ce domaine clef de l'usage direct de l'énergie solaire, ne seront en effet réalisées que la centrale solaire de l'ingénieur américain Frank Shuman à Maadi, en Egypte, en 1913 (dont aucune trace n'a été conservée), puis les pompes solaires italiennes SOMOR (SOciéta MOtori Recupero del calore solare e del calore perduto, 1949-1963), mises au point par l'artisan-inventeur Daniele Gasparini et l'ingénieur Ferruccio Grassi.

L'ingénieur français Jean-Pierre Girardier (1934-2017), créateur de la Sofretes, utilisera d'ailleurs pour la réalisation de sa thèse de physique à Dakar, sous la direction du professeur Masson, une pompe SOMOR.

Mais il développe ensuite rapidement, avec ce dernier, un premier moteur-pompe solaire (brevet de moteur solaire Masson-Girardier du 28 mai 1965 INPI-n°1485515).

N° d'ordre : I



THÈSES

PRÉSENTÉES A LA
FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE DAKAR

POUR OBTENIR LE TITRE DE
Docteur de l'Université de Dakar
MENTION « SCIENCES »

PAR
Jean-Pierre GIRARDIER
Ingénieur de l'École polytechnique fédérale de Zürich

PREMIÈRE THÈSE
Les pompes solaires

DEUXIÈME THÈSE
Propositions données par la Faculté

Soutenues le 9 Mars 1963, devant la Commission d'Examen

MM. MASSON	} EXAMINATEURS
MARCHAND	
ROBIN	
M ^{lle} SALVADOR	
	PRÉSIDENT

4658

Jean-Pierre Girardier ne va avoir de cesse d'améliorer ce moteur-pompe au fil de divers prototypes à Dakar (à l'Institut de Physique Météorologique qui devient ensuite le CERER, Centre d'Etudes et de Recherches Sur les Energies Renouvelables), puis au Niger, en collaboration avec le physicien Abdou Moumouni Dioffo.

Ci-dessous : Images extraites de l'album personnel de Jean-Pierre Girardier

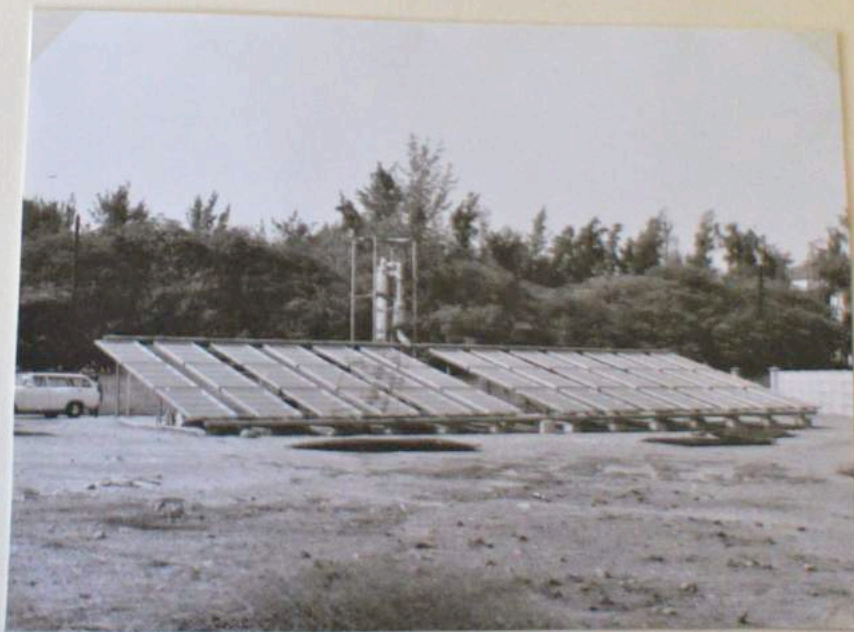


SE GAL

DAKAR - SENEGAL

Première pompe opérationnelle

Date de réalisation - 1969
Surface du collecteur - 88 m²
Débit - 5 à 6 m³/h
H.M.T - 20 à 30 m



La création de la société d'économie mixte Sofretes, avec le soutien de l'ANVAR, en octobre 1973, puis l'entrée dans le capital de cette entreprise du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique), avec d'autres grands acteurs économiques français, un peu plus d'un an plus tard, marqueront le passage à une échelle véritablement industrielle et de commercialisation.

Ci-dessous : Dépliant de la société fin 1980



La maquette exposée reproduit fidèlement le premier modèle d'hydro-pompe solaire de village commercialisé au monde (brevet de station solaire de village Durand-Girardier-Mercier-Sofretes du 23 juin 1978, INPI-n°2372330).

Elle représente la station de Medina Dakhar petite localité située à 120 kilomètres au nord de Dakar, au Sénégal. Il s'agit de la première station solaire de village qu'installera la société. L'inauguration a lieu le 7 mars 1976 par le ministre du plan et de la coopération sénégalais Ousmane Seck.

Ci-dessous : Première page du quotidien sénégalais *Le Soleil* le 8 mars 1976 et timbre sénégalais commémorant le programme « Njérinu Jant », « le soleil utile » en wolof

Elle puise
15.000 L.
d'eau par
jour à 30 m
de profondeur

le soleil

LUNDI 8 MARS 1976 N° 1.765

8^e ANNÉE • 50 FRANCS
Côte d'Ivoire 75 F. Gabon 100 F. Mauritanie 12 Urc.

1^{ère} pompe à énergie solaire à Mérina-Dakhar

C'est en présence notamment du délégué général à la Recherche scientifique, du secrétaire général à la Promotion humaine, du chef de la Mission d'Aide et de Coopération, du gouverneur de la région de Thiès, de représentants d'organismes de recherche et de nombreuses autres personnalités politiques et scientifiques que M. Ousmane Seck a procédé samedi à l'inauguration de la première hydro-pompe solaire installée en milieu rural, à Médina-Dakhar.

«**La où il y a de l'eau, il y a la vie**» devait remarquer en langue nationale le ministre du Plan et de la Coopération, situant l'importance de la réalisation de cette œuvre. S'inscrivant dans le projet «**Njérinu Jant**», la première pompe mue par l'énergie solaire «**invention sénégalaise**» qui a «**germé et grandi**» à l'Université de Dakar -sera la «**houille d'or**» capable de «**sauver nos régions de la désertification**», notera encore le Ministre.

Cette pompe solaire qui a été mise sur pied grâce à la collaboration de techniciens étrangers et sénégalais extraira 15.000 litres d'eau par jour d'un forage de trente mètres de profondeur. Ce volume qui ne correspond pas à sa capacité maximale trouve sa place dans «**l'hydraulique villageoise**», dans la mesure où il permettra aux populations locales de voir s'éloigner le spectre de la désertification.

Le cadre est donc celui de la mise en valeur de nos régions, cadre qui ne dépare pas comme l'a dit le Ministre du Plan et de la Coopération les préoccupations gouvernementales qui visent «**l'aménagement du territoire**», «**décentralisation de l'activité économique**» et le «**bien-être des communautés rurales**».

M. Ousmane Seck, devant en conclusion annoncer l'installation «**avant la fin de l'année**» de trois autres stations solaires.



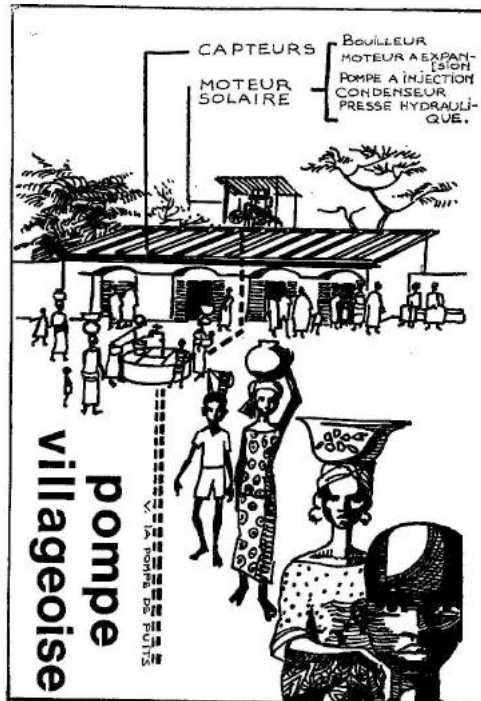
Pour les habitants de Médina-Dakhar, la sécheresse ne sera plus qu'un mauvais souvenir



Le principe de fonctionnement des stations de pompage thermodynamiques de la Sofretes est extrêmement simple.

Il consiste à utiliser le « principe de Carnot », ou « seconde loi de la thermodynamique », principe selon lequel, à partir du différentiel de température entre la source froide de l'eau (si abondante dans le sous-sol du Sénégal), et la source chaude du soleil (si généreux dans son ciel), doit pouvoir naître (mécaniquement et inépuisablement) la force de travail nécessaire à la montée de la première vers le second.

Ci-dessous : dessin et explications tirés de l'ouvrage d'entretien de Jean-Pierre Girardier, *L'homme qui croit au soleil*, Paris, Les Editions du Cerf, 1979, p. 22-26



COMMENT FONCTIONNE UNE POMPE SOLAIRE

Dans le cas des pompes solaires dites « thermodynamiques » — utilisant la chaleur d'un fluide intermédiaire pour actionner un moteur — telles que les ont conçues MM. Masson, doyen de la faculté des sciences de Dakar et Girardier — l'appareillage comprend 7 grandes parties :

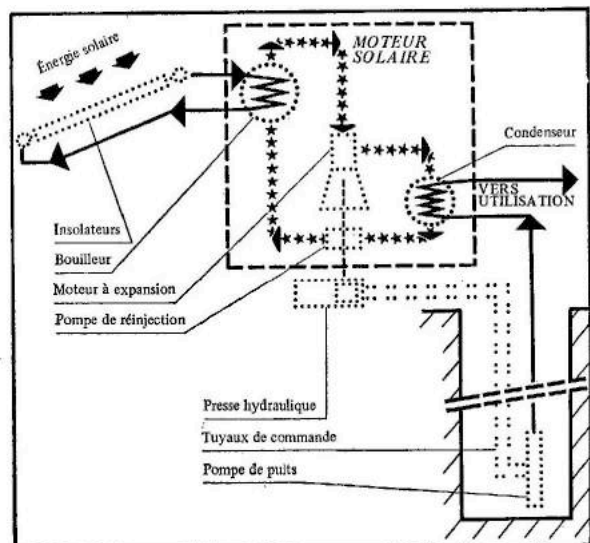
1. La partie qui reçoit l'énergie du soleil : les *capteurs*.
2. La tubulure qui transmet ces calories captées : le *circuit d'eau*.
3. L'appareil qui met en contact ce circuit d'eau (primaire) avec un circuit (secondaire) véhiculant un gaz : le *bouilleur*.
4. Le circuit véhiculant ce gaz : circuit du fluide secondaire (butane ou fréon).
5. L'appareillage qui permet de faire naître le mouvement en domptant la pression libérée par le gaz dans l'évaporateur : le *moteur*.
6. L'ensemble de refroidissement qui rend le gaz à nouveau liquide, de façon à le réinjecter dans le circuit (secondaire), le *condenseur*.
7. La *pompe* elle-même, plongée dans le puits ou dans le forage.

Les capteurs sont, en fait, de petites serres accolées les unes aux autres et légèrement inclinées pour être tournées vers le soleil. Ces serres sont équipées de tuyaux dans lesquels circule de l'eau. Celle-ci est donc directement chauffée par le soleil. Par le mouvement naturel qui veut qu'un corps chaud plus léger qu'un corps froid surnage toujours au-dessus de la partie la plus froide (thermosiphon), l'eau chaude s'accumule dans le haut des capteurs. Elle est dirigée vers un évaporateur.

Là, l'eau chauffe d'autres conduites qui, elles, véhiculent un fluide, du butane, qui, de liquide, devient gazeux, avec une très forte pression. Cette pression entraîne le moteur thermique.

Par la suite, le gaz « détendu » dans le moteur est véhiculé à son tour vers une réserve d'eau plus fraîche qui ramène le gaz à nouveau à l'état liquide, et le cycle est réamorcé.

La difficulté dans les pompes solaires est de faire marcher un moteur en utilisant le très faible écart de température existant entre l'eau chaude des capteurs fixes (à 70°) et l'eau « froide » pompée du puits à... 30° en Afrique.



L'installation comprend deux circuits autonomes fermés, l'un d'eau et l'autre de gaz. Ces deux éléments sont mis au contact l'un avec l'autre, à un certain moment, mais ils ne se dépensent jamais. Il n'est jamais nécessaire de rajouter de l'eau : elle circule en circuit fermé. Il n'y a jamais besoin de rajouter du fluide : il est également en circuit fermé.

Le mouvement né dans ce moteur thermique peut être utilisé de différentes façons.

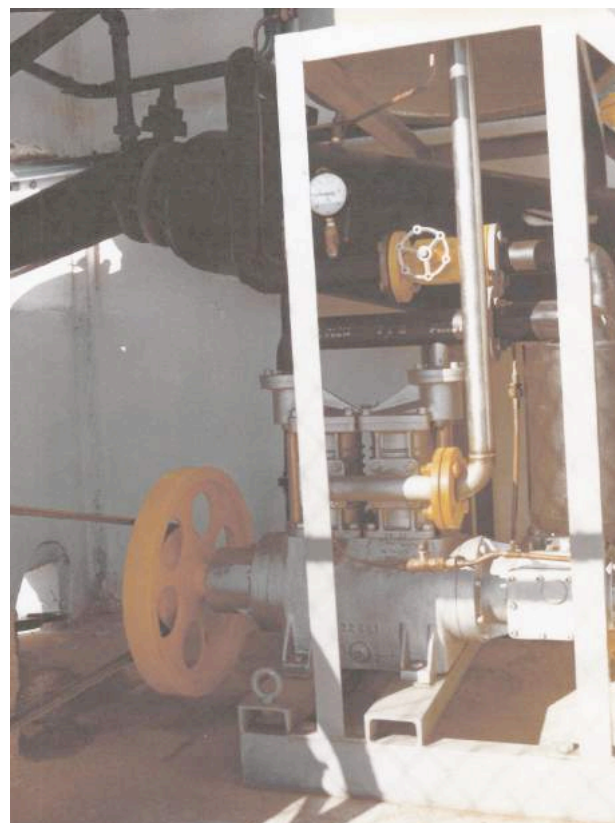
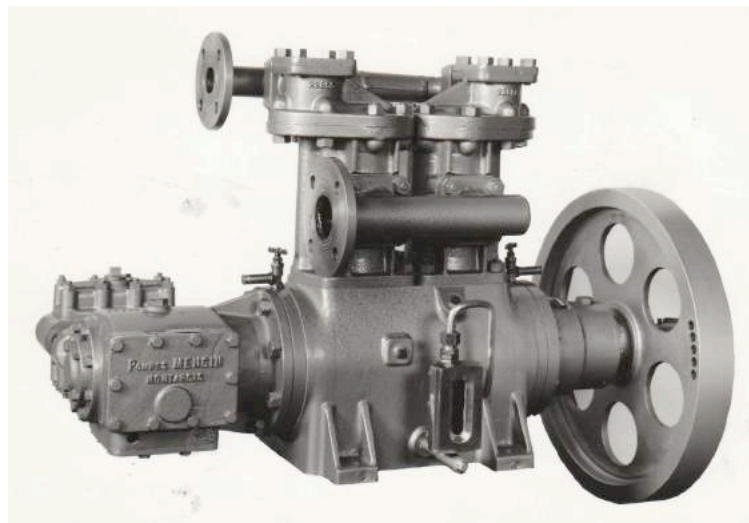
Dans les premiers temps, les puissances obtenues étaient assez faibles, de l'ordre du kilowatt. Ce mouvement était transmis à une pompe, immergée dans un puits. D'où la technique des pompes solaires répandues à travers l'Afrique. Elles permettent, pendant les heures d'ensoleillement, de faire remonter à la surface l'eau des puits.

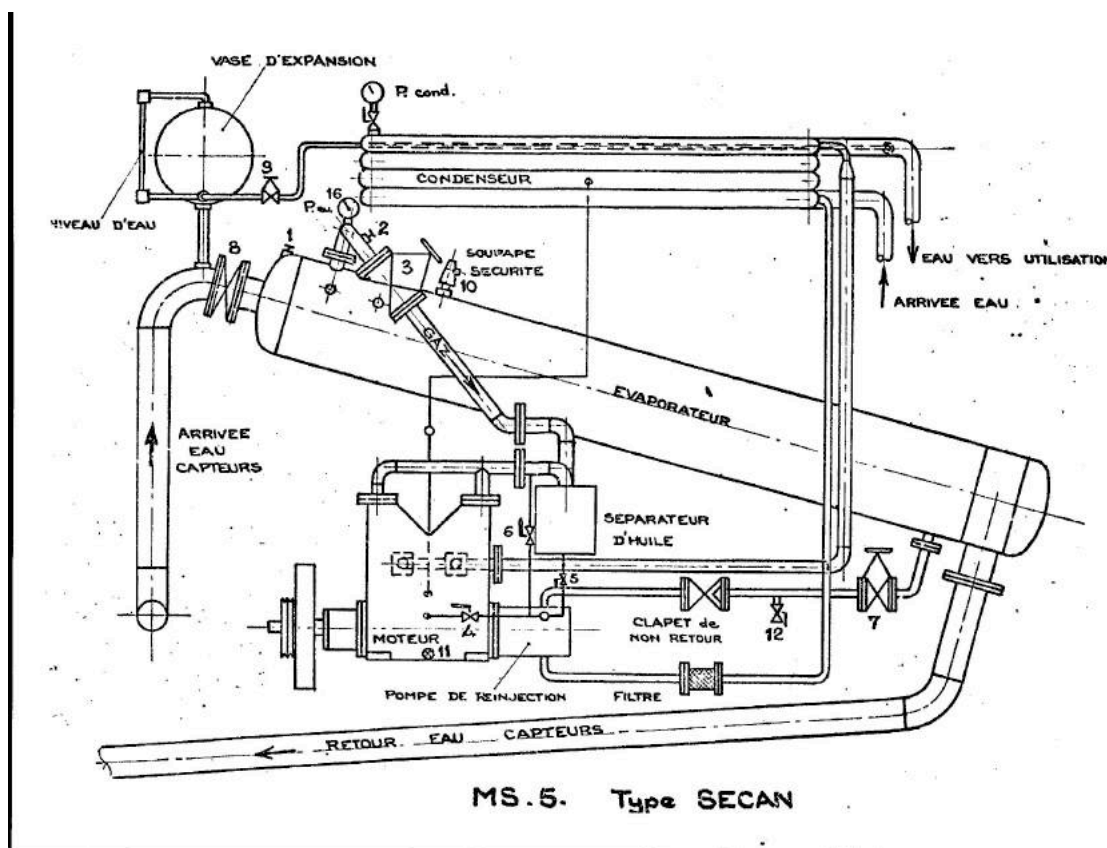
On pouvait également imaginer utiliser ce mouvement à d'autres fins, par exemple : créer de l'énergie électrique. C'est ce à quoi l'on tend actuellement grâce à des technologies un peu plus élaborées.

La pompe de Merina Dakhar est équipée du moteur-pompe MGS 2000, développé par la Sofretes et réalisé par les Etablissements Pierre Mengin, une entreprise de pompes de relevage que dirige Jean-Pierre Girardier à partir du début des années 1970 et qui a été fondée par son propre grand-père.

Le moteur est un bicylindre pouvant fonctionner avec une différence de pression assez faible (5 à 8 bars) et d'une puissance mécanique pouvant varier de 0,3 à 1,5 KW.

Ci-dessous : Photo du moteur proprement dit, de l'ensemble moteur, et schéma d'ensemble de la version dite MS 5.





Outre le moteur solaire proprement dit, la station solaire de village Sofretes intègre la notion de « bâtiment à usage collectif climatisé ». Dès la première réalisation sur site, encore expérimentale, à Chinguetti en Mauritanie en 1973, Jean-Pierre Girardier collabore en effet avec les architectes Georges et Jeanne-Marie Alexandroff, pionniers de l'architecture bioclimatique et enseignants à l'école d'architecture de Paris.

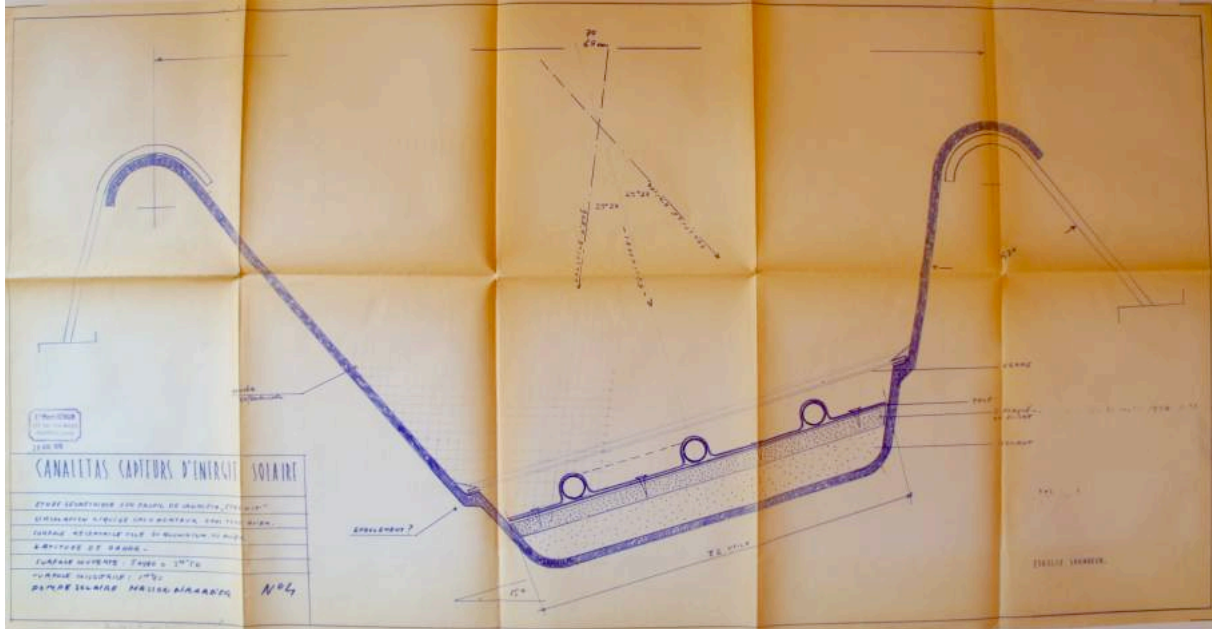
Ils resteront les architectes de la Sofretes, avec leur élève Alain Liébard.

Les capteurs solaires à circulation d'eau que les époux Alexandroff perfectionnent, dénommés « canaletas », sont autoporteurs, facilement ajustables, et d'une préfabrication aisée et peu onéreuse (la base pouvant être en métal ou en fibrociment, comme ceux de Médina Dakhar que produira une société sénégalaise.).

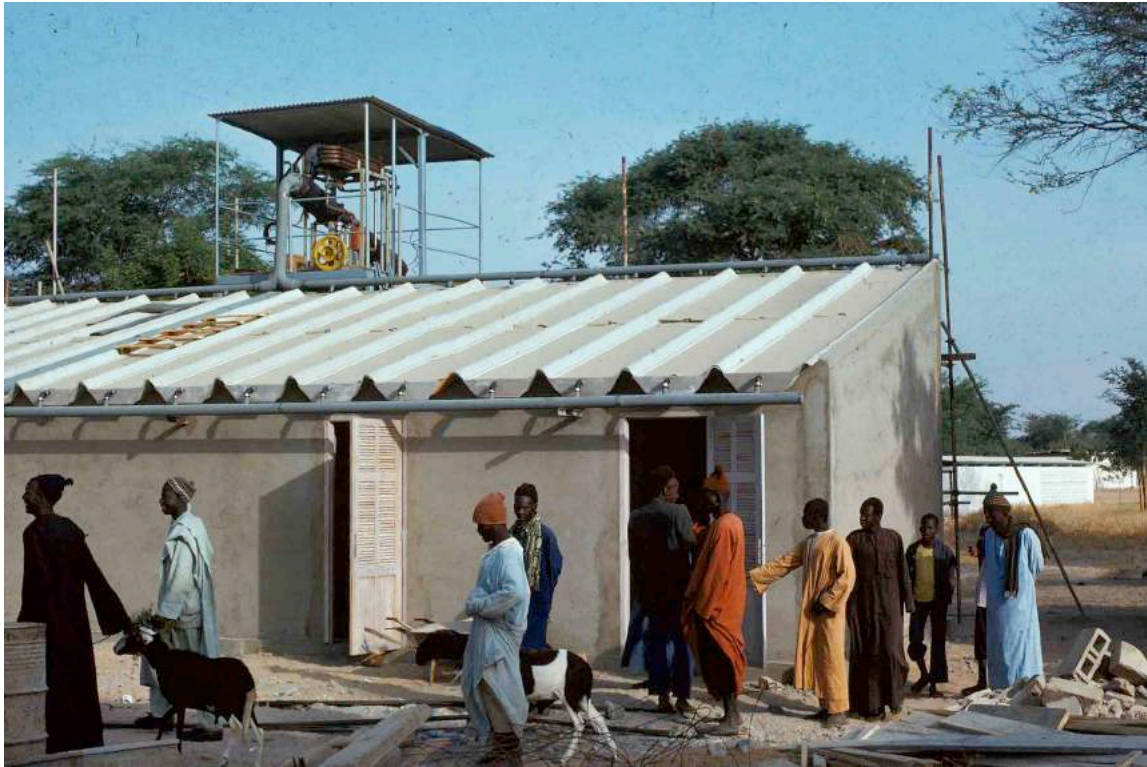
Grâce à une succession de profils inclinés à 47°, et selon une orientation est-ouest et une pose selon un angle correspondant environ à la latitude du lieu, les canaletas concentrent la chaleur solaire et développent une performance supérieure à de simples « capteurs-plans » (plats) (brevet Eléments de toiture pour la captation de l'énergie solaire du 10 février 1970, INPI-n°2079687).

On peut parler de « climatisation » car par effet thermique inverse, l'eau chauffée sur le toit rafraîchit les pièces situées en dessous.

L'image ci-dessous montre l'un des premiers dessins réalisés de canaletas, en 1970. Jean-Pierre Girardier dirige alors la société de pompes de relevage Etablissements Pierre Mengin, fondée par son propre grand-père, et sur laquelle il s'appuiera pour la création de la Sofretes.



Ci-dessous : images au moment de la construction, de la pompe achevée, et du bâtiment et du village, désormais sans pompe, en mai 2016





Au total, au Sénégal, ce seront plus de 10 stations qui seront installées, une quarantaine pour l'ensemble du Sahel, 70 dans le monde entier, dont plus de 20 au Mexique dans le cadre d'un grand plan gouvernemental.

Ci-dessous : Image extraite du dépliant de la société fin 1980



La Sofretes réalisera également selon la même technologie des installations de plus forte puissance. Elle décrochera à deux reprises le record de la plus puissante centrale solaire alors existante sur la planète, à San Luis de la Paz au Mexique en 1975 (25 KW), puis à Diré au Mali en 1980 (75 KW).

Pour aller plus loin :

- Le blog de recherche *l'Afrique solaire. L'énergie solaire et le continent africain du XIXe siècle à nos jours* :

<https://afrisol.hypotheses.org>

- L'ouvrage collectif *Du soleil pour tous. L'énergie solaire au Sénégal : un droit, des droits, une histoire* (éditions science et bien commun, 2018), avec le dernier texte de Jean-Pierre Girardier sur l'histoire de la Sofretes. Lecture libre en ligne :

<https://www.editions-scienceetbiencommun.org/?p=828>

Ou en téléchargement intégral :

<https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-01794299>

- Un article de synthèse : Caille Frédéric, " L'énergie solaire thermodynamique en Afrique. La Société française d'études thermiques et d'énergie solaire, ou Sofretes (1973-1983) ", *Afrique Contemporaine*, n° 261-262 « L'énergie en Afrique : les faits et les chiffres », 2017/1 (parution 4^{ème} trimestre 2018), p. 65-84 :

<https://hal-ens-lyon.archives-ouvertes.fr/halshs-01984546v1>