Pompage d'eau par énergie photovoltaïque

Autor(en): **Moser, W.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **76 (1985)**

Heft 10

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-904607

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Pompage d'eau par énergie photovoltaïque

W. Moser

L'article suivant présente une application très particulière de cellules photovoltaïques, qui, dans le cas décrit, sont utilisées pour alimenter en énergie un système de pompage. Cette solution originale a été proposée par la SRE comme alternative à une amenée d'électricité classique qui serait revenue trop chère à cause de l'éloignement. Cette installation est d'autant plus intéressante qu'elle ne nécessite pas de batteries.

Im nachfolgenden Beitrag wird eine besondere Anwendung von Solarzellen vorgestellt: Sie dienen in diesem Fall zur Energieversorgung einer Pumpanlage. Diese Lösung war von der SRE als Alternative zu einer konventionellen Elektrizitätsversorgung vorgeschlagen worden, die wegen der grossen Entfernungen zu teuer geworden wäre. Die Sonnenzellenanlage ist hier besonders interessant, weil sie keine Batterien benötigt.

Adresse de l'auteur

Wilfred Moser, Société romande d'électricité (SRE), Division distribution d'énergie, 118, rue du Lac, 1815 Clarens

1. Caractéristiques du pompage d'eau au Mont-Chesau

La région du Mont-Chesau se trouve près du Mont-Pélerin, sur la commune de Puidoux (canton de Vaud). Propriété communale, ce territoire de pâturages est loué à une société d'alpage formée d'agriculteurs de Puidoux. C'est ainsi que près de 170 génisses passent l'été sur ces pâturages, de mai à septembre. L'aménagement comprend deux chalets à génisses et une cabane refuge abritant le gardien de l'alpage. En dehors de l'estivage, les locaux sont fermés et inhabités.

Jusqu'en 1952, le ravitaillement en eau dépendait de sources très variables, qui tarissaient même, par temps sec. Il fallait alors monter de l'eau depuis la plaine. Or, à environ un kilomètre de la ferme, se trouvent des sources ayant un débit sûr et suffisant. Mais celles-ci sont situées à 80 mètres en contrebas. C'est pourquoi, en 1952, a été réalisée une station de pompage-refoulement qui consiste en une zone de captages, un réservoir de rassemblement, une conduite de 1000 mètres et un réservoir d'accumulation (voir fig. 1). Le pompage était alors assuré par un moteur à essence placé sous la surveillance du garde-génisses.

De nombreuses pannes aux conséquences désagréables ont poussés les responsables à rechercher d'autres solutions, moins contraignantes. Des contacts ont été pris avec les différents distributeurs d'électricité susceptibles de fournir de l'énergie à cet endroit.

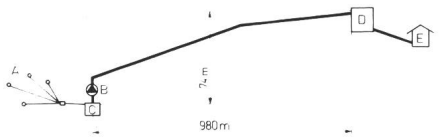


Fig. 1 Situation des différentes parties de l'installation

A Captages
B Pompe
C Réservoir de rassemblement (12 m³)
D Reservoir 100 m³
E Ferme

Finalement, la Société romande d'électricité a proposé à la commune de Puidoux une solution originale, en alternative à une amenée de courant classique qui se révélait être par trop onéreuse en raison des distances de raccordement. La solution proposée était un système de pompage par générateur à cellules photovoltaïques, d'un fonctionnement simple et d'un entretien négligeable. Cette solution est celle qui a finalement été retenue. Après trois années d'expériences, les premiers enseignements peuvent être relatés. C'est l'objet de cet article.

2. Caractéristiques techniques de l'installation

Le principe de fonctionnement du système est extrêmement simple (voir fig. 2): le moteur de la pompe est directement couplé au générateur photovol-

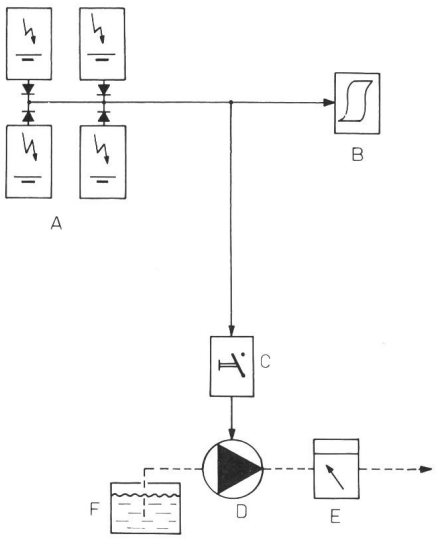


Fig. 2 Principe de fonctionnement du système

A Générateur photovoltaïque
B Enregistreur de mesures
C Coffret de commande
D Groupe électropompe
E Compteur d'eau
F Réservoir de rassemblement

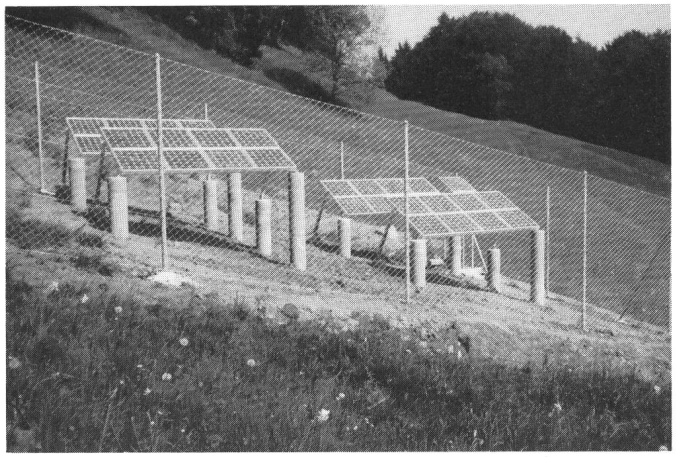


Fig. 3
Générateur photovoltaïque

taïque, sans autres intermédiaires qu'un interrupteur automatique de protection en cas de manque d'eau. Une fois enclenchée, l'installation fonctionne durant les cinq mois d'exploitation sans autres interventions directes. Aucun élément de stockage de l'électricité produite n'est nécessaire, le réservoir d'eau supérieur (100 m^3) jouant le rôle d'accumulateur tampon. Les données techniques de l'installation sont les suivantes:

- Le générateur photovoltaïque (fig. 3) est composé de 32 panneaux de cellules de silicium monocristallin. La surface active est de 7,93 m^2, pour une surface totale de 10,8 m^2. La puissance maximum est de 895 W. Des diodes de protection accompagnent chaque panneau, de manière à éviter la circulation de courants internes indésirables.
- La pompe est du type centrifuge couplée à un moteur à courant continu spécialement conçu pour des applications faisant appel à un générateur photovoltaïque. Sa puissance nominale est de 560 W, pour un débit maximum de 1000 litres/heure, dans les conditions de cette application.

3. Ensoleillement du site

La station de pompage se trouve dans une clairière, sur le flanc Est du Mont-Pélerin. Les conditions d'ensoleillement sont donc peu favorables, étant données les innévitables zones d'ombres créées par les arbres et la colline avoisinante. L'endroit exact de l'implantation des capteurs découle d'une optimisation de l'ensoleillement durant les mois d'exploitation, soit de mai à septembre. Les capteurs sont orientés au Sud-Est, avec une inclinaison par rapport à l'horizontale de 30 degrés. Ainsi, par temps clair, les heures de démarrage et d'arrêt de la pompe, ainsi que son fonctionnement, ne dépendent pratiquement pas de zones d'ombres naturelles (voir fig. 4).

4. Fonctionnement du système

Les courbes de la figure 5 superposent le réseau de caractéristiques courant = f(tension, rayonnement) du générateur et la courbe courant = f(tension) du moteur de la pompe. Le fonctionnement du système se décompose de la manière suivante:

- Du point 0 au point A: si l'ensoleillement n'a pas encore atteint le seuil de démarrage de la pompe, l'énergie électrique fournie par le générateur est entièrement dissipée en chaleur dans les enroulements et le noyau magnétique du moteur qui ne tourne pas.
- Du point A au point B: le seuil de démarrage se situe à environ 615 W/m^2 d'ensoleillement. La pompe

Fig. 4
Heures de démarrage et d'arrêt de la pompe par temps clair

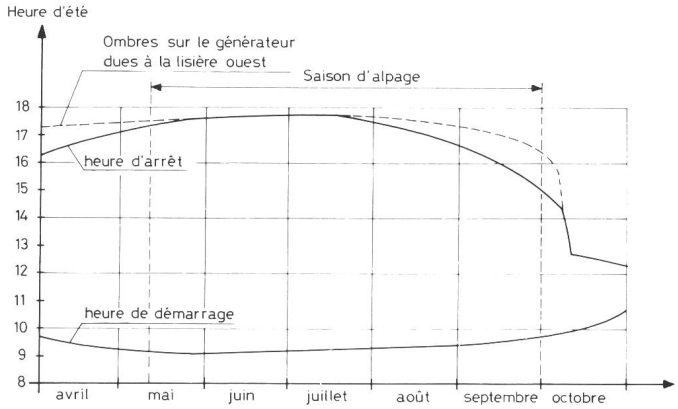
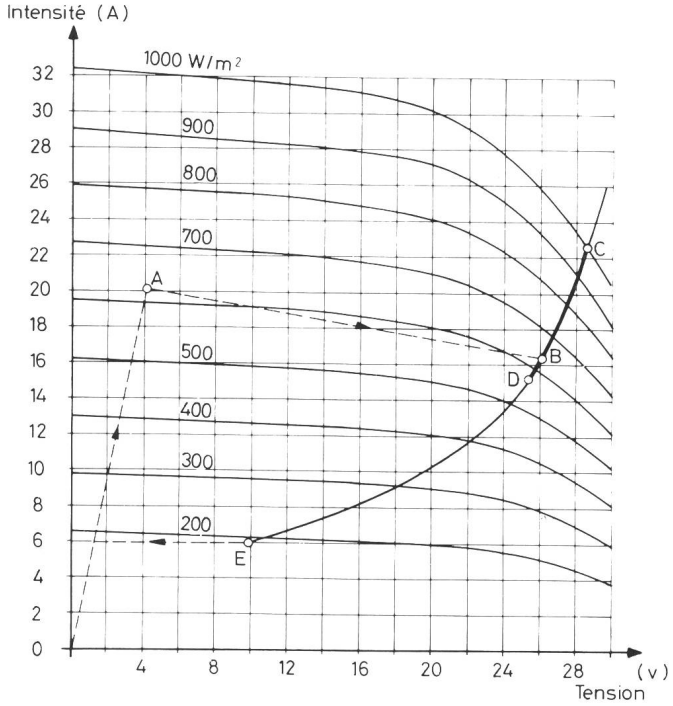


Fig. 5
Caractéristiques électriques du système
Température des cellules PV: 50 °C
Pression manométrique: 7,3 bars



se met alors à tourner et à débiter (au point B environ 4,2 litres/minute).

- Entre le point C et le point D: la pompe va débiter plus ou moins selon l'ensoleillement. Il est à noter que pour une variation de 450 W/m² d'ensoleillement (entre C et D), la tension aux bornes du moteur ne varie que de 3,5 V (12%). La vitesse de rotation du moteur étant proportionnelle à la tension électrique aux bornes, cette vitesse ne subit que de faibles variations entre les points C et D de la figure 5.
- Entre le point D et le point E: la pompe continue de tourner, mais à une vitesse trop faible pour qu'il y ait débit d'eau.
- Du point E au point 0: au point E, la puissance fournie ne suffit plus à vaincre le couple résistant de la pompe, le moteur s'arrête et l'énergie est à nouveau dissipée dans les enroulements.

5. Résultats de l'exploitation du système

A ce jour, la pompe a fonctionné durant deux saisons d'alpage complètes (1983 et 1984) et une demi-saison (1982, année de mise en service), soit 399 jours au total. Si en 1982 et 1984 le système lui-même n'a nécessité aucune intervention si ce n'est de contrôle, par contre, en 1983, deux phénomènes ont entravé le bon fonctionnement de l'installation:

- blocage de la pompe suite au mauvais réglage d'un joint en début de saison,
- encrassement important des panneaux photovoltaïques suite aux pluies chargées de sable de l'été 1983.

Les quantités d'eau pompées et consommées durant ces trois saisons sont indiquées dans le tableau I (voir aussi fig. 6):

Quantités d'eau pompées et consommées — Tableau I

Période	Eau pompée	Eau consommée
1982 (6 juillet - 30 septembre)	197,4 m³	161,0 m³
1983 (20 avril - 30 septembre)	346,4 m³	318,9 m³
1984 (14 mai - 30 septembre)	359,7 m³	337,6 m³

La figure 7 montre le rôle joué par le réservoir, qui, de par sa capacité, permet de réduire considérablement les risques d'un manque d'eau en cours de saison.

Du point de vue purement énergétique, le système n'est évidemment pas optimum. En effet, pour la saison 1982, le flux d'énergie se décompose de la manière suivante:

Rayonnement incident sur cellules PV:	3304 kWh (100%)
Energie électrique fournie à la pompe:	247,5 kWh (7,5%)
Energie utile au pompage:	40,0 kWh (1,2%)

Evidemment, la plus grande partie des pertes est due au principe même de la conversion photovoltaïque par cellules de silicium monocristallin. Par contre, de toute l'énergie fournie à la pompe, seul le 16,2% est utile, le reste étant constitué de pertes cuivres, de pertes fer, pertes mécaniques, pertes de charge, etc. L'importance de ces pertes s'expliquent facilement par le fait que toute l'énergie fournie au-dessous d'un certain seuil de puissance est inutilisable. Cette énergie est alors dissipée en chaleur dans les enroulements et le noyau magnétique du moteur de la pompe. Un système simple permettant de stocker cette énergie pourrait être envisagé, mais au dépend de la maintenance et de l'entretien, théoriquement nuls avec le système actuel.

La réalisation de cette application solaire est due à la conjonction de plusieurs facteurs:

- infrastructure (captages, conduites, réservoirs, ...) existante
- exploitation exclusivement estivale
- besoins d'eau modestes
- réseau de distribution d'électricité éloigné de la station de pompage
- site à l'abri des vents (système à éolienne irréalisable)
- financement par la Commune de Puidoux, le Service cantonal des Améliorations Foncières, la Confédération et la Société romande d'électricité

Il ne s'agit pas là de conditions indispensables à satisfaire avant d'installer un tel système, mais il est évident que celui-ci ne peut être rationnellement applicable que dans certains cas bien précis où la voie photovoltaïque entre en concurrence technique et économique avec d'autres solutions. C'est, il faut bien le reconnaître, rarement le cas sous nos latitudes.

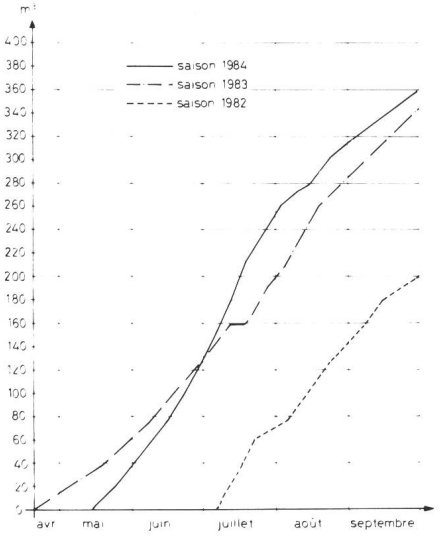


Fig. 6 Cumul des quantités d'eau pompée

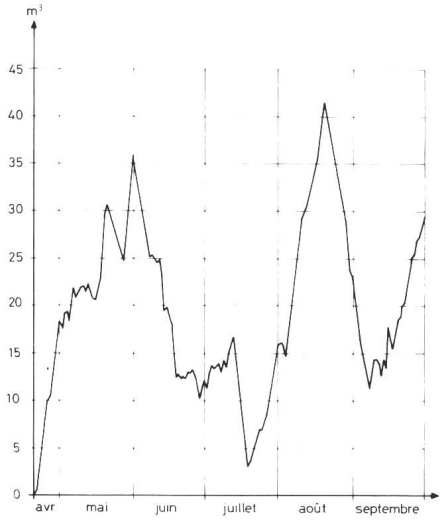


Fig. 7 Variations du contenu du réservoir saison 1983