

Éléments de décision technique concernant le choix des équipements d'un système de pompage solaire

Cette grille permet d'aborder de manière succincte les différentes techniques liées au pompage solaire, et de donner les critères de choix. Un dimensionnement, une analyse financière de l'investissement et du fonctionnement doivent être menés en parallèle ou en complément pour valider les choix.

Élément	Problématique	Éléments de choix suivant la configuration
Panneaux solaires	Les panneaux servent d'intermédiaire entre le rayonnement solaire et l'alimentation de la pompe. Ils convertissent le rayonnement solaire en électricité pour actionner la pompe. Il existe trois types de panneaux sur le marché : Amorphe, monocristallin, poly-cristallin. Mais les deux derniers sont les plus courants et les plus utilisés. Le monocristallin, fait d'un seul cristal de silicium, a un meilleur ratio taille/puissance que le poly-cristallin. Il est plus sombre, a tendance à chauffer plus que le poly-cristallin mais offre un meilleur rendement lors que l'ensoleillement est réduit ou l'environnement nuageux. Le poly-cristallin chauffe moins, est moins cher, plus régulier en matière de puissance, et convient mieux à des zones chaudes.	Dans un contexte africain, on aura tendance à choisir le poly-cristallin. NB : Pour fonctionner au maximum de ces capacités un panneau devra pouvoir évacuer sa chaleur. En effet, le rendement des panneaux diminue à mesure que la température est élevée. Il est conseillé de ne pas coller les panneaux directement à la tôle et de garder une distance de 2 à 5 cm afin de permettre à l'air de s'évacuer.
Avec ou sans batteries	L'utilisation de batteries permet de stocker l'énergie pendant l'ensoleillement, et de la restituer, pendant la nuit notamment. Un système avec batteries permet de limiter la puissance de la pompe et des panneaux et la taille du château d'eau, car 30% de la consommation de l'eau se fait le soir, au moment où il n'y a plus de soleil. Grâce aux batteries on peut réalimenter le château en permanence, quelque soit l'heure. Les batteries ont toutefois l'inconvénient de coûter très cher, d'être à remplacer tous les 5 ou 6 ans (ce qui est facteur d'augmentation de prix de revient), d'être délicates à recycler (elles sont souvent jetées dans la nature). Le système sans batteries, appelé 'au fil du soleil' permet d'éviter ces inconvénients, mais doit être dimensionné plus large pour fournir la même quantité d'eau (panneaux solaires, pompes), et la taille du réservoir doit être augmentée pour s'ajuster au plan de remplissage/vidange de la zone concernée.	On choisira plutôt un système sans batterie dans une zone où la maintenance est difficile, et où le prix et la gestion tarifaire de l'eau permet difficilement d'envisager un remplacement des batteries tous les 5 ou 6 ans. A contrario, le système avec batteries sera retenu dans un cadre de plus grande capacité de gestion technique et financière. (Le système hybride (Solaire-Diesel) permet aussi de palier aux périodes de mauvais ensoleillement)
Type de pompe	Trois types de pompes sont principalement utilisés, les pompes centrifuges, les pompes volumétriques ou hélicoïdales. Les pompes centrifuges fonctionnent sur le principe de la force centrifuge. Une turbine à forte vitesse projette l'eau dans les tuyaux de sortie de la pompe. Ces pompes sont en général à courant alternatif. Les pompes volumétriques compressent l'eau pour la faire remonter. Les pompes hélicoïdales fonctionnent sur le principe d'une vis sans fin : l'eau est remontée dans le tuyau sortie sous l'effet d'une rotation d'une vis sans fin, qui fonctionne à plus faible vitesse, donc à priori avec moins d'usure. La pompe centrifuge doit accepter une eau très claire, alors que la pompe volumétrique est plus tolérante sur la qualité de l'eau (50 g sable/m ³) et la pompe hélicoïdale accepte des eaux plus chargées (500 g/m ³)	Le choix entre une pompe centrifuge et une pompe volumétrique / hélicoïdale dépend de la relation Débit vs HMT. On va préférer les pompes volumétriques / hélicoïdales pour des petits débits et grandes HMT ; les centrifuges dans le cas inverse. La pompe volumétrique /hélicoïdale est à courant continu et la pompe centrifuge alternatif. C'est aussi un élément de choix, voir ci-dessous. Les fournisseurs de pompe les plus réputés sont Lorentz et Grundfos.
Courant Continu (DC) ou Courant Alternatif (AC)	Les panneaux solaires émettent du courant continu, à une tension (voltage) variable suivant l'ensoleillement (et l'heure de la journée). Les pompes à courant continu (DC), proposées par Lorentz notamment, ont l'avantage d'être connectables sans modification du courant continu vers du courant alternatif (AC). Le rendement électrique est de fait meilleur. Toutefois, ces pompes sont moins présentes sur le marché africain, et sont souvent plus chères à l'achat que les pompes à courant alternatif (AC). Les pompes AC se branchent après un onduleur, qui transforme le courant continu des panneaux solaires en courant alternatif. Il y a donc un élément supplémentaire qui peut être facteur de panne. Les pompes AC sont plus courantes, donc souvent moins chères, plus faciles à changer. D'autre part, il en existe en 3 pouces pour les petits forages, alors que les pompes DC ne se trouvent qu'au minimum en 3,5 pouces.	On choisira plutôt une solution AC quand la distance entre la pompe et le champ solaire est importante, ou que le forage est de très faible diamètre. On choisira une solution DC quand on souhaite une plus faible surface ou puissance de panneaux installés (15% de moins qu'une solution AC), quand on a à proximité un revendeur de pompes à courant continu, et quand la pompe est très proche du champ solaire.

Onduleur-variateur	L'onduleur variateur permet de faire varier la fréquence du courant alternatif, donc la vitesse en fonction de la puissance fournie aux pompes. Il permet notamment de faire démarrer une pompe AC à basse vitesse dès les premiers rayons du soleil. Attention cependant à paramétrer correctement l'onduleur-variateur. Un démarrage trop tôt le matin induira un faible débit et donc un refroidissement réduit de la pompe qui risque de chauffer.	On choisira un onduleur variateur dans une solution sans batterie avec pompage AC pour optimiser l'utilisation de l'énergie solaire. Deux modèles sont couramment proposés, Schneider Altivar et ABB ACS355.
Câblage	Le type et la section de câblage peut avoir une grande influence sur le prix d'une installation. Les pompes à courant continu (DC) sont alimentées en 48 V, 24 volts ou 12 V. L'avantage de ces tensions est qu'elles ne présentent pas de risque de sécurité. A contrario, la tension étant faible, l'intensité circulant dans les câbles est élevée impliquant des pertes par résistance. Une faible tension, est donc compensée par des câbles de section élevée qui coûtent plus cher. On devra veiller à ce point si la distance pompe-champ solaire dépasse les 100 mètres. Le courant alternatif se présente soit en monophasé (2 câbles, 220 Volts) ou en triphasé (4 câbles, 400 volts). Le courant alternatif peut être dangereux mais grâce à une tension plus importante, les câbles sont moins épais et donc moins onéreux.	Le type de câblage dépend du type de solution courant retenu (DC ou AC). En AC, le monophasé et le triphasé dépendront de la pompe retenue. En général sur des pompes puissantes > 3 KW, on trouve essentiellement du triphasé. Dans tout les cas, il faudra veiller à ce que les câbles soient résistants aux UV s'ils sont positionnés en extérieur.
Système hybride Solaire-Diesel	Dans les cas de systèmes au fil du soleil, un générateur d'appoint peut être une solution pour un pompage de nuit. D'autre part, les systèmes solaires sont en général calculés pour des consommations moyennes journalières. Ils ne peuvent pas prendre en charge des situations spéciales de consommation, par exemple lors de fêtes, de périodes touristiques courtes ou de gros marchés. Pour terminer, une réparation sur un système solaire peut être très longue. Dans ces cas, rajouter un générateur d'appoint peut être une solution. Toutefois cela implique une immobilisation de fonds, un amortissement et une maintenance à intégrer dans le prix de revient, donc le tarif. D'autre part, il faut s'assurer que le courant délivré par le générateur (en général de l'alternatif, AC) est compatible avec la pompe choisie. Ainsi dans le cas de pompe à courant continu, il faudra prévoir un redresseur (AC vers DC) qui peut s'avérer onéreux.	On choisira un système hybride dans les cas de pompage de nuit, quand la pointe de consommation attendue est relativement forte et justifie le surcoût d'un générateur, ou bien dans le cas d'absence totale d'alternative aux réseau d'eau (puits ou pompe) qui justifie une solution de secours en cas de panne.
Remontée et traitement d'informations	L'enjeu est de suivre l'activité du système à distance. En effet, la majorité des systèmes déclinent avant de devenir totalement inopérants. Un bon suivi et une bonne maintenance restent la clef pour des systèmes d'adduction d'eau pérennes. Les systèmes de remontée de données collectent l'information et la renvoient, de manière séquentielle par le réseau téléphone, vers un poste de réception (ordinateur ou smartphone)	Dans les zones difficiles d'accès, ou qui ne disposent pas d'autre moyens de contrôle on veillera à intégrer un dispositif de remontée de données du champ solaire et de la pompe.
Eléments de sécurisation du champ solaire	L'enjeu est de sécuriser les panneaux solaires pour éviter le vol. Plusieurs techniques sont disponibles, les boulons antivols, la sécurisation de l'ensemble panneaux par du grillage surmonté de fil de fer barbelé, des alarmes anti intrusions, des clôtures électrifiées. Les éléments de protection doivent s'accompagner d'une sensibilisation de la population/mise en place d'un fermier/responsabilisation des autorités locales. Toute protection, aussi bonne soit elle, ne pourra garantir 100% de sécurité si le projet ou l'installation est mal perçue par la population.	Plus le champ solaire sera isolé, en dehors d'une zone de protection, ou sans gardien, plus les modalités de sécurisation devront être renforcées. En cas d'absence de sécurité, on combinera une clôture grillagée, du fil de fer barbelé, une protection électrique, et des boulons antivols.

Rédigé par Jean-Pierre Mahé, Nicolas Livache et Benoit Vandewiele. 26 10 2018.