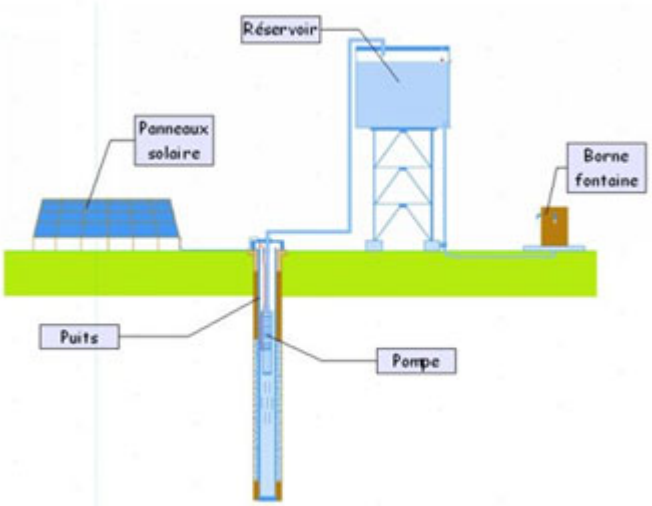
E41 - Les pompes solaires

8 février 2012

Sommaire

- 1) Quel est le principe de la pompe solaire ? De quoi s’agit-il ?
- 2) Qui utilise surtout ce moyen de la pompe solaire et depuis quand ?
- 3) Pourquoi utilise t-on la pompe solaire ?
- 4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels la pompe solaire parait le mieux adapté
- 5) En quoi consiste le procédé de la pompe solaire ? Comment est-il mis en oeuvre ?

- 

  Source ADEME

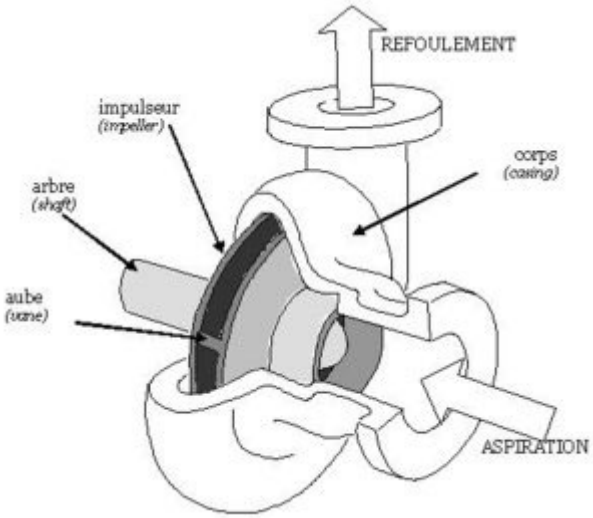
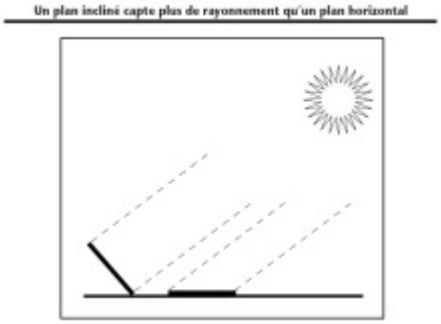
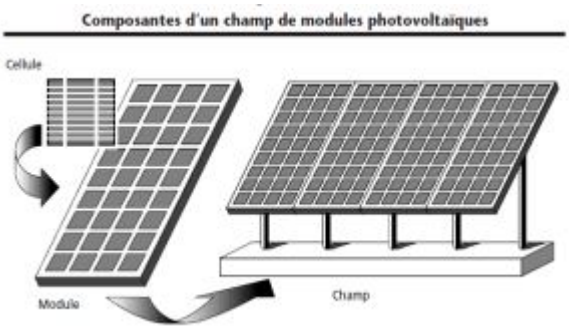
- 

  Schéma d'une pompe centrifuge -Source : Wikipedia

- 6) Difficultés particulières et précautions éventuelles à prendre

- 

  Source : Le Pompage Photovoltaïque

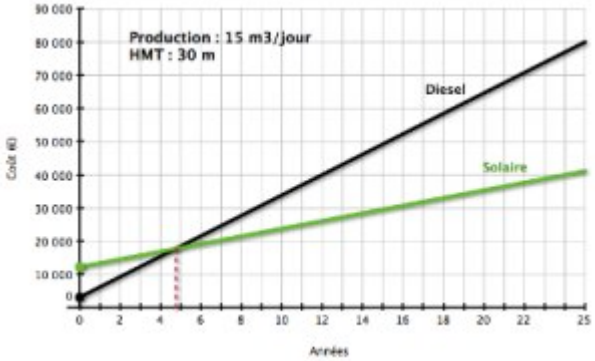
- 

  Source : Le Pompage Photovoltaïque

- 7) Principaux avantages et inconvénients

- a) Avantages
- b) Inconvénients
- c) Avantages et inconvénients plus particuliers

- 8) Coût de la pompe solaire



Source : EauSolaire

- 9) Recommandations et suggestions pour construire une pompe solaire
- 10) Exemple de réalisation de pompes solaires
- 11) Où s’adresser pour trouver davantage d’informations - Bibliographie ?
  - a) Sites Internet
  - b) Vidéo
  - c) Bibliographie

1) Quel est le principe de la pompe solaire ? De quoi s’agit-il ?

Cela consiste à pomper de l’eau, même en grand volume, sans dépenses d’énergie avec une pompe fonctionnant grâce à l’énergie solaire.

2) Qui utilise surtout ce moyen de la pompe solaire et depuis quand ?

Ce n’est que dans les années 1970 que les cellules photovoltaïques qui permettent de transformer l’énergie solaire en énergie électrique, ont été utilisées avec succès.

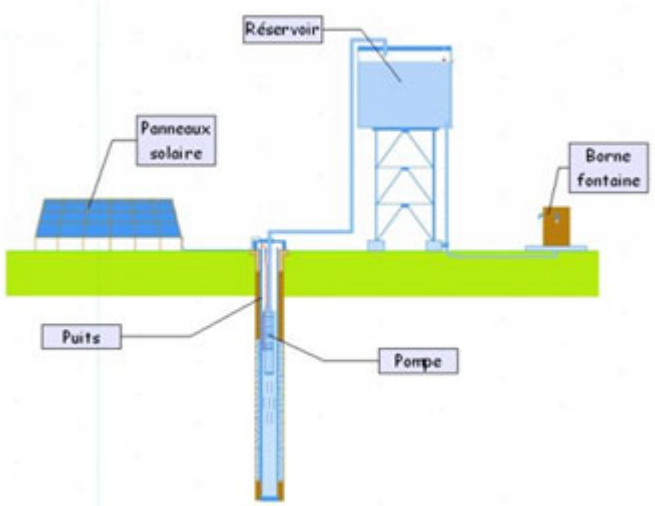
3) Pourquoi utilise t-on la pompe solaire ?

Cette technologie ne nécesite que de faibles coûts de maintenance (généralement limités au nettoyage de la pompe) et n’a besoin d’aucun apport en combustible extérieur (pétrole, électricité). La durée de vie du système photovoltaïque est aussi relativement longue (20 ans), plus longue que celle de la pompe à proprement parler (souvent inférieure à 10 ans).

4) Qui est surtout concerné ? Lieux ou contextes dans lesquels la pompe solaire parait le mieux adapté

Cette technologie est particulièrement adaptée aux milieux ruraux de l’Afrique sahélienne. En effet l’ensoleillement y est abondant (plus de 5 heures d’ensoleillement maximal), les ressources en eaux souterraines sont importantes, l’isolement des villages ruraux rend parfois difficile leur approvisionnement en énergies traditionnelles (pétrole, électricité) et les besoins en eau sont suffisamment faibles pour être couverts par un pompage solaire.

5) En quoi consiste le procédé de la pompe solaire ? Comment est-il mis en oeuvre ?



Source ADEME

Les pompes à eau solaires sont des pompes fonctionnant grâce à un moteur électrique dont l'énergie provient de cellules photovoltaïques disposées sur des panneaux solaires et captant l'énergie lumineuse du soleil.

Ces pompes sont souvent reliées directement à un réservoir alimentant un mini réseau d'eau ou des bornes fontaines.

Il s'agit en général de pompes centrifuges refoulantes ou aspirantes-refoulantes.

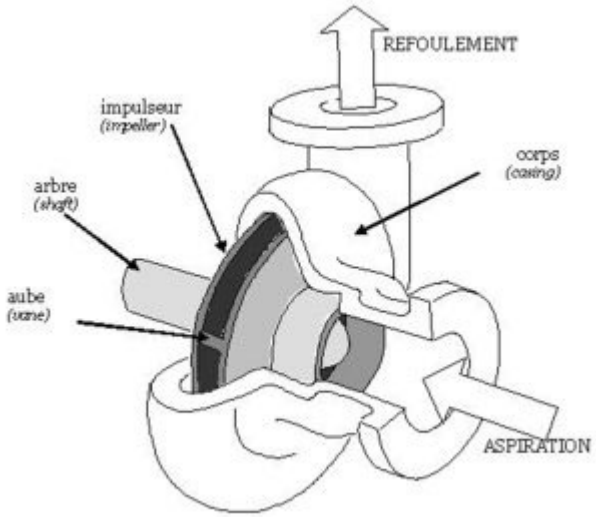


Schéma d'une pompe centrifuge -Source : Wikipedia

Principe de fonctionnement d'une pompe centrifuge

Le fluide est aspiré axialement, sous l'effet de la rotation de l'impulseur, dans le corps de la pompe où il est accéléré radialement dans l'aube avant d'être refoulé.. L'arbre est mis en mouvement grâce à un moteur électrique.

Qu'appelle-t-on effet photovoltaïque ?

C'est la transformation directe de l'énergie lumineuse en énergie électrique grâce à des cellules photovoltaiques. Celles-ci sont fabriquées à partir de silicium dont la pureté et l'état (monocristallin, polycristallin, amorphe) influencent fortement le rendement et le coût de la cellule. Ces cellules sont reliées entre elles et disposées sur des panneaux solaires

Figure 2 :Schéma d'une pompe centrifuge (Source : Wikipedia)

Types de Moteurs

Il existe différents types de moteurs , à courant continu ou alternatif, et dans chacune de ces catégories les choix sont encore nombreux. Parmi les moteurs à courant continu les moteurs séries à bobinage électromagnétique sont les plus adaptés à un pompage variable en fonction de l'ensoleillement . Mais de plus en plus **c'est le choix d'un moteur à courant alternatif qui semble s'imposer** pour un pompage

à l’aide d’énergie photovoltaïque (moteur à faible coût, efficacité accrue grâce à des onduleurs solaires dont le coût supplémentaire, pourtant élevé, est justifié

Modes d’utilisation d’une pompe centrifuge alimentée par une cellule photovoltaïque

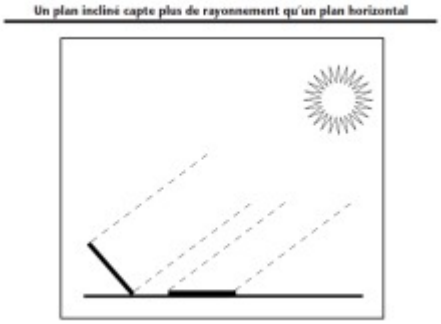
Le rayonnement solaire n’est pas une source d’énergie stable ou facilement prévisible, ainsi il existe deux types de solutions pour palier à ce problème :

- Le système « **Pompe avec batterie** » dans lequel une partie de l’énergie est stockée dans une batterie,
- Le système dénommé « **Pompe au fil du soleil** », le plus fréquent, dans lequel un réservoir servant de réserve est associé à la pompe car les batteries coûtent cher,et durent rarement plus de 2 à 3 ans.

Installation de la pompe. Entretien

Elle nécessite l’intervention de spécialistes et par conséquent la présence de ces derniers à proximité. L’entretien est assez simple et peu coûteux. Il est nécessaire de s’assurer de l’existence d’un comité de gestion de la pompe ou du point d’eau, ou d’en créer un, afin d’assurer la bonne utilisation, le suivi et la sécurité de l’installation afin notamment de limiter les risques importants de vol ou de détérioration.

6) Difficultés particulières et précautions éventuelles à prendre



Source : Le Pompage Photovoltaïque

La puissance optimale de la cellule est presque proportionnelle à l’éclairement de celle-ci.

L’éclairement maximal vaut 1kWh/m2.

Les heures d’ensoleillement maximum sont donc un critère important pour le dimensionnement des systèmes photovoltaïques.

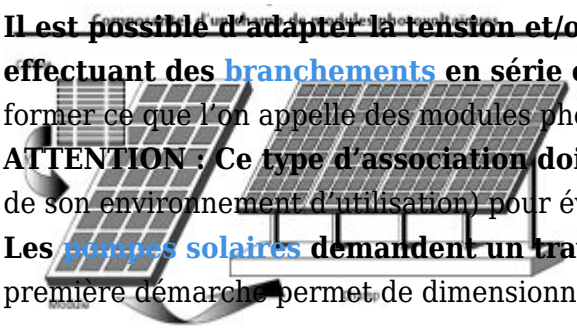
Les valeurs quotidiennes d’ensoleillement sont souvent données sous forme de moyennes mensuelles pour des latitudes et inclinaisons à des endroits précis.

L’intensité est maximale lorsque les panneaux sont inclinés de façon à être placés perpendiculairement aux rayons du Soleil.

Dans l’idéal il faudrait varier constamment l’angle d’inclinaison des panneaux au cours de la journée. D’un point de vue pratique, le rayonnement annuel capté est maximal si les panneaux **sont inclinés à un angle égal à la latitude**.

La température d’utilisation affecte également les performances de la cellule solaire (surtout au niveau des tensions),. Ceci se traduit par une baisse de rendement d’environ 0.4%/°C (les courbes présentant les caractéristiques de ces systèmes sont souvent réalisées à 25°C).

Source : Le Pompage Photovoltaïque



Il est possible d'adapter la tension et/ou le courant produit par un système photovoltaïque en effectuant des branchements en série et/ou en parallèle entre des cellules photovoltaïques pour former ce que l'on appelle des modules photovoltaïques, appelés plus communément panneaux solaires.
ATTENTION : Ce type d'association doit être fait avec précaution (étude approfondie du module et de son environnement d'utilisation) pour éviter d'endommager les cellules de façon permanente.
Les pompes solaires demandent un travail de dimensionnement de la pompe assez pointu. Une première démarche permet de dimensionner approximativement le système en estimant d'abord :

- les besoins en électricité

- l’ensoleillement

- le champ photovoltaïque nécessaire

Pour plus de détails sur le dimensionnement d’un système photovoltaïque sans batterie consulter le chapitre 7 de la deuxième partie de l’ouvrage suivant (les références complètes sont données en fin de fiche) : *Le Pompage Photovoltaïque – Manuel de cours à l’intention des ingénieurs et des techniciens*.

7) Principaux avantages et inconvénients

a) Avantages

- Ces pompes fonctionnent grâce à une énergie renouvelable propre, abondante et gratuite.

- Les frais d’entretien des panneaux solaires, dune durée de vie d’au moins vingt ans, sont quasi nuls.

b) Inconvénients

Le coût de l’investissement est élevé (mais il aura probablement tendance à diminuer dans l’avenir). L’installation nécessite des études préalables précises et des spécialistes, lesquels sont encore peu nombreux. Enfin, le rendement de ces pompes varie en fonction de l’importance de l’ensoleillement, de l’angle d’exposition des panneaux et de la température.
Les risques de vol sont importants. Une Société (Vergnet) propose d’installer les panneaux sur des mâts à 6 m

c) Avantages et inconvénients plus particuliers

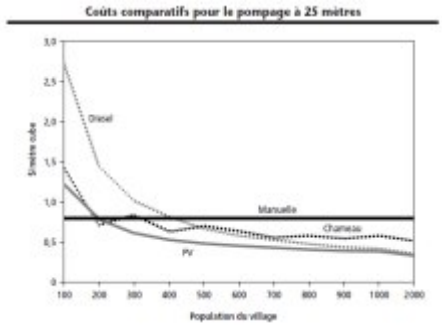
Pompes photovoltaïques avec batterie :
Leurs batteries stockant l’énergie produite par la cellule lors des périodes d’ensoleillement afin de pouvoir restituer cette énergie pour pomper l’eau en temps voulu, sont coûteuses, peu durables,, nécessitent beaucoup d’entretien et peuvent engendrer une baisse de rendement de l’ordre de 20 à 30%, ce qui limite fortement l’intérêt de cette solution.
Pompes photovoltaïques « au fil du soleil » :
Cette solution est fiable et moins coûteuse que la précédente, mais ces pompes n’ont pas un débit constant et ne fonctionnent pas en dessous d’un certain niveau d’éclairement (fin et début de journéenotamment).. Leur rendement étant plus faible en dehors de la puissance nominale de fonctionnement, il est nécessaire d’installer un adaptateur de charge.

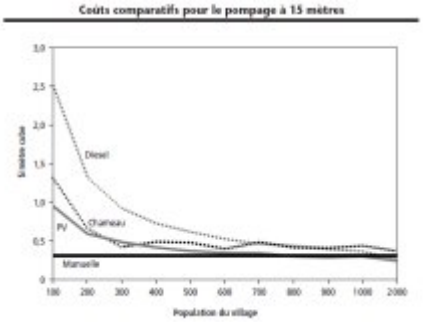
8) Coût de la pompe solaire

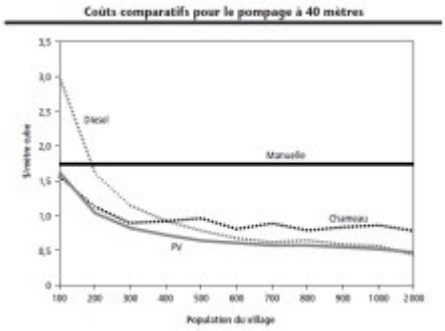
1) **Exemple cité** au chapitre 8 de la partie 2 de **l’ouvrage « Le Pompage Photovoltaïque** – Manuel de cours à **l’intention** des ingénieurs et des techniciens » **donnant les éléments et la démarche** permettant de mener une analyse économique :
Dans cet exemple d’une pompe solaire de dimension moyenne, dans une zone bénéficiant d’un bon ensoleillement (5,5 kWh/m2/j), pour un volume d’eau quotidien de 15m3 sur une population de 1 200 habitants, le coût de l’eau par m3 revenait à 0.41 $ en 1998.

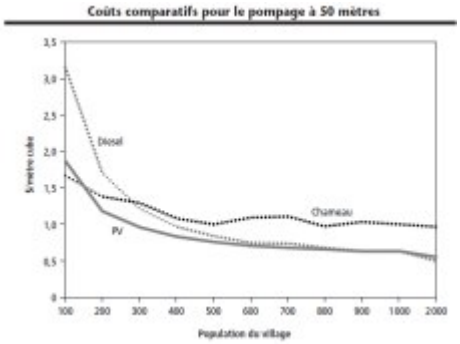
2) **Dans l'extrême sud de Madagascar**, l'équipement en 2004 d'anciens puits et forages en systèmes de pompage et de potabilisation à énergie solaire de 18 villages (17 500 personnes) avait coûté 515 000 € tout compris , soit 30 €/personne.

3) **Au Sénégal**, la réalisation en 2007 d'un réseau hydraulique complet dans le village de Diabal d'environ 1000 habitants (forage à 70 m, pompe solaire, réservoir, 3 km de canalisations, 6 bornes fontaines + création d'une coopérative maraîchère) avait coûté 46 000 € tout compris.
4) **Exemple de prix unitaire** d'une Société (Vergnet) installant les pompes solaires en fixant, pour éviter les vols et les détériorations fréquentes, les générateurs voltaïques sur des mâts à environ 6m de haut : environ 3500 € par système permettant de produire1000 Wc (+ environ 1500 € par kit de levage pour l'installation de plusieurs générateurs et les interventions (flèche de manœuvre, tirfor et accastillages)
5)Voici enfin quelques diagrammes, extraits de l'ouvrage mentionné ci-dessus, donnant des coûts comparatifs pour différentes hauteurs de pompage :





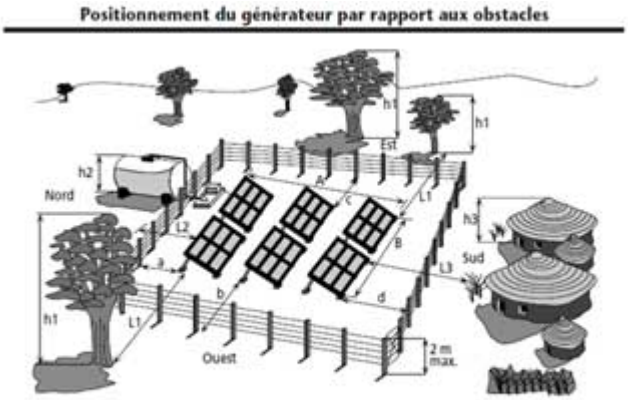




Source : EauSolaire

Une autre étude comparative sur les systèmes diesels et solaires concluait en l'illustrant par le graphique ci-contre que **sur le long terme (au-delà de 5 ans) les coûts d'installation et de fonctionnement du diesel sont bien supérieurs à ceux des systèmes solaires** :

9) Recommandations et suggestions pour construire une pompe solaire



Distance des obstacles à l'ouest ou à l'est :
L1 ≥ 2 h1

Voici un exemple de disposition possible pour le générateur photovoltaïque, toujours selon *Le Pompage Photovoltaïque – Manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens*.

Pour assurer la pérennité de la pompe solaire **il est absolument indispensable que la communauté s'organise pour prendre en charge les frais d'intervention de spécialistes extérieurs** en cas de disfonctionnement du système et les frais réguliers de fonctionnement de la pompe.

Distances des obstacles au nord et au sud

Latitude	Nord	Sud
0 à 10°	$L_2 \geq 0{,}4\ h_2$ ou ≥ 2 m	$L_3 \geq 0{,}7\ h_3$
10 à 20°	$L_2 \geq 0{,}25\ h_2$ ou ≥ 2 m	$L_3 \geq 1{,}0\ h_3$
20 à 30°	$L_2 \geq 2$ m	$L_3 \geq 1{,}4\ h_3$
30 à 40°	$L_2 \geq 2$ m	$L_3 \geq 2{,}0\ h_3$
40 à 45°	$L_2 \geq 2$ m	$L_3 \geq 3{,}3\ h_3$

Distances des clôtures
(hauteur max. 2m)

a = 1 m	b = 2,5 m	c = 2,5 m
Latitude	d	
0 à 10°	0,9 m	
10 à 20°	1,3 m	
20 à 30°	1,9 m	
30 à 40°	2,8 m	

10) Exemple de réalisation de pompes solaires

Outre les exemples déjà donnés dans le chapitre relatif aux coûts, on peut citer :

- celui de l' ONG Aqua Viva qui, dès les années 1990, avait installé 300 pompes solaires au Mali, lesquelles sont toujours en fonctionnement.

- celui de la Fondation Veolia (photo ci-contre au Mali) qui a financé depuis 2007 plusieurs adductions d'eau par pompage solaire dans de nombreux villages, notamment au Burkina Faso et au Mali, avec la particularité d'avoir permis, compte tenu de la réduction obtenue des gaz à effet de serre, l'obtention de la certification carbone prévue par le protocole de Kyoto.

11) Où s'adresser pour trouver davantage d'informations - Bibliographie ?

a) Sites Internet

- "PSEau" - Programme Solidarité Eau. **"POMPAGE SOLAIRE" Guide pour mieux connaître cette option**"
Excellent manuel abondamment illustré de 43 pages permettant d'avoir rapidement une vue d'ensemble de cette technique. Disponible en
ligne www.pseau.org/outils/ouvrages/ps_eau_arene_le_pompage_solaire_2015.pdf
- **« Wikipédia ». Chapitre « Energie Solaire**. Précisant les divers types d'énergie solaire, disponible [en ligne] sur : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89...
- **« ADEME »** (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) : Manuel illustré de 48 pages

« La production d'eau potable avec une pompe photovoltaïque » décrivant bien le principe et le mode d'installation et de fonctionnement, disponible (en ligne) sur : http://www.pseau.org/outils/ouvrage...

- **Entreprise CIPCSP : Document de 4 pages sur le pompage solaire photovoltaïque** au fil du soleil(Schéma de fonctionnement, composants du système, dimensionnement, rendement...), disponible (en ligne) sur : www.cipcsp.com/tutorial/pomp...
www.energies-renouvelables.o...

- **« GRDR »**Résumés de conférences sur l'intérêt, le choix et l'installation de pompes solaires :
http://energies-nouvelles-entrepris...
http://energies-nouvelles-entrepris...
http://energies-nouvelles-entrepris...

b) Vidéo

- **You Tube** : Vidéo de **4 ' "Solar Water Pump in Pakistan » montrant une grosse pompe solaire d'Intersolartechnics débitant 60 m3/h** - http://www.youtube.com/watch?v=6P4v...

c) Bibliographie

- **Titre** : Le Pompage Photovoltaïque – Manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens. **Auteurs** : Sous la direction de Eric SCHILLER ; rédigé par Jimmy ROYER, Thomas DJIAKO, Eric SCHILLER et Bocar SADASY . **Publication** : 1998 .254 pages .**ISBN** 2-89481-006-7

- **Titre :** « Le guide pratique d'installation du solaire photovoltaïque à l'usage des techniciens et ingénieurs ». Auteur : Jean-Paul Louineau. Manuel de 150 pages publié aux éditions Eyrolles
http://www.eyrolles.com/BTP/Livre/g...