

## UN EXEMPLE DE BONNE UTILISATION DU PHOTOVOLTAÏQUE

Sauvons le climat estime que l'utilisation du photovoltaïque comme source de production sur le réseau français métropolitain est une solution non performante compte tenu de son intermittence, de sa grande variabilité saisonnière entre été et hiver anti-corrélée à la demande et enfin de son faible facteur de charge annuel. Par contre, son utilisation dans des régions très ensoleillées et aux saisons peu marquées comme source d'électricité pour effectuer du pompage et stockage d'eau destiné à l'arrosage s'avère être une solution très intéressante sur le plan énergétique et écologique.

L'exemple d'arrosage de périmètres maraîchers au MALI (voir en annexe les acteurs de cette action), décrit dans ce document, en fait la démonstration.

### ARROSAGE DES PERIMETRES MARAÎCHERS

Les installations d'arrosage de ces périmètres maraîchers se font par goutte à goutte, de préférence la nuit, ce qui permet d'économiser l'eau. En saison sèche, l'arrosage par goutte à goutte demande 4 l/m<sup>2</sup> alors que l'arrosage traditionnel demande 10 l/m<sup>2</sup>. Ces périmètres maraîchers sont découpés en parcelles (30 à 60 m<sup>2</sup>). Les installations d'arrosage comprennent un forage, une pompe alimentée à partir de panneaux photovoltaïques, et un réservoir en hauteur qui permet d'alimenter gravitairement un réseau de distribution en goutte à goutte. Le pompage se fait dans la journée en fonction de l'ensoleillement.

A titre d'exemple voici les principales caractéristiques de l'installation du périmètre de Malicounda :

- Superficie : 6 000 m<sup>2</sup> (une centaine de parcelles),
- Forage à 43 m, débit 3 m<sup>3</sup>/h, capacité de stockage 5 m<sup>3</sup>,
- Puissance de l'installation de photovoltaïque : 1 440 Wc,



Exemple d'installation

### ANALYSE DU PERIMETRE DE MALICOUNDA

L'arrosage goutte à goutte du périmètre de Malicounda a connu deux versions concernant l'alimentation électrique du pompage de l'eau :

- Version 1 mise en service en août 2008 : connexion sur le réseau électrique de Nioro où l'électricité est produite à partir d'une centrale thermique au fioul (voir en annexe les caractéristiques de cette centrale).
- Version 2 mise en service en septembre 2020 : alimentation directe de la pompe à partir de l'électricité produite par des panneaux photovoltaïques.

Le comité de jumelage Limours-Nioro a fourni des informations qui permettent d'estimer les consommations d'énergie.

Dans la version 1 le remplissage du réservoir se faisait 2 fois par jour et la quantité d'eau pompée variait entre 10 et 15 m<sup>3</sup>.

Dans la version 2 le remplissage du réservoir se fait en continu dès que les panneaux PV fournissent une tension supérieure à 70 V, la quantité d'eau pompée est de l'ordre de 22 m<sup>3</sup> par jour.

Lors du passage de la version 1 à la version 2 la pompe a été changée et la nouvelle pompe, adaptée à l'alimentation directe à partir des panneaux photovoltaïques a un rendement supérieur. Le forage est resté identique.

### Estimation de l'énergie :

- Alimentation électrique à partir de panneaux photovoltaïques (version 2) :
  - La surface de panneaux photovoltaïques est de 6 m<sup>2</sup>, la puissance est de 1 440 Wc,
  - D'après les données de la NASA (voir annexe), pour une latitude proche de celle de Nioro, l'énergie reçue sur les panneaux photovoltaïques peut être estimée à 6 kWh/m<sup>2</sup>/jour, soit un productible de 2000 HEPP par an,
  - A partir de ces données (2 000 HEPP x 1 440 Wc / 365 jours) on peut estimer l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques à 7,9 kWh par jour.
  
- Alimentation électrique à partir de la centrale de Nioro (version 1) :
  - En l'absence de données précises, compte tenu du volume d'eau pompée légèrement plus faible mais également du rendement de la pompe plus faible il paraît raisonnable de considérer que la quantité d'énergie électrique consommée est semblable à celle de la version 2.

### Estimation des rejets de CO<sub>2</sub> :

Une différence fondamentale est à faire entre les deux versions : dans le cas du photovoltaïque les rejets de CO<sub>2</sub> sont issus de la fabrication des panneaux et donc proportionnels à la surface installée, par contre dans le cas d'un groupe électrogène les rejets sont liés au fonctionnement<sup>1</sup> et donc à l'énergie produite.

Pour l'alimentation électrique à partir de la centrale de Nioro (version 1) on peut prendre comme valeur du rejet de CO<sub>2</sub> 770 g/kWh (voir annexe).

Pour l'alimentation à partir de panneaux photovoltaïques (version 2) la valeur estimée en France est de 50 g/kWh. Cette valeur correspond à un nombre d'HEPP par an de l'ordre de 1000, à Nioro le nombre d'HEPP est double il paraît donc raisonnable de retenir une valeur de 25 g/kWh.

A partir de ces hypothèses la quantité de CO<sub>2</sub> rejetée par jour, sur la base d'une consommation de 7,9 kWh, est de :

- Pour l'alimentation électrique à partir de la centrale de Nioro (version 1) : 6 083 g par jour, soit 1 825 kg pour 300 jours<sup>2</sup>,

---

<sup>1</sup> En faisant abstraction des rejets liés à la fabrication qui peuvent être négligés par rapport au fonctionnement.

<sup>2</sup> Durée annuelle de l'arrosage des périmètres maraichers.

- Pour l'alimentation à partir de panneaux photovoltaïques (version 2) : 197 g par jour, soit 59 kg pour 300 jours,

**L'alimentation du pompage pour l'arrosage du périmètre de Malicounda à partir du PV permet donc d'économiser 1,8 t de CO<sub>2</sub> par an.**

**L'ensemble des périmètres maraîchers de Nioro arrosés en goutte à goutte à partir d'un pompage alimenté par PV représente une puissance installée de 5 640 Wc, l'économie globale de rejet de CO<sub>2</sub>, par rapport à une alimentation à partir de groupes électrogènes, peut être estimée à 6,9 t par an.**

**La solution panneaux photovoltaïque plus citerne de stockage hydraulique est particulièrement judicieuse puisque cela inclut une fonction de stockage très bon marché et de très bon rendement face aux variations de la puissance solaire. Ce qui est très judicieux pour faire de l'arrosage en goutte à goutte.**

Jean-Paul HULOT   Georges SAPY

# ANNEXES

## CENTRALE ELECTRIQUE DE NIORO DU SAHEL :

La centrale thermique comprend 5 groupes électrogènes :

- 3 groupes de 1 400 kVA
- 2 groupes de 1 200 kVA

Il y a trois départs de courant, un pour la ville de Nioro, un pour les villages environnants et un en réserve.

Le réseau de distribution est sous 15 000 V. Elle dispose d'une capacité de stockage de fioul de 200 m<sup>3</sup>, la consommation est de 13 500 l/jour en saison chaude.

Le bilan de l'année 2019 est le suivant :

- Production : 10 568 608 kWh
- Consommation : 2 905 290 litres de fioul

A partir de ces données on peut estimer le rejet de CO<sub>2</sub> à 770 g/kWh.



## ENERGIE SOLAIRE AU MALI :

La courbe ci-contre issue de la base de données de la NASA (NASA POWER SSE7) permet d'estimer l'énergie reçue par les panneaux photovoltaïques à 6 kWh/m<sup>2</sup>/j. Cette courbe est donnée pour la région « centre » du Mali qui est la plus proche de Nioro.

**La corrélation locale entre rayonnement solaire moyen annuel en kWh/m<sup>2</sup>/j et production moyenne en h EPP/an donnée par la NASA est :**

Rayonnement solaire (kWh/m<sup>2</sup>/j)

5,5                      5,75                      6,0

Production moyenne MWh/an (pour 1 MW crête) = heures EPP

1820                      1893                      1947

La valeur retenue est donc 1 947 h arrondies à 2 000 h

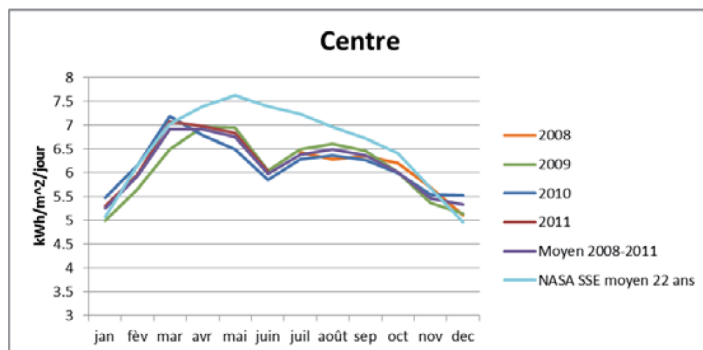


Figure 6.6. Comparaison entre les 3 années de données du produit MSG DSSF et la série des données NASA SSE historiques (1983-2005) pour le site du centre (voir l'emplacement sur la Figure 6.1).

## ACTIONS DU COMITE DE JUMELAGE LIMOURS-LES MOLIERES / NIORO DU SAHEL-FEGUI

Le comité de jumelage entre 2 communes de l'Essonne, Limours et Les Molières, et 2 communes du Mali, Nioro du Sahel et Fégui, a été créé en 1983. Il a de nombreuses actions d'aide à son actif. Depuis quelques années

des programmes tri-annuels sont élaborés en partenariat avec le Ministère des Affaires Etrangères, le Conseil Départemental de l'Essonne et les communes de Limours et des Molières.

Le plan triennal 2019-2021 est centré sur l'installation d'arrosage par goutte à goutte de périmètres maraîchers. La culture réalisée permet d'alimenter la famille en légumes et même de vendre environ 50 % des récoltes aux commerçants de la ville.

Le cout total des actions du plan triennal 2019-2021 est de 67 080 €. Le financement se répartit entre un montant de 27 000 € en provenance du Ministère des Affaires Etrangères pour 1/3, du Conseil Départemental de l'Essonne pour 1/3 et des communes de Limours et des Molières pour 1/6 chacune. Le reste du financement est à la charge du comité de jumelage (40 080 €), qui, en dehors des dons qu'il reçoit, doit trouver des financements.