



**ACTION  
CONTRE  
LA FAIM**



# **POMPAGE SOLAIRE**

**CONCEPTION ET RÉALISATION  
DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE DU POMPAGE**

---

**GUIDE**

# MENTIONS LÉGALES

---

## ..... COPYRIGHT

© Action contre la Faim International

Reproduction autorisée, moyennant mention de la source, sauf spécification contraire. Si la reproduction ou l'utilisation de données textuelles et multimédias (son, images, logiciels, etc.) sont soumises à autorisation préalable, cette autorisation annulera l'autorisation générale susmentionnée et indiquera clairement les éventuelles restrictions d'utilisation.

## ..... CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

Le présent document vise à porter à l'attention du public les informations relatives aux initiatives et aux politiques d'Action contre la Faim International Network (ACF-IN). Notre objectif est de diffuser des informations exactes et à jour à la date de création. Nous nous efforcerons de corriger toute erreur qui nous serait signalée. Toutefois, la responsabilité d'Action contre la Faim n'est en aucune manière engagée quant au contenu des informations du présent document.

Lesquelles :

- ont un caractère général et ne visent pas à aborder les circonstances spécifiques propres à une personne physique ou morale ;
- ne sont pas nécessairement complètes, exhaustives, exactes ou à jour ;
- renvoient parfois à des documents ou à sites externes sur lesquels Action contre la Faim n'exerce aucun contrôle et pour lesquels Action contre la Faim décline toute responsabilité ;
- n'ont en aucun cas valeur de conseil juridique.

La présente clause de non-responsabilité n'a pas pour but de contourner les exigences posées par les législations nationales en vigueur ou d'exclure la responsabilité d'Action contre la Faim de manière contraire aux exigences posées par les législations nationales applicables ni d'exclure sa responsabilité dans le cas où elle ne peut l'être en vertu des dites législations.

**CONCEPTION ET RÉDACTION** : Camille Evain - Référent Energie, Jean Lapègue - Responsable Service WASH

**CONCEPTION GRAPHIQUE** : Céline Beuvin

**PHOTOGRAPHIE DE COUVERTURE** : © Action contre la Faim  
Action contre la Faim International, Mars 2020

© Action contre la Faim, 2020 - 14-16, boulevard de Douaumont - 75017 Paris  
[www.actioncontrelafaim.org](http://www.actioncontrelafaim.org) / [www.actionagainsthunger.org](http://www.actionagainsthunger.org) / [www.accioncontraelhambre.org](http://www.accioncontraelhambre.org)

# POMPAGE SOLAIRE

---

GUIDE POUR LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION  
DE LA PARTIE ÉLECTRIQUE DU POMPAGE

# LISTE DES ACRONYMES

---

<b>ACF</b>	Action contre la Faim
<b>DC</b>	Direct Curent – Courant continu
<b>AC</b>	Alternative Curent – Courant alternatif
<b>PMAX</b>	Puissance maximum
<b>STC</b>	Standard Test Condition – Condition de test des panneaux solaire en laboratoire
<b>NOCT</b>	Normal Operating Cells Temperature – Condition de fonctionnement pouvant être rencontrées sur site

# LISTE DES FIGURES

---

<b>FIGURE 1</b> : Les types de pompage suivant débit et HMT recherchés	10
<b>FIGURE 2</b> : Les composants indispensables	12
<b>FIGURE 3</b> : Les composants optionnels possibles	12
<b>FIGURE 4</b> : Schéma d'un coffret de protection de type Européen pour 3 branches de panneaux	15
<b>FIGURE 5</b> : Exemple d'un coffret de protection de type US	15
<b>FIGURE 6</b> : Trois exemples de contrôleurs de pompe	17
<b>FIGURE 7</b> : Exemples d'onduleurs solaires de pompage	17
<b>FIGURE 8</b> : Sonde typique et sa fixation sur tuyau de refoulement	18
<b>FIGURE 9</b> : Pompe Grundfos - SQFlex avec sonde niveau bas intégrée sur câble	18
<b>FIGURE 10</b> : Pompe standard	19
<b>FIGURE 11</b> : Principaux systèmes de prolongement de câble INTERDITS sur pompe immergée	20
<b>FIGURE 12</b> : Principaux systèmes de modification d'axe horizontal (suivant la saison)	21
<b>FIGURE 13</b> : Principaux systèmes de modification d'axe vertical ou plan incliné (suivant l'heure)	21
<b>FIGURE 14</b> : Photo d'une sonde à flotteur standard	23
<b>FIGURE 15</b> : Fonctionnement d'une sonde à flotteur	23
<b>FIGURE 16</b> : Relai et électrodes à suspendre	24
<b>FIGURE 17</b> : Fonctionnement d'une sonde à flotteur	24
<b>FIGURE 18</b> : Sonde à flotteur coulissant typique	24
<b>FIGURE 19</b> : Sonde à mesure de pression typique	25
<b>FIGURE 20</b> : Afficheurs typiques	25

# LISTE DES TABLEAUX

---

<b>TABLEAU 1</b> : Les configurations matérielles suivant débit et HMT recherchés	10
<b>TABLEAU 2</b> : Principaux défauts constatés par le retour d'expérience	11
<b>TABLEAU 3</b> : Type de panneau solaire préconisé	13
<b>TABLEAU 4</b> : Solutions techniques proposées par les fournisseurs	14
<b>TABLEAU 5</b> : Méthode de prolongement des câbles immergés, par ordre qualitatif	20
<b>TABLEAU 6</b> : Possibilités de connexion d'un groupe électrogène	22

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>LISTE DES ACRONYMES</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>4</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>5</b>

---

## **A / TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS** **9**

<b>1. TYPES DE POMPAGE SOLAIRE</b>	<b>10</b>
<b>2. PRINCIPAUX COMPOSANTS</b>	<b>12</b>
<b>1</b> Panneaux solaires photovoltaïques (PV)	13
<b>2</b> Supports de panneaux solaires	14
<b>3</b> Coffret de protection	15
<b>4</b> Contrôleur de pompe ou onduleur solaire de pompage	16
<b>5</b> Mise à la terre	18
<b>6</b> Sonde de niveau bas eau dans le puit	18
<b>7</b> Pompe submersible (ou groupe motopompe)	19
<b>3. COMPOSANTS OPTIONNELS POSSIBLES</b>	<b>21</b>
<b>8</b> Support de panneaux orientable	21
<b>9</b> <b>10</b> Groupe électrogène de secours ou complément	22
<b>11</b> Sondes et détection du niveau d'eau dans le réservoir	23

---

## **B / DIMENSIONNEMENT, RÉCEPTION DU SITE ET FORMATION UTILISATEUR** **27**

<b>1. DIMENSIONNEMENT</b>	<b>28</b>
<b>ÉTAPE 1</b> Calcul de l'énergie électrique nécessaire par jour	28
<b>ÉTAPE 2</b> Calcul de la puissance de la pompe	28
<b>ÉTAPE 3</b> Calcul de la puissance du groupe électrogène	29
<b>ÉTAPE 4</b> Calcul de la puissance de panneaux solaire à installer	29
<b>ÉTAPE 5</b> Conclusion du calcul	30
<b>2. RÉCEPTION DU SITE</b>	<b>31</b>
<b>3. FORMATION UTILISATEUR</b>	<b>32</b>

## **ANNEXES** **33**

<b>Annexe 1</b> Ressources documentaires	34
<b>Annexe 2</b> Carte du rayonnement solaire (monde)	35
<b>Annexe 3</b> Fiche d'identité d'une station de pompage	36
<b>Annexe 4</b> Liste des contrôles à effectuer	37



Dans un monde où les enjeux d'émissions de gaz à effet de serre et de préservation de l'environnement sont toujours plus prégnants, et dans lequel les enjeux de pérennisation d'accès à la ressource en eau passent par des solutions durables et efficaces, Action contre la Faim propose à ses chefs de projets et coordinateurs des secteurs Eau Assainissement Hygiène (EAH) et Sécurité Alimentaire & Moyens d'Existence (SAME) de considérer les approches de pompage solaire.

Facile à concevoir, protectrice de l'environnement, d'une mise en œuvre abordable et très peu chère en coûts de fonctionnement, la solution solaire présente de nombreux atouts programmatiques, et attire de plus en plus les acteurs de monde humanitaire, les communautés d'utilisateurs ainsi que les bailleurs.

**Ce guide vous aidera à concevoir vos projets de pompage solaire.**

En lisant ce guide, vous comprendrez qu'il n'est pas utile d'être trop précis dans les spécifications techniques de votre demande de devis, et qu'il faut impérativement préciser sur celle-ci les résultats attendus de votre forage, à savoir :

- Pomper une certaine quantité d'eau par jour
- À une certaine hauteur (HMT)
- Avec une possibilité de raccordement de groupe électrogène possible
- Le tout de manière sécurisée, avec un coffret de protection incluant fusible, parafoudre, bouton de déconnexion, une sonde de détection du niveau bas dans le puits, et une connexion à la terre
- Avec les options désirées le cas échéant (qualité de support panneaux, lecture déportée du niveau dans le réservoir, groupe électrogène de secours, ...)

À l'aide des formules de calcul simplifiées (Chapitre 2), vous pourrez vérifier le dimensionnement du/des fournisseurs, et valider que le nombre de panneaux, la puissance de la pompe et la puissance du groupe électrogène proposés sont corrects.

Si vous rencontrez des problèmes, si vous ne savez pas vérifier le dimensionnement, ou si vous rencontrez un cas particulier, alors vous pourrez demander du support par mail à l'adresse : [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org) (adresse réservée pour le staff et les missions d'ACF).

Vous réceptionnerez ensuite le site de pompage avec le fournisseur en utilisant le formulaire en annexe, et demanderez les modifications nécessaires pour que le pompage soit entièrement conforme à vos attentes.

Enfin vous réaliserez la formation aux utilisateurs, ou l'aurez fait réaliser par l'installateur. Le comité de gestion du site de pompage sera alors en maîtrise de l'utilisation du pompage nouvellement créé. Les utilisateurs connaîtront les opérations de maintenance à réaliser et sauront à qui s'adresser en cas de panne, de besoin de pièce de rechange.

*Si vous lisez cette documentation après avoir réalisé votre projet, et avez fait des erreurs, il n'est pas trop tard. Il est toujours possible de réaliser des travaux correctifs, qui sont de manière générale peu coûteux. Pour ce faire, il faut identifier les modifications à réaliser, tâches par tâches, consulter les fournisseurs pour obtenir les pièces adaptées et réaliser les travaux modificatifs.*

*En cas de doute, n'hésitez pas à solliciter le support technique, envoyer des photos d'installations réalisées et/ou des systèmes que vous pensez devoir modifier, ou faire valider les offres fournisseurs, ... via l'adresse mail : [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org) (adresse réservée pour le staff et les missions d'ACF).*

L'énergie solaire représente un formidable atout pour permettre aux populations bénéficiaires des projets d'avoir accès à l'eau de manière fiable, avec des coûts de fonctionnement réduits au minimum. Cet atout n'est joué que si le pompage est sécurisé, et réalisé avec du matériel de qualité permettant d'assurer la durabilité des installations.

# A/

## TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

---



© Action contre la Faim





## A/ TYPES DE POMPAGE SOLAIRE, COMPOSANTS ET OPTIONS

# 1. TYPES DE POMPAGE SOLAIRE

Il existe principalement 3 types de pompes solaires dont les courbes standards sont présentées ci-dessous :

- ① **Les pompes manuelles motorisées.** Il s'agit du même mécanisme qu'utilisé en pompage manuel (piston et tringlerie type « India Mark »), auquel on a ajouté un moteur pour remplacer la motricité humaine.
- ② **Les pompes « spécial solaire »** alimentées en direct via un contrôleur de pompe adapté, à approvisionner chez le fabricant de la pompe pour s'assurer de la compatibilité.
- ③ **Les pompes classiques** (alimentées habituellement par groupe électrogène) que l'on alimentera via un onduleur à fréquence variable, couramment appelé « onduleur solaire de pompage ».

FIGURE 1 : LES TYPES DE POMPAGE SUIVANT DÉBIT ET HMT RECHERCHÉS

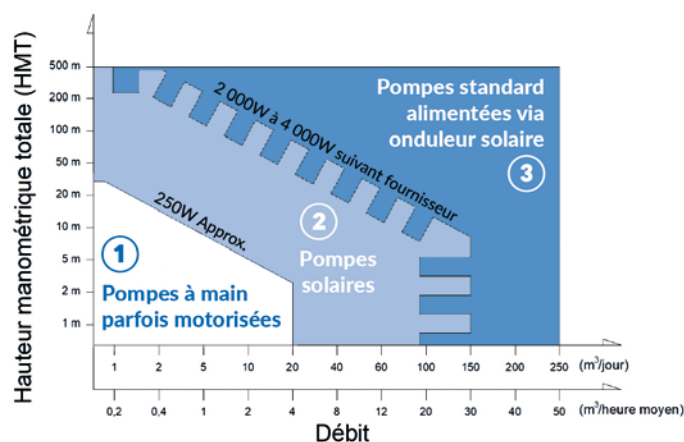





TABLEAU 1 : LES CONFIGURATIONS MATÉRIELLES SUIVANT DÉBIT ET HMT RECHERCHÉS

CONFIGURATION	Les pompes motorisées ①	Les pompes "spécial solaire" ②	Les pompes classiques ③
Puissance	< 250 W < 0,35 HP	250 W à 4 000 W (jusqu'à 2 000 W uniquement chez certains fournisseurs) 0,35 HP à 5 HP	> 4 000 W > 5 HP
Solution	<b>Pompage manuel préconisé.</b> Pour les applications d'irrigation (longues durées de pompage), il existe des pompes manuelles « motorisées » qui offrent l'avantage de garder un mode manuel en cas de problème.	<b>Pompe dite « solaire », à commander avec contrôleur de pompe adapté.</b> Possible de trouver des pompes en courant alternatif (AC) et/ou continu (DC).	<b>Pompe standard alimentée avec onduleur solaire de pompage.</b> Les pompes sont systématiquement alimentées en courant alternatif (AC) triphasé et à fréquence variable dans l'immense majorité des cas.
Exemple de matériel		 Petit contrôleur de pompe.	 Onduleur solaire de pompage.
Exemple de marque et gamme chez les principaux fournisseurs	<b>VOLENTA :</b> - Une seule pompe dans la gamme mais prix et performances variables suivant profondeur.	<b>GRUNDFOS :</b> - Gamme SQFlex <b>LORENTZ :</b> - Gamme PS2	<b>GRUNDFOS :</b> - Gamme SP pour la pompe - Gamme RSI pour l'onduleur <b>LORENTZ :</b> - Gamme PSk2 (pompe & onduleur)

Les pompes solaires photovoltaïques sont de plus en plus employés dans le cadre des programmes d'Action contre la Faim. Mis en œuvre dans des environnements divers, avec des compétences techniques souvent limitées dans le domaine électrique, il est régulièrement constaté des défauts dans la conception des systèmes comme dans leur mise en œuvre.

Ce guide constitue une approche rapide du pompage solaire photovoltaïque, présente les règles de dimensionnement basiques afin de pouvoir vérifier par soi-même le nombre de panneaux proposé par un sous-traitant, et détaille les erreurs courantes faites par des concepteurs non avertis, afin de les éviter. Ces erreurs sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous.

**TABEAU 2 : PRINCIPAUX DÉFAUTS CONSTATÉS PAR LE RETOUR D'EXPÉRIENCE**

DÉFAUT CONSTATÉ	SOURCE DE L'ERREUR	CONSÉQUENCE
<b>Mauvais choix de pompe</b>	Le concepteur conçoit le pompage comme un pompage standard (avec groupe électrogène) et indique dans le cahier des charges que la source doit être solaire.	Sous-performance du système Difficultés d'approvisionnement du matériel qui n'est pas standard en pompage solaire.
<b>Absence de contrôleur de pompe</b>	Certaines pompes sont alimentées en DC, et peuvent donc être alimentées directement par les panneaux sans transformation. De fait on constate que le contrôleur est parfois oublié ou volontairement non installé.	Destruction du matériel (pompe principalement).
<b>Alimentation de la pompe par un onduleur type « bâtiment » produisant du 220 V – 50 Hz</b>	La pompe ne peut tourner qu'à sa puissance maximale. Lorsqu'il n'y a pas assez de soleil pour que la pompe fonctionne à sa puissance maximale, la pompe ne démarre pas.	Le système ne fonctionne pas en faible luminosité (matin / soir / jours nuageux). Perte de plus de 50 % du potentiel de pompage.
<b>Utilisation de batteries pour combler le manque de soleil matin et soir</b>	Installation d'un onduleur de type « bâtiment » (voir ci-dessus).	Ajout d'un équipement inutile, coûteux en renouvellement, et polluant en fin de vie. En cas de besoin en eau hors horaires d'ensoleillement, stocker l'eau en château d'eau.
<b>Sous-dimensionnement du nombre de panneaux solaires</b>	Il est demandé au fournisseur une performance (un débit journalier et une hauteur de pompage), le fournisseur propose une pompe adéquate mais une quantité de panneaux trop faible qui n'est pas vérifiée.	La pompe fonctionne en sous régime et la performance n'est pas atteinte.
<b>Absence de protection électrique du système</b>	Les panneaux solaires sont perçus comme une source électrique non dangereuse, car chaque panneau produit du 12 ou 24 V, tension faible qui n'est pas dangereuse. Les concepteurs omettent donc souvent les protections électriques (fusibles, disjoncteurs, ...) Or pour les pompes solaires, la tension des panneaux est cumulée pour faire fonctionner la pompe. Résultat, la tension de fonctionnement est souvent de 120 V à 500 V, ce qui est dangereux.	Risque d'électrocution pour les utilisateurs. Risque de destruction du matériel.
<b>Absence de capteur de niveau bas eau</b>	Certaines pompes sont auto-protégées contre le fonctionnement à vide : elles sont munies d'un capteur qui les arrête lorsque le puit est vide. Mais ce n'est pas le cas de toutes les pompes, et certaines pompes sont donc installées sans capteur.	Destruction de la pompe lorsque le puit est vide.

La plupart de ces erreurs peuvent être facilement évitées, car elles proviennent d'oublis dus à la méconnaissance du concepteur, ou à l'inverse, de spécifications techniques trop poussées qui obligent les fournisseurs à proposer du matériel non standard et/ou inadapté. Ce guide a pour but de repositionner le curseur sur le bon niveau de détail à indiquer dans les demandes de devis, et éviter les oublis importants qui peuvent être faits par les concepteurs non avertis.

*En aucun cas ce guide permettra au lecteur de devenir un spécialiste du pompage solaire, d'autres guides plus complets (et plus volumineux) sont cités en référence en fin de guide pour approfondir vos connaissances.*

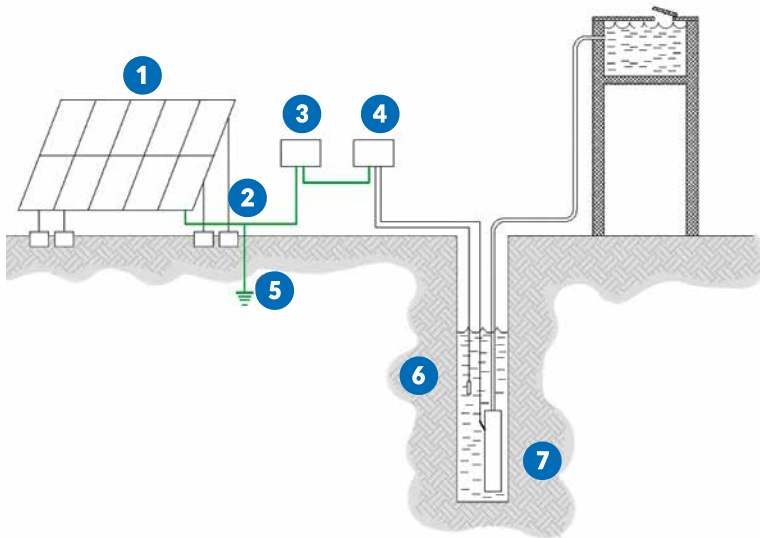
*En cas de question, besoin de dimensionnement précis, type de pompage particulier, ... une seule adresse à laquelle écrire : [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org) (adresse réservée pour le staff et les missions d'ACF)*

## 2. PRINCIPAUX COMPOSANTS

Les pompes solaires possèdent à minima les composants listés en figure 2. Ils sont détaillés dans les chapitres suivants. Ces composants principaux doivent impérativement figurer sur la demande de devis pour s'assurer que le fournisseur comprenne la demande correctement, et n'oublie aucun élément.

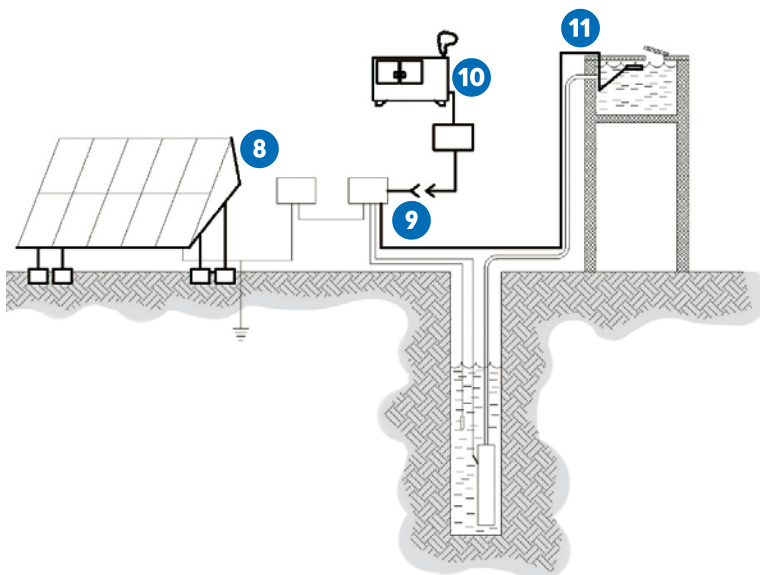
À cette configuration de base peuvent s'ajouter plusieurs options listées en figure 3.

FIGURE 2 : LES COMPOSANTS INDISPENSABLES



- 1 Parc de panneaux solaires.
- 2 Support de panneaux avec fondations et système d'accrochage antivol.
- 3 Coffret de protection avec fusible, coupe-circuit général et parafoudre.
- 4 Contrôleur de pompe ou Onduleur solaire de pompage.
- 5 Piquet de terre connecté au circuit de terre général regroupant les panneaux, leur support, coffret et pompe.
- 6 Sonde de sécurité niveau bas eau (arrête immédiatement la pompe si le puits est vide).
- 7 Pompe submersible.

FIGURE 3 : LES COMPOSANTS OPTIONNELS POSSIBLES



- 8 Support de panneaux avec 2 inclinaisons possibles (été / hiver).
- 9 Entrée disponible pour groupe électrogène temporaire en cas de problème (le groupe n'est pas installé de manière permanente).
- 10 Groupe électrogène permanent pour application secours ou complémentaire (en saison de pluies et/ou matin + soir).
- 11 Sonde de niveau d'eau dans le réservoir pour marche/arrêt pompe automatique, ou sonde de niveau d'eau dans le réservoir pour marche/arrêt pompe automatique + report visible du niveau depuis le sol.

Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire d'effectuer le dimensionnement de chaque équipement. La méthode préconisée est d'indiquer le résultat attendu (débit journalier et HMT) sur la demande de devis, laissant ainsi le choix aux fournisseurs de dimensionner l'installation, et de proposer le matériel le plus adapté, sur lequel ils seront les plus compétitifs.

En revanche, une fois les offres reçues, il est important de vérifier le dimensionnement préconisé par les fournisseurs. Pour cela une méthode de calcul est présentée au chapitre B : Dimensionnement.


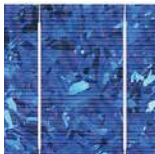
## 1 PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES (PV)

Il existe de nombreux type de panneaux solaires et de nombreuses dénominations : Monocristallins, Polycristallins, Tellure de Cadmium (CdTe), CIGS, CIGSS, Silicium Amorphe (a-Si), en couche mince, ... Tous ont leur avantages et inconvénients, ont des coûts et des rendements différents, ...

Les types de panneaux CIGS, CIGSS, CdTe, a-Si, ... sont fortement déconseillés en pompage solaire, soit parce qu'ils sont difficilement remplaçables (approvisionnement rare), soit parce qu'ils consomment une quantité non négligeable de terres rares pour être produits, soit parce qu'ils présentent d'importantes difficultés en terme de recyclage, soit parce qu'ils peuvent générer une pollution des sols à long terme en cas de non recyclage, ...

Dans le cadre des programmes d'Action contre la Faim, on veillera à ne mettre en œuvre que les deux types de panneaux présentés dans le tableau 3 ci-dessous.

**TABLEAU 3 : TYPE DE PANNEAU SOLAIRE PRÉCONISÉ**

TYPES DE PANNEAUX	MONOCRISTALLIN (MONO-C)	POLYCRISTALLIN (POLY-C)
Image pour identification		
Aspect de la cellule	Cellules d'un bleu généralement foncé et uniforme.	Cellules d'un bleu généralement clair laissant apparaître des cristaux.
Rendement	13 à 17 %	11 à 15 %
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleur rendement global et par faible ensoleillement que le PolyC</li> <li>• Meilleure durée de vie que le PolyC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prix inférieur au monoC</li> <li>• Faible empreinte écologique</li> <li>• Peu sensible aux variations de températures</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prix plus élevé que le PolyC</li> <li>• Baisse du rendement à température élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement plus faible que le MonoC</li> <li>• Durée de vie un peu plus faible que le MonoC</li> </ul>

Ces deux types de panneaux sont très similaires et peuvent s'installer indifféremment : Le PolyCristallin est légèrement moins cher que le MonoCristallin, mais il possède un rendement plus faible. Pour avoir la même puissance, il faudra donc installer une surface plus grande de PolyCristallin, ce qui compensera son prix plus faible. Les deux solutions sont donc quasi-équivalentes en performance et en prix, et finalement la disponibilité chez les fournisseurs est un facteur de choix généralement plus important que le rendement.

### SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES À METTRE SUR LE DEVIS

Les étiquettes des panneaux solaires font apparaître plusieurs informations, principalement utilisées pour contrôler la performance des panneaux dans le temps, lors des opérations de maintenance. Lors d'un achat de panneaux solaires et leur contrôle à la livraison, on utilise 5 spécifications :

- |                      |   |
|----------------------|---|
| • TYPE DE PANNEAU    | On précisera « monocristallin ou polycristallin acceptés ».   |
| • PUISSANCE CRÊTE    | On ne précisera pas de puissance sur le devis (laissant le calcul de la puissance nécessaire au fournisseur), en revanche on contrôlera que la puissance des panneaux livrés correspond bien à la puissance proposée. |
| • TYPE DE CONNECTEUR | On précisera « MC4 » qui est le type de connecteur standard.  |
| • DURÉE DE VIE       | On précisera « produit garanti 10 ans / performance garantie 25 ans à 80 % de production ».   |
| • NORMES             | On précisera « conforme aux normes EN 61730 et/ou UL1703 ».   |



Connecteurs MC4 mâle (en haut) et femelle (en bas).

## 2 SUPPORTS DE PANNEAUX SOLAIRES

Les configurations d'installation étant très variées (au sol, sur toiture, sur réservoir, option support orientables – voir 8, nombre et dispositions des panneaux, ...), les supports de panneaux solaires sont en principe réalisés sur mesure par le fournisseur. Sur une demande de devis, on indiquera donc uniquement les éléments ci-dessous :

ÉLÉMENTS À METTRE SUR LE DEVIS	
• ORIENTATION/INCLINAISON	On précisera « orientés sud » (ou nord suivant l'hémisphère), inclinaison idéale suivant la latitude du site d'installation.
• FIXATION	On précisera que le support doit être conçu et avoir l'ancrage suffisant pour résister aux vents.
• PROTECTION CONTRE LA CORROSION	On précisera que le support doit être protégé de la corrosion.
• FIXATION DES PANNEAUX SUR SUPPORT	On précisera que la fixation des panneaux doit être réalisée de manière à éviter tout vol des panneaux.
• MISE À LA TERRE	On précisera que les panneaux et leur support doivent être mis à la terre via les sections de câbles appropriées (voir chapitre mise à la terre).

Avec des indications, le fournisseur est à même de proposer le support. Afin de pouvoir contrôler la réalisation des fournisseurs, le tableau 4 ci-dessous liste les possibilités qui s'offrent aux fournisseurs quant aux choix de conception.

TABLEAU 4 : SOLUTIONS TECHNIQUES PROPOSABLES PAR LES FOURNISSEURS

CARACTÉRISTIQUE	SPÉCIFICATION STANDARD
<b>Inclinaison</b>	<p>L'angle optimal d'inclinaison pour un meilleur rendement optimal sur l'année dans les climats standards est la latitude du lieu où les panneaux sont installés. Il existe deux environnements d'exception où cet angle n'est pas optimal :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les zones avec un climat de mousson ou une longue saison nuageuse. Dans ce cas, on peut modifier l'angle optimal afin que les panneaux soient perpendiculaires au soleil hors mousson ou saison nuageuse.</li> <li>• Les zones proches de l'équateur, et plus précisément la bande centrale située entre 10° Nord et 10° Sud (Sierra Léone, Libéria, RCA, RDC, Sud Soudan, Kenya, Somalie, ...). En effet dans cette zone il faudrait théoriquement installer les panneaux horizontalement, or l'angle d'installation minimum est de 10° pour permettre leur nettoyage, éviter l'accumulation de poussière, ...</li> </ul> <p>Dans la bande équatoriale, il est admis de diviser le parc de panneaux solaires en 2 : une moitié inclinée 10° au nord, l'autre moitié inclinée 10° au sud.</p> <p>Enfin, il est toujours possible de demander un support pouvant avoir deux ou trois inclinaisons :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinaison A = Angle optimal = latitude du lieu d'installation (hors bande équatoriale)</li> <li>• Inclinaison B = Inclinaison A - 12°</li> <li>• Inclinaison C = Inclinaison A + 12°</li> </ul>
<b>Fixation sur support</b>	<p>Outre le poids des panneaux, le support des panneaux doit aussi pouvoir résister à l'arrachement (soulèvement) des panneaux dû au vent qui s'engouffrerait sous les panneaux.</p> <p>L'ancrage doit être solide :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit fait d'une solide fixation sur la charpente avec reconstitution de l'étanchéité pour les toitures,</li> <li>• soit l'ancrage est réalisé avec des plots béton de 30x30 en surface, et d'au minima 50 cm de profondeur.</li> </ul>
<b>Protection contre la corrosion</b>	<p>Le support des panneaux doit résister à la corrosion. Pour cela 3 méthodes peuvent être utilisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le support peut être fait en aluminium (couteux mais non corrodable par le matériaux).</li> <li>• le support peut être fait en acier galvanisé. Dans ce cas on veillera à ce que les soudures soit peintes après finition.</li> <li>• le support peut être fait en acier. Dans ce cas on veillera à ce que le support soit recouvert de deux couches de peinture, l'une faite avec une peinture antirouille, l'autre faite avec une peinture épaisse de finition.</li> </ul>
<b>Fixation des panneaux sur le support</b>	<p>La fixation des panneaux sur le support doit permettre d'éviter le vol au maximum, c'est-à-dire le rendre le plus difficile possible. Pour cela 3 moyens sont couramment utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Placer les panneaux en hauteur (sur un toit, sur le château d'eau si la surface le permet, ...)</li> <li>• Entourer le parc de panneaux d'une clôture grillagée (avec fils barbelés en haut du grillage si risque de vol important)</li> <li>• Souder des étriers sur le support pour bloquer les panneaux.</li> <li>• Utiliser des écrous antivols s'il est possible d'en approvisionner (écrous sécables ou écrous avec tête spéciale nécessitant une clé particulière pour dévisser), ou utiliser des vis à tête creuse et boucher la tête de vis au mastic lorsque les écrous sont inaccessibles.</li> </ul> <p>En cas de soudure très proche des panneaux, les protéger avant soudure afin qu'ils ne soient pas endommagés.</p>
<b>Mise à la terre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les panneaux doivent être connectés à leur support avec un câble de même section que les panneaux, et le support doit être connectés à la terre via un câble de 16 mm<sup>2</sup>.</li> </ul>

### 3 COFFRET DE PROTECTION

Le coffret de protection est indispensable sur tous les sites de pompage dont la tension d'utilisation (au niveau de la pompe) est supérieure à 120 V. L'installation de ce coffret concerne donc presque tous les pompages, car cette tension est atteinte même sur les petites installations (4 panneaux de 250 Wc).

Le coffret de protection sert à :

- Protéger les équipements des surcharges (fusibles).
- Mettre l'installation hors-tension pour pouvoir intervenir via un bouton principal ON/OFF (maintenance).
- Protéger l'installation des impacts de foudre et des surtensions (parafoudre).
- Créer un point central de mise à la terre.
- Sur certains pompages de forte puissance, il sert aussi à connecter les différentes branches de panneaux solaires ensemble et de cumuler leur puissance sur une seule sortie qui alimentera le contrôleur ou l'onduleur.

FIGURE 4 : SCHÉMA D'UN COFFRET DE PROTECTION DE TYPE EUROPÉEN POUR 3 BRANCHES DE PANNEAUX

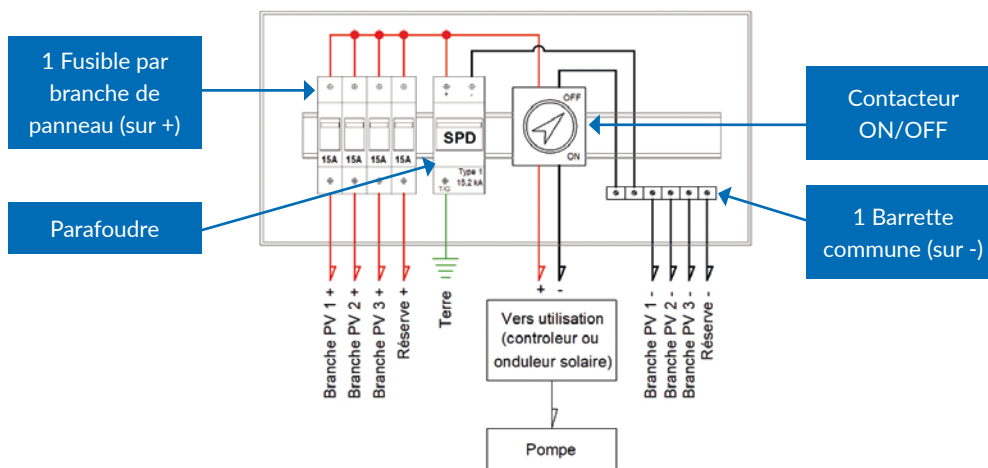
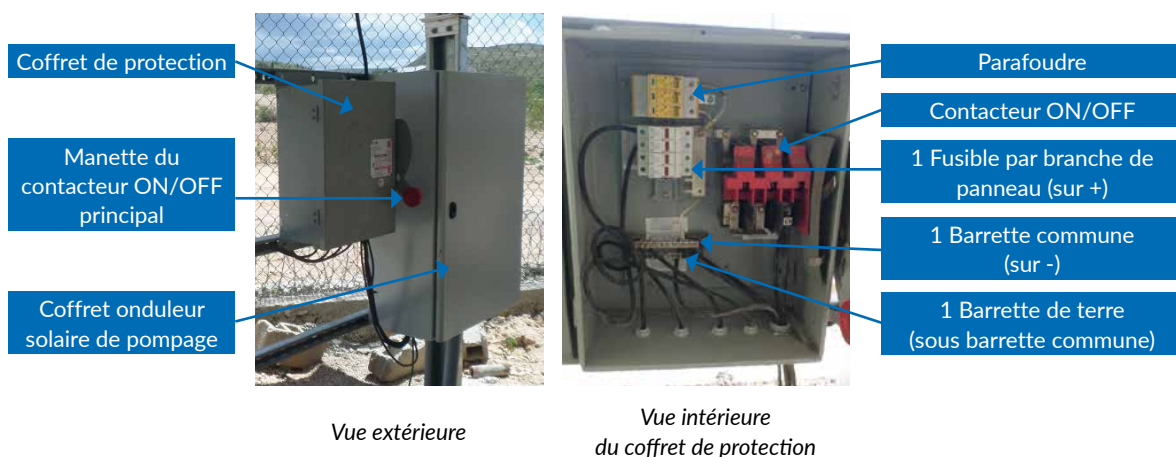


FIGURE 5 : EXEMPLE D'UN COFFRET DE PROTECTION DE TYPE US (même composants que figure 4)



Le coffret de protection est en général d'assez petite taille, n'est pas coûteux, mais est régulièrement oublié alors qu'il assure la pérennité de l'installation (longévité du matériel) et la mise en sécurité du personnel lors des opérations de maintenance.

## 4 CONTRÔLEUR DE POMPE OU ONDULEUR SOLAIRE DE POMPAGE

*Hors cas particulier, comme par exemple lorsque vous travaillez à la rénovation d'un pompage existant et que vous devez approvisionner un contrôleur pour une pompe déjà existante, c'est au fournisseur de proposer le contrôleur (ou l'onduleur) adapté à la pompe qu'il a retenu pour son offre. Il est donc très rare de devoir mentionner des spécifications techniques du contrôleur (ou onduleur) dans une demande de devis.*

Dans un bordereau de prix (BoQ), on se contentera donc d'une ligne « Contrôleur de pompe » ou « Onduleur solaire de pompage » pour identifier clairement que cet équipement est à fournir, avec uniquement des précisions quant aux fonctions de cet équipement à savoir :

### ÉLÉMENTS À METTRE SUR LE DEVIS

- **POSSÉDER UN BOUTON ON/OFF MANUEL** pour assurer manuellement la mise en marche et l'arrêt de la pompe.
- **ASSURER LA SÉCURITÉ NIVEAU BAS EAU** pour arrêter la pompe lorsque le puit est à sec.
- **AFFICHER LA PUISSANCE DE FONCTIONNEMENT DE LA POMPE** pour contrôler si la pompe tourne à plein régime ou en sous-charge, principalement le matin et le soir lorsqu'il y a peu de soleil.

En option, il est possible de demander :

- Connexion d'un système de sonde pour démarrage/arrêt automatique de la pompe en fonction du niveau d'eau dans le réservoir.
- Report d'alarme sur bornier en vue de signaler des défauts à distance, ou encore de démarrer automatiquement un groupe électrogène en cas de problème ou absence de soleil alors que le réservoir est vide.

### CONTRÔLEUR DE POMPE OU ONDULEUR SOLAIRE DE POMPAGE ?

Il s'agit de deux équipements ayant la même fonction : piloter la pompe. La différence de noms entre contrôleur et onduleur vient essentiellement du type de pompe à piloter :

- **Les petites pompes** (<2 kW ou 3HP) fonctionnent majoritairement en courant continu (DC) et se pilote par variation de la tension.
- **Les pompes de plus fortes puissances** (>4 kW ou 5,5HP) sont pilotées par variation de fréquence alternative (AC). Pour cela le courant DC des panneaux doit être ondulé, d'où le nom « onduleur de pompage ».
- **Lorsque l'on cherche une puissance intermédiaire** (entre 2 000 W et 4 000 W), alors il est possible que les fournisseurs proposent des pompes DC ou des pompes AC, ou des pompes prenant en charge les deux types de tension, et ce en fonction de la marque qu'ils fournissent habituellement, de ce qu'ils ont en stock, ...

Il est important de ne pas préciser un type de tension spécifique afin que le fournisseur puisse proposer le type de pompe (DC, AC ou AC/DC) sur lequel il sera le plus compétitif.

*Lorsqu'on ne connaît pas le type de pompe et sa tension d'alimentation, on utilise le terme générique « contrôleur de pompe » (ou « pump control unit » en anglais).*



## LES CONTRÔLEURS DE POMPE

La vitesse de rotation de la pompe est pilotée par sa tension d'alimentation : plus la tension est élevée, plus la vitesse de rotation de la pompe sera élevée. Les contrôleurs de pompe sont de petites tailles et possèdent tous à minima un bouton ON/OFF, et un afficheur indiquant l'état de la pompe, et les défauts rencontrés s'ils provoquent l'arrêt de la pompe. La figure 6 présente 3 contrôleurs de pompe couramment mis en œuvre sur les projets.

FIGURE 6 : TROIS EXEMPLES DE CONTRÔLEURS DE POMPE



## LES ONDULEURS SOLAIRES DE POMPAGE

La vitesse de rotation de la pompe est pilotée par la fréquence de la tension AC (en Hertz). L'onduleur solaire va donc produire une fréquence variable en fonction de la tension qu'il reçoit des panneaux. Typiquement un onduleur solaire de pompage va démarrer la pompe à une fréquence mini de 25 Hz lorsqu'il y a peu de soleil, et augmentera la fréquence de sortie avec l'augmentation de la tension panneaux, pour atteindre la fréquence maxi de 50 Hz (ou 60 Hz suivant pompe) lorsqu'il y aura un maximum de soleil.

Il est donc strictement impossible d'utiliser un onduleur classique de bâtiment pour alimenter une pompe solaire, les onduleurs de bâtiment étant conçus pour délivrer une fréquence fixe de 50 Hertz (fréquence réseau et groupe électrogène). Si vous le faites tout de même, alors la pompe ne tournera qu'à la fréquence fixe de 50 Hz (sa puissance max), et lorsque la tension panneaux ne sera pas suffisante pour permettre à l'onduleur de produire du 50 Hz (matin, soir, jours nuageux, ...) alors il s'arrêtera. Vous perdrez donc tout le potentiel du pompage solaire dont l'intérêt principal est de fournir de l'eau même lorsqu'il y a peu de soleil.

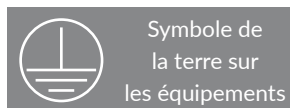
Sur la plupart des onduleurs solaires de pompage, il est possible voire nécessaire de paramétrer la fréquence mini de démarrage et la fréquence maxi à pleine puissance, la puissance de la pompe, le type de démarrage, le type de sonde niveau bas eau ... La figure 7 présente les principaux onduleurs solaires de pompage couramment mis en œuvre sur les projets.

FIGURE 7 : EXEMPLES D'ONDULEURS SOLAIRES DE POMPAGE



## 5 MISE À LA TERRE

Tous les pompages solaires doivent impérativement être reliés à la terre via un piquet de terre.  
Les équipements à connecter au piquet de terre sont :



ÉQUIPEMENT À METTRE À LA TERRE	SECTION ET TYPE DE CÂBLE MINI JUSQU'AU PIQUET
Les panneaux solaires, en général un petit perçage est déjà fait dans le cadre du panneau avec le symbole terre (ci-contre) est déjà présent.	Section identiques aux câbles de panneaux solaires
Les supports des panneaux solaire et tout châssis métallique présent	16 mm <sup>2</sup> / Cuivre isolé ou nu
Le parafoudre présent dans le coffret de protection	16 mm <sup>2</sup> / Isolé
Le châssis du contrôleur ou de l'onduleur s'il est dans un coffret métallique	16 mm <sup>2</sup> / Isolé
Le contrôleur de pompe ou l'onduleur solaire de pompage	Section identique au câble d'alimentation
La pompe	Section identique au câble d'alimentation

## 6 SONDE DE NIVEAU BAS EAU DANS LE PUIT

Tous les pompages doivent impérativement être protégés contre le manque d'eau. Le manque d'eau arrive lorsque le débit de pompage est supérieur à la capacité du puit, par exemple en saison sèche ou dans le cas où les pores du fourreau de forage sont obturés.

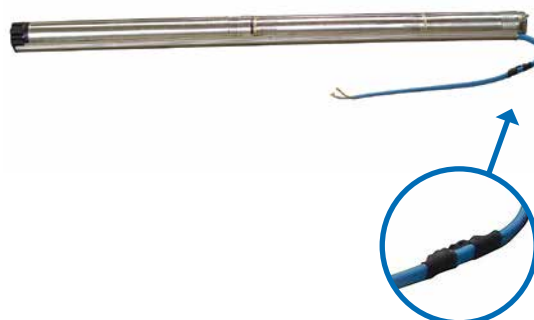
La sécurité « manque d'eau » est assurée dans l'immense majorité des cas par un capteur placé entre 10 et 30 cm au-dessus de la pompe. La plupart du temps cette sécurité est assurée par une sonde séparée (figure 8), que l'on fixe avec des cerflex (colliers) inox ou colson plastique sur le tuyau de refoulement, ou sur le câble en acier galvanisé de suspension de la pompe lorsque le tuyau de refoulement est souple. La sonde ne doit jamais être attachée au câble d'alimentation électrique car ce câble doit toujours rester détendu.

Certains fournisseurs (comme Grundfos - uniquement sur la gamme SQFlex) intègrent cette sonde directement sur le câble d'alimentation de la pompe (figure 9), mais ce cas reste assez rare. Dans tous les cas il faut intégrer cette sécurité dans votre demande de devis.

**FIGURE 8 : SONDE TYPIQUE ET SA FIXATION SUR TUYAU DE REFOULEMENT**



**FIGURE 9 : POMPE GRUNDFOS - SQFLEX AVEC SONDE NIVEAU BAS INTÉGRÉE SUR CÂBLE**



## 7 POMPE SUBMERSIBLE (OU GROUPE MOTOPOMPE)

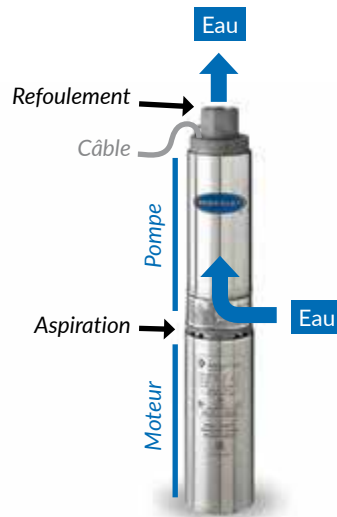
Quel que soit le type de pompe (centrifuge, hélicoïdale, volumétrique, ...) les pompes possèdent toujours les mêmes composants principaux présentés en figure 10, à savoir :

- Le moteur (AC, DC, ou multi-tension), toujours situé en partie inférieure. Le moteur est ainsi toujours immergé, ce qui est nécessaire pour son refroidissement.
- L'orifice d'aspiration muni d'une crépine grossière pour filtrer les grosses impuretés présentes dans l'eau.
- La pompe toujours située en partie haute.
- L'orifice de refoulement muni d'un pas de vis pour y visser la tuyauterie de refoulement et d'un clapet anti-retour.
- Une petite longueur de câble (de 50 cm à 1 m) fixée de manière étanche dans le moteur, afin que l'installateur n'ait pas à ouvrir le moteur pour y connecter le câble d'alimentation (et potentiellement rompre l'étanchéité de celui-ci).

Il n'est pas nécessaire de donner de spécification technique particulière quant au type de pompe (AC ou DC, centrifuge ou volumétrique, ...), laissant ainsi le choix au fournisseur de proposer le produit le plus adapté et sur lequel il sera le plus compétitif. On se concentrera uniquement sur 2 paramètres que l'on précisera sur la demande de devis, car ils ont une forte influence sur la durée de vie de celle-ci :

- Les matériaux constituant de la motopompe : toutes les parties exposées à l'eau doivent être en INOX de qualité AISI304 minimum, afin d'être naturellement protégées de la corrosion.
- Le type de moteur : pour une durabilité maximale, on veillera à choisir des moteurs « sans bagues ni balais » en français, mais on utilisera la désignation anglaise moteur « brushless » même en pays francophone. Le rotor de ces moteurs est pourvu d'aimants permanents plutôt que d'électroaimants nécessitant une alimentation par frottement de balais (charbons) qui sont une pièce d'usure (et donc source de pannes). Les moteurs « brushless » ont donc un meilleur rendement (pas de frottement) et n'ont aucune pièce d'usure interne.

FIGURE 10 : POMPE STANDARD



En supplément de demander une motopompe en Inox AISI304 munie d'un moteur Brushless, il faut aussi préciser aux fournisseurs consultés la qualité de l'eau à pomper. Si données de prélèvement disponibles, on indiquera les conditions de fonctionnement :

- La température de l'eau
- Le degré d'impureté présent dans l'eau (Granulométrie)
- Tout autre paramètre concernant l'eau à pomper qui pourrait influencer le fonctionnement de la pompe : pH si différent d'un pH neutre (7), la composition chimique si elle est particulière, ...

## LA PROLONGATION DES CÂBLES POMPE

Si la pompe est correctement dimensionnée, qu'elle est en Inox et équipée d'un moteur de qualité, alors le point faible du système ne sera pas la pompe mais son installation. En effet, la pompe est livrée avec un petit câble (50cm à 1m maximum) qu'il faut connecter sur le câble d'alimentation électrique qui descend dans le puit.

Cette connexion doit être parfaitement étanche et tenir dans le temps. Pour cela, les 3 systèmes homologués sont présentés dans le tableau 5 ci-dessous.

TABLEAU 5 : MÉTHODE DE PROLONGEMENT DES CÂBLES IMMERGÉS, PAR ORDRE QUALITATIF

	DESCRIPTION	PHOTO D'UN KIT	PHOTO INSTALLATION
<b>MEILLEURE QUALITÉ</b> Boîtier de jonction en résine coulée	<p>Il s'agit d'un kit composé d'une enveloppe (boîtier) généralement en forme de fuseau, plus resserrés aux extrémités pour serrer les câbles, et évasé au milieu pour laisser le volume nécessaire aux connecteurs en partie centrale.</p> <p>Une fois la connexion réalisée et le boîtier refermé autour de la connexion, on coule la résine fournie avec le kit, qui durcit et rend le montage étanche sur le long terme.</p>		
<b>SECONDE QUALITÉ</b> Le manchonnage étanche	<p>Il s'agit d'un ensemble de manchons composé de 3 pièces :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manchon à sertir pour connecter les conducteurs entre eux</li> <li>• Gains thermo-rétractables à mettre sur les conducteurs</li> <li>• Gaine thermo-rétractable à mettre sur l'ensemble du câble</li> </ul> <p>Attention, l'installation de ce kit demande un savoir-faire pour être réellement étanche.</p>		
<b>HOMOLOGUÉ MAIS À ÉVITER SI POSSIBLE</b> Le prolongateur de câble	<p>Il s'agit d'un kit étanche à visser. Il est déconseillé car :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une fois le raccordement effectué il reste de l'air dans la partie raccordement. Ce système résiste donc très mal à la mise sous pression et n'est généralement plus étanche à partir de 5 bars (50 m de profondeur).</li> <li>• Il ne s'adapte pas sur les câbles plats, or la majorité des pompes est munie de câbles plats.</li> </ul>		

Tous les systèmes réalisés avec du scotch, avec des dominos, ...quels que soient leur enveloppe extérieure, avec ou sans résine coulée, NE SONT PAS HOMOLOGUÉS. Ces systèmes, dont les principaux sont présentés en figure 11, ne résistent pas à la pression, ne tiennent pas dans le temps, et/ou n'assure pas une réelle étanchéité. Ces boîtes sont dites « étanches » car elles résistent à la pluie mais ne sont pas submersibles.

FIGURE 11 : PRINCIPAUX SYSTÈMES DE PROLONGEMENT DE CÂBLE INTERDITS SUR POMPE IMMERGÉE



### 3. COMPOSANTS OPTIONNELS POSSIBLES

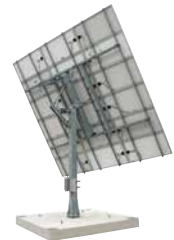
#### 8 SUPPORT DE PANNEAUX ORIENTABLE

Les panneaux solaires photovoltaïques ont un meilleur rendement lorsque la surface de captage est orientée perpendiculairement aux rayons du soleil. Si les panneaux sont installés de manière fixe, suivant l'orientation idéale et l'angle d'inclinaison idéal, alors le soleil frappera les panneaux perpendiculairement durant très peu de temps : uniquement entre 12h et 14h, et durant les saisons de printemps (mars) et automne (septembre).

Le reste de la journée et le reste de l'année, le soleil ne sera pas perpendiculaire à la surface des panneaux et ceux-ci produiront moins que leur potentiel. Pour maximiser le rendement des panneaux, il est possible d'installer des supports de panneaux permettant de modifier leur orientation et/ou leur inclinaison suivant la saison et le moment de la journée. Cette modification peut être faite manuellement ou automatiquement.

Les systèmes de modifications entièrement automatisés (voir photo ci-contre) sont communément appelés « solar tracking system » dans tous les pays (y compris francophone). Même si la version « dispositif suiveur de soleil » existe en français, cette dénomination est très peu utilisée. Les systèmes entièrement automatisés ne sont pas recommandés sur les installations en milieu rural et sur site isolé car le risque de panne et l'impossibilité de réparer est trop important. En revanche, il ne faut pas négliger le gain possible via l'installation de système simple, pouvant modifier l'orientation et/ou l'inclinaison des panneaux manuellement.

On notera les systèmes de modification manuels de l'axe horizontal en fonction de la saison (figure 12) permettant un rendement de +15 % sur l'année par rapport à un support fixe, et les systèmes de modification manuels à axe vertical ou incliné (figure 13) permettant un rendement supérieur de 25 % aux supports fixes. Ces derniers systèmes nécessitant d'avoir un opérateur quasi-permanent sur site pour orienter les panneaux correctement suivant l'heure de la journée.



Vue arrière d'un support de type « solar tracking » Système automatisé sur 2 axes (dual-axis).

FIGURE 12 : PRINCIPAUX SYSTÈMES DE MODIFICATION D'AXE HORIZONTAL (suivant la saison)



FIGURE 13 : PRINCIPAUX SYSTÈMES DE MODIFICATION D'AXE VERTICAL OU PLAN INCLINÉ (suivant l'heure)


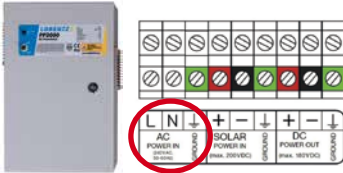



## 9 10 GROUPE ÉLECTROGÈNE DE SECOURS OU COMPLÉMENT

Les pompes solaires sont généralement conçus pour être entièrement autonomes, cependant, dès que l'alimentation en eau est critique pour les cultures ou vital pour les populations, il est indispensable de prévoir une possibilité de raccordement pour une source d'énergie externe, en général un groupe électrogène.

Cette source d'énergie externe peut être utilisée soit en cas d'indisponibilité du parc solaire (panne ou maintenance des panneaux), soit en complément durant certaines saisons : fortes pluies, couverture nuageuse, neige recouvrant les panneaux, ... cette source d'énergie peut ne pas être connectée en permanence mais la possibilité de la connecter doit être prévue. On rencontre couramment 3 différentes possibilités de connexion de groupe électrogène présentées dans le tableau 6 ci-dessous.

TABLEAU 6 : POSSIBILITÉS DE CONNEXION D'UN GROUPE ÉLECTROGÈNE

Avec un boîtier spécial à commander chez le fournisseur de pompe qui réalise l'inversion de source (passage de solaire à groupe).	Par une entrée prévue à cet effet dans le contrôleur de pompe ou l'onduleur solaire de pompage.	Avec un disjoncteur en attente dans un coffret. Le coffret étant lui-même connecté sur l'entrée prévue à cet effet dans le contrôleur de pompe ou l'onduleur solaire.
 <p>(Exemple boîtier IO101 – marque Grundfos)</p>	 <p>(Exemple coffret PP2200 Power pack – marque Lorentz)</p>	 <p>Ce système est installé lorsque l'emplacement possible du groupe est situé loin de l'onduleur. On installe alors une sorte de « rallonge » permanente qui termine sur un coffret sur lequel on connectera le groupe temporaire ou permanent.</p>



**En aucun cas il n'est possible d'installer une rallonge se terminant par une prise mâle connectée en permanence à l'installation, prête à raccorder à un groupe électrogène. Le raccordement d'un groupe doit être réalisé sur un bornier isolé prévu à cet effet.**

**En aucun cas il est possible de prévoir la connexion d'un groupe directement à la pompe, même via un inverseur de source, car en faisant de cette manière, toutes les sécurités sont inopérantes, particulièrement la sonde manque d'eau dans le puit.**



**S'il n'y a pas besoin de groupe électrogène en permanence sur l'installation de pompage alors on évitera d'en installer un. L'installation d'un groupe permanent alors que ce n'est pas nécessaire peut être vu comme un bonus ou un confort supplémentaire pour les bénéficiaires. Il n'en est rien. L'installation d'un groupe électrogène permanent nécessite un stockage fuel, un stockage de pièces détachées, un démarrage régulier pour maintenance, ... et donc un important surcoût pour la communauté bénéficiaire du projet.**

Les règles de dimensionnement des groupes électrogène de secours ou en complément sont identiques (voir chapitre dimensionnement). Il faut veiller à ce que la tension de sortie groupe soit compatible avec l'alimentation des contrôleurs de pompes ou onduleur de pompage.

Les règles de bonne installation des groupes électrogènes s'appliquent aussi aux groupes électrogènes installés sur les pompes (épaisseur de dalle, dégagement autour de la machine, flux de ventilation, ...).

## 11 SONDES ET DÉTECTION DU NIVEAU D'EAU DANS LE RÉSERVOIR

La détection du niveau d'eau dans le réservoir peut être utile pour :

- Démarrer automatiquement la pompe lorsque l'eau atteint un niveau bas, et arrêter la pompe lorsque le réservoir est plein
- Déclencher des alarmes (allumage de voyants lumineux, alarmes sonores, ...)
- Connaître le niveau d'eau dans le réservoir lorsque celui-ci est difficile d'accès (éloigné du lieu de pompage, ou situé sur une plateforme en hauteur, ...)

Pour réaliser ces opérations, il existe deux familles de sondes :

- Les sondes de type « à contact sec ». Ces sondes vont fonctionner comme un interrupteur, vont s'ouvrir ou se fermer lorsqu'un certain niveau est atteint. Il n'est pas possible de mesurer précisément le niveau avec ce type de sonde et l'afficher en m<sup>3</sup>. Elles sont uniquement utilisées pour envoyer des signaux ponctuels, typiquement « démarrage pompe », « réservoir vide », ...
- Les sondes de type « potentiométriques », communément appelées « quatre-vingt-milli » pour le signal de 4 à 20 mA qu'elles envoient. Ces sondes mesurent la hauteur d'eau dans le réservoir (à 1 cm près) et envoient cette information à un calculateur électronique, qui va convertir ce signal en m<sup>3</sup> d'eau dans la citerne, en fonction des dimensions de la citerne qui seront préalablement paramétrées. Les calculateurs peuvent au passage déclencher des signaux de type « contact sec » à des seuils programmables.

### LES SONDES À CONTACT SEC

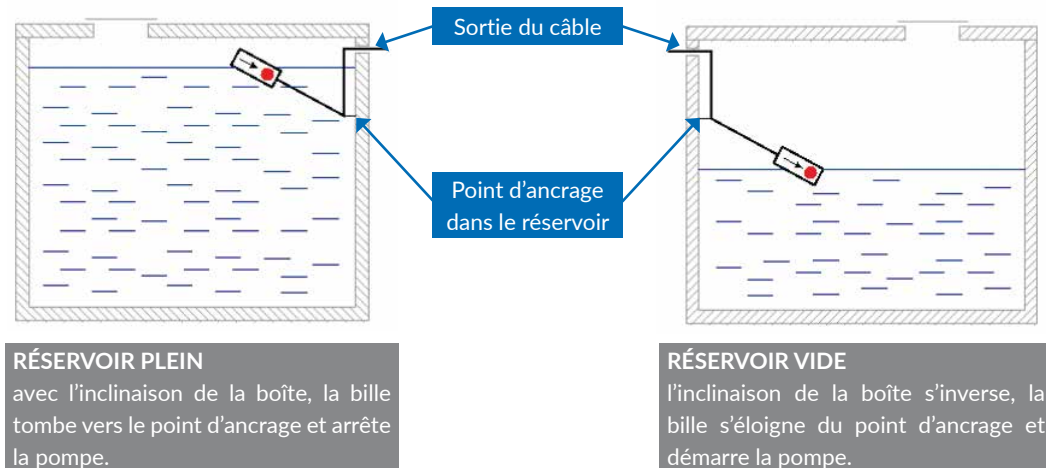
#### La sonde à flotteur

Le type de sonde majoritairement utilisé lorsque le besoin est uniquement de démarrer/arrêter la pompe est la « sonde à flotteur » (figure 14). La sonde est constituée d'une boîte en plastique étanche remplie d'air (donc qui flotte). À l'intérieur de cette boîte se trouve une bille qui actionne un contact de démarrage ou d'arrêt suivant l'inclinaison de la boîte (figure 15 ci-dessous).

FIGURE 14 : PHOTO D'UNE SONDE À FLOTTEUR STANDARD



FIGURE 15 : FONCTIONNEMENT D'UNE SONDE À FLOTTEUR



Ce type de sonde est très pratique et simple à installer, en revanche il n'est pas très fiable dans le temps : la bille a tendance à se bloquer avec le temps. En cas de besoin d'une grande fiabilité et/ou durabilité, il est possible d'effectuer le démarrage automatique avec des « sondes à électrodes » présentés ci-après.

## La sonde à électrodes

Pour déclencher des actions, on peut aussi utiliser des sondes à électrodes (figure 16). Cette détection est faite avec un ensemble d'électrodes en inox suspendues à différentes hauteurs dans le réservoir. Ces électrodes sont connectées à un relai placé dans l'armoire qui interprète la mesure et envoi les signaux de démarrage, arrêt, ...

On utilise 3 électrodes pour un démarrage/arrêt pompe automatique :

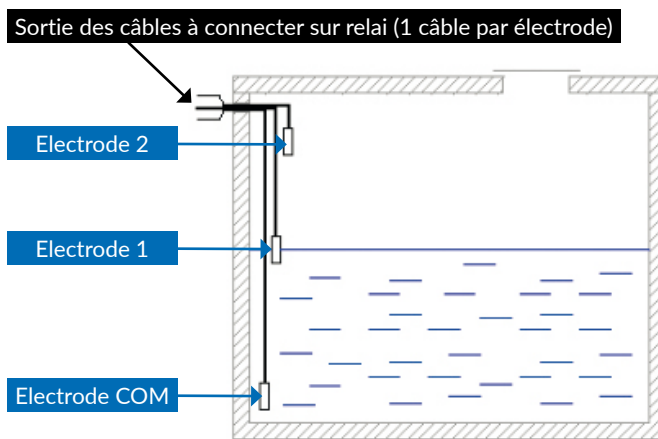
- La première électrode est placée au plus bas du réservoir et sert de référence aux autres. Cette électrode basse est généralement appelée « COM » sur les schémas.
- Les autres électrodes sont suspendues à chaque niveau où l'on souhaite une détection.

Sur la figure 17 ci-dessous, l'électrode COM est installée en bas du réservoir. Lorsque le réservoir est plein, l'eau fait contact entre l'électrode COM et l'électrode 2. Le relai interprète ce contact comme un signal « réservoir plein » et arrête la pompe.

**FIGURE 16 : RELAI (À DROITE) ET ÉLECTRODES À SUSPENDRE (À GAUCHE)**



**FIGURE 17 : FONCTIONNEMENT D'UNE SONDE À FLOTTEUR**



*Lorsque l'eau descend sous l'électrode 1, alors il n'y a plus de contact entre l'électrode COM et l'électrode 1.*

*Le relai interprète cette rupture de signal comme « réservoir à mi-hauteur » et démarre la pompe.*

*Le réservoir se remplit jusqu'à ce que l'eau fasse à nouveau contact entre l'électrode COM et l'électrode 2 ce qui arrête la pompe et ainsi de suite.*

Il est possible de rencontrer des sondes à électrodes car certains contrôleurs de pompes utilisent ce type de sonde en standard. Elles sont nettement plus fiables dans le temps que les sondes à flotteur. Lors de leur installation, on veillera à les fixer sur un support car les électrodes étant suspendues à des câbles, elles seront sujettes au tourbillon créé par l'entrée d'eau dans le réservoir lors des remplissages. Il faut donc les fixer à un câble lesté, ou les disposer dans un tube en PEHD lui-même fixé à une paroi ou suspendu, afin qu'elles ne tourbillonnent pas avec l'eau lors du remplissage du réservoir.

## LES SONDES POTENTIOMÉTRIQUES (OU « 4-20 MA »)

### Les sondes à flotteurs magnétique

Ce type de sonde est particulièrement utilisé sur les réservoirs métalliques et plastiques car elles se vissent sur le réservoir. Il est très rare d'en rencontrer sur des réservoirs en béton à moins d'avoir fait réaliser une plaque métallique avec piquages à vis.

Un flotteur avec une bague magnétique va coulisser le long d'une tige rigide (figure 18). Suivant la position du flotteur sur la tige, le courant que la sonde laisse passer va varier entre 4 mA (niveau mini) et 20 mA (niveau maxi). Ce courant est ensuite interprété par un afficheur à distance (voir les afficheurs ci-après). Ce type de sonde est très fiable et permet d'afficher un niveau à 1 cm près.

**FIGURE 18 : SONDE À FLOTTEUR COULISSANT TYPIQUE**





## Les sondes à mesure de pression

La sonde (figure 19) est à placer en partie basse du réservoir, et mesure le niveau de l'eau (à 1 cm près) en fonction de la pression qu'elle subit : plus la hauteur d'eau au-dessus de la sonde sera importante, plus la pression subie sera importante. La sonde transmet la même information que la sonde à flotteur coulissant (variation du courant de sortie), et peut être interprétée par le même type d'afficheur.

Comme les sondes à électrodes, les sondes à mesure de pression sont suspendues dans le réservoir. Si elle n'est pas fixée, elle va « tourbillonner » lors des remplissages et cela va endommager le câble au point de fixation. Elle doit donc être fixée à un support : un câble inox suspendu muni d'un poids, ou une barre verticale fixée dans le réservoir.

**Attention** : les hauteurs minimum et maximum d'eau doivent être précisées au fournisseur lors de la commande, afin de s'assurer que le courant min (4 mA) sera délivré au niveau d'eau minimum, et que le courant maximum (20 mA) sera obtenu lorsque le niveau de l'eau sera à son niveau maximum (réglage usine).

FIGURE 19 : SONDE À MESURE DE PRESSION TYPIQUE



## LES AFFICHEURS POUR SONDE POTENTIOMÉTRIQUE

Les sondes potentiométriques (ou « 4-20 mA ») sont à connecter sur des afficheurs prévus à cet effet. Ces afficheurs sont généralement compacts (figure 20), et ils nécessitent un paramètre, notamment pour connaître la forme de la cuve (cubique, cylindre horizontal, cylindre vertical, ou autre). Un afficheur assure à minima les fonctions ci-dessous :

- Il alimente électriquement la sonde (12 or 24V DC à préciser au fournisseur).
- Il calcule la quantité d'eau dans le réservoir en m<sup>3</sup> en fonction de la hauteur d'eau communiquée par la sonde et les dimensions du réservoir préalablement paramétrées.
- Il peut aussi envoyer des signaux en « contact sec » pour démarrer / arrêter la pompe à des seuils programmables suivant le besoin.

FIGURE 20 : AFFICHEURS TYPIQUES



Marque Hitec



Marque Afriso / Eurojauge



Marque Interjauge

La sonde potentiométrique présente de nombreux avantages : grande fiabilité dans le temps, mesure précise du niveau en m<sup>3</sup>, possibilité de démarrage/arrêt automatique, report d'alarmes à distance, ... elle présente néanmoins un inconvénient important : elle doit être alimentée électriquement.

Elle est généralement constituée d'un petit panneau solaire de 50 W dédié à la sonde, ainsi qu'un petit coffret comportant un chargeur et deux batteries de 7 Ah (taille d'une batterie de moto ou d'UPS informatique) pour que l'alimentation soit continue et que le paramétrage du boîtier ne soit pas réinitialisé chaque nuit. L'afficheur est fixé en façade du coffret.

Cette alimentation n'est pas complexe à réaliser, en revanche il n'existe pas de coffret standard pour réaliser cette fonction. Le coffret doit être réalisé sur mesure par le fournisseur.

# B/

## **DIMENSIONNEMENT, RÉCEPTION DU SITE ET FORMATION UTILISATEUR**

---

© Action contre la Faïm



## B/ DIMENSIONNEMENT, RÉCEPTION DU SITE ET FORMATION UTILISATEUR



Comme expliqué en introduction et dans le chapitre « les principaux composants », ce document n'est pas destiné à la formation de techniciens en énergie solaire. La méthode préconisée est de spécifier aux fournisseurs les résultats attendus (principalement débit journalier et Hauteur Manométrique Totale – ou HMT) et de laisser les fournisseurs proposer le dimensionnement idéal ainsi que les équipements les plus adaptés.

Cependant, il peut arriver que les fournisseurs arrivent à des résultats très différents quant au nombre de panneaux solaires et à la puissance de la pompe à installer. Le calcul ci-dessous présente uniquement une méthode de dimensionnement afin de vérifier les offres fournisseurs. La vérification se fait en plusieurs étapes présentées ci-dessous.

# 1. DIMENSIONNEMENT

## ÉTAPE 1 CALCUL DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE NÉCESSAIRE PAR JOUR

Lorsque l'on réalise un pompage solaire, le but est de monter une certaine quantité d'eau à une certaine hauteur, et ce, chaque jour. Cela demande une quantité d'énergie mécanique (E2). Pour calculer l'énergie électrique à apporter à la motopompe (E1), il faut tenir compte du rendement de la pompe, rendement qui varie suivant le type de pompe. Si le rendement de la motopompe est inconnu, on prendra les valeurs de référence ci-dessous :

TYPE DE POMPE	VOLUMÉTRIQUE	CENTRIFUGE (< 2 HP)	CENTRIFUGE (> 2 HP)
Rendement de référence	0,6	0,4	0,6

Formule de calcul de l'énergie électrique journalière en Watt-heure par jour (Wh/jour) :

$$\text{Énergie électrique Journalière (E1)} = \frac{\text{Volume d'eau (m}^3\text{/jour)} \times \text{HMT (en m)} \times 2,725}{\text{Rendement de la motopompe}}$$

### EXEMPLE

Pour le remplissage d'un réservoir de 30 m<sup>3</sup> situé à 10 m de hauteur, à partir d'une pompe centrifuge de 3 HP, placée dans un forage de 50 m de profondeur. La perte de charge dans la tuyauterie est estimée à 1 bar (soit 10 m).

$$\text{Energie Electrique Journalière (E1)} = \frac{30 \text{ (m}^3\text{/jour)} \times (10 \text{ m} + 50 \text{ m} + 10 \text{ m}) \times 2,725}{0,6} = 9\,536 \text{ Wh/jour}$$

Pour cet exemple, il faudra donc que le système solaire produise 9 536 Watt.heure (Wh) par jour pour alimenter la pompe.

## ÉTAPE 2 CALCUL DE LA PUISSANCE DE LA POMPE

De manière générale, le débit nominal de la pompe installée est égal au cinquième de l'énergie journalière nécessaire. On peut en déduire la puissance de la pompe :

$$\text{Puissance électrique de la pompe (P1)} = \frac{\text{Énergie électrique Journalière E1 (Wh/jour)}}{5}$$

### EXEMPLE

Pour réaliser le pompage de l'exemple précédent, la puissance de la pompe sera approximativement de :

$$\text{Puissance électrique de la pompe (P1)} = \frac{9\,536 \text{ Wh}}{5} = 1\,907 \text{ W}$$

### ÉTAPE 3 CALCUL DE LA PUISSANCE DU GROUPE ÉLECTROGÈNE

En cas d'alimentation par une source d'énergie variable, comme des panneaux solaires qui produisent plus ou moins, les démarrages des pompes sont progressifs. Ce n'est pas le cas lors d'une alimentation par groupe électrogène.

Lors d'une alimentation par groupe électrogène, on démarrera le groupe, et lorsqu'on va enclencher le disjoncteur de sortie du groupe, la pompe sera alimentée brutalement et atteindra sa pleine puissance en quelques millisecondes. Cette montée en puissance brutale du moteur électrique génère des forts champs magnétiques, que le groupe électrogène doit vaincre pour que le moteur électrique puisse démarrer. On appelle ce phénomène un « impact de charge au démarrage ».

Si l'on choisit un groupe électrogène de puissance identique à la pompe (par exemple groupe de 2,2 kVA pour une pompe de 2 kW), alors ce groupe sera dans l'incapacité de démarrer la pompe. Concrètement le moteur thermique du groupe électrogène va caler brutalement.

Pour éviter cela, on veillera à respecter la règle de dimensionnement ci-dessous :

$$\text{Puissance du groupe électrogène (en VA)} = \text{Puissance électrique de la pompe (P1)} \times 3$$

#### EXEMPLE

Pour alimenter la pompe de 1 907 W calculée précédemment, on choisira un groupe électrogène d'une puissance de :  
Puissance du groupe électrogène = 1 907 W × 3 = 5 721 VA soit environ 6 kVA

### ÉTAPE 4 CALCUL DE LA PUISSANCE DE PANNEAUX SOLAIRE À INSTALLER

Pour assurer cette production, on souhaite installer des panneaux solaires. La production de ces panneaux dépend de la puissance lumineuse reçue au sol de leur mode de pose (voir option « solar tracking »), d'une perte de rendement dû à la maintenance (film de poussière) et du vieillissement des panneaux dans le temps. Les rendements de parc photovoltaïques régulièrement constatés sont les suivants :

<b>CHOIX DU COEFFICIENT DE RENDEMENT</b> en fonction du type de support panneaux et des conditions de fonctionnement	Installation fixe des panneaux solaires	Suivi du soleil à axe horizontal (modification de l'inclinaison suivant la saison)	Suivi du soleil à axe incliné ou vertical (modification de l'inclinaison suivant l'heure de la journée)	Suivi du soleil automatique sur 2 axes
Rendement de référence en milieu poussiéreux ou mauvais nettoyage des panneaux	0,5	0,6	0,7	0,8
Rendement de référence en milieu propre ou nettoyage régulier des panneaux	0,6	0,7	0,8	0,9

Formule de calcul pour la puissance totale de panneaux solaire à installer :

$$\text{Puissance totale panneaux à installer} = \frac{\text{Énergie électrique Journalière E1 (Wh/jour)}}{\text{Rayonnement journalier (kWh/m}^2\text{/jour)} \times \text{Rendement}}$$

**Note :** Le rayonnement journalier est à lire sur une carte d'ensoleillement comme présenté en annexe 2. Ces cartes présentent des moyennes annuelles, il faut donc être très attentif aux saisons, notamment saisons des pluies et moussons, car durant ces saisons la luminosité au sol peut décroître de 50% par rapport à la valeur moyenne figurant sur la carte.

## EXEMPLE

Pour l'alimentation de l'exemple précédent, dans le nord du Nigéria (rayonnement à 6 kWh/m<sup>2</sup>/jour voir carte en annexe 2), avec des panneaux installés de manière fixe et en milieu désertique (environnement poussiéreux) :

$$\text{Puissance des panneaux} = \frac{9\,536 \text{ Wh/jour}}{6 \text{ kWh/m}^2/\text{jour} \times 0,6} = 2\,648 \text{ Wc}$$

Pour alimenter ce forage, il faudra donc installer 2 648 Watt-crête de panneaux solaire sur supports fixes. Suivant la puissance des panneaux en stock chez le fournisseur, il est possible d'installer :

	11 panneaux de 250 Wc chacun	(11 x 250 Wc = 2 750 Wc)
Ou	9 panneaux de 300 Wc chacun	(9 x 300 Wc = 2 700 Wc)
Ou	8 panneaux de 330 Wc chacun	(8 x 330 Wc = 2 640 Wc)

Le nombre total et la puissance unitaire des panneaux peut varier suivant la tension nécessaire au fonctionnement de la pompe, aux caractéristiques des panneaux, ... cependant la puissance totale fournie (nombre de panneaux multiplié par puissance unitaire) ne pourra être inférieure à la puissance calculée ci-dessus. Si la puissance totale installée est inférieure à la puissance calculée, alors l'installation fonctionnera, mais ne fournira pas la quantité d'eau désirée.

## ÉTAPE 5 CONCLUSION DU CALCUL

### EXEMPLE

Pour cet exemple, on précisera sur la demande de devis uniquement le débit journalier souhaité (30 m<sup>3</sup>/jour) et la hauteur manométrique totale (HMT = 70 m), et les fournisseurs devraient logiquement répondre avec :

- Une pompe solaire d'environ 1 900 W et un contrôleur de pompe
- Un groupe électrogène backup de 6 kVA, ou une connexion réservée pour connecter un groupe de 6 kVA en cas de besoin
- Un parc des panneaux solaires installé sur support fixe de 2,6 kWc. Pour le constituer les fournisseurs pourront proposer de 8 à 11 panneaux suivant la puissance unitaire des panneaux (8 panneaux de 330 Wc à 11 panneaux de 250 Wc).

On voit suivant les tableaux de rendement que les puissances de matériel proposées peuvent être jusqu'à 30 % plus importantes que ce calcul (si pompe avec rendement plus faible par exemple), mais ne pourront en aucun cas être inférieures à ce calcul.

Cette méthode est donc fiable à des fins de vérification. Concernant la conception détaillée, il est nécessaire de connaître le type de pompe, son rendement, ses tensions de fonctionnement mini et maxi, ... chose que l'on ne connaît généralement pas à l'étape de la demande de devis. On laissera donc le soin au fournisseur d'effectuer le calcul.

Si vous êtes dans un contexte où les fournisseurs présents ne sont pas en capacité de définir le matériel nécessaire à partir de la quantité d'eau souhaitée et de la HMT (méthode 1), ou que par cette méthode de calcul vous trouvez des résultats très éloignés des propositions techniques de fournisseurs :

➤ **une seule adresse : [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org)**

(adresse réservée pour le staff et les missions d'ACF)

## 2. RÉCEPTION DU SITE

Trop souvent, la réception des pompages se cantonne à une vérification visuelle de l'arrivée d'eau dans le réservoir, et la formation, à montrer aux communautés utilisatrices le bouton ON/OFF du pompage. Ces vérifications ne permettent pas de s'assurer du bon fonctionnement du pompage, de vérifier que la quantité d'eau souhaitée est réellement délivrée.

De plus, ces vérifications « à la va-vite » engendrent des temps importants d'indisponibilité des sites de pompage, car en cas de problème, les communautés qui n'ont pas été formées sont dans l'incapacité d'identifier le problème et de le décrire, de commander les pièces de rechange, et donc de déclencher la réparation.

**Voici ci-dessous les tests à effectuer impérativement pour réceptionner correctement l'installation, et les point essentiels d'une formation.**



*Test de couverture partielle des panneaux avec une bâche pour vérifier que la pompe adapte sa puissance en fonction de la puissance lumineuse reçue.*

Une fois l'installation réalisée, il vous reste un écueil à éviter : vérifier que les résultats attendus sont effectivement atteints. Pour cela le contrôle visuel ne suffit pas. La réception d'un site se fait à minima par 4 tests :

1. **Réaliser un contrôle visuel pour vérifier que tous les équipements demandés sont effectivement installés**, et qu'ils sont fonctionnels. On contrôlera visuellement que :
  - le circuit de terre est présent, et qu'aucun câble n'est dénudé ou abîmé.
  - le coffret de protection est présent, et les équipements de manière générale sont solidement fixés.
  - l'angle d'inclinaison des panneaux est correct de même que l'orientation de panneaux.
  - l'absence de fuite au niveau des soudures, coudes, vannes, filtres, ...
  - l'absence de « clac » lors du démarrage et arrêt de la pompe, bruit caractéristique du « coup de bélier » qui usera prématurément la tuyauterie, les joints et les soudures.

On essaiera le bouton ON/OFF du coffret principal pour vérifier que la pompe s'éteint et redémarre correctement.

2. **Si la sonde de niveau bas dans le puit est présente (et non intégrée à la pompe)**, il faut débrancher la sonde de niveau bas au niveau du contrôleur, et vérifier que la pompe s'arrête. En débranchant la sonde, vous simulez le manque d'eau dans le puit, le contrôleur doit interpréter cela comme le fait que la pompe « tourne à sec » et doit arrêter la pompe immédiatement.
3. **Vérifier que la pompe fonctionne bien à une vitesse variable**. Pour cela on amène une couverture ou une bâche le jour de la réception du pompage, et on masque partiellement les panneaux solaires. De cette manière vous simulez une baisse de l'intensité lumineuse et la vitesse de rotation de la pompe doit baisser (mais pas jusqu'à l'arrêt). Lorsque vous enlevez la bâche des panneaux, la pompe doit retrouver sa vitesse nominale.

4. **Enfin, il faut contrôler le débit de sortie pompe.** Pour cela, il faut généralement une horloge (montre ou téléphone) et un mètre piézométrique sur enrrouleur (ou « dipmeter »). Le but est de chronométrer le remplissage du réservoir pour s'assurer que le débit est correct. Cela peut être fait :
- Soit en passant une fois le matin et une fois le soir pour vérifier que le réservoir s'est remplis dans la journée.
  - Soit, si le temps disponible est restreint, en contrôlant la hauteur d'eau dans le réservoir après un certain temps :
    - Mesurer la hauteur d'eau dans le réservoir avant démarrage et regarder l'heure.
    - Démarrer le système et attendre que l'eau monte significativement (de plus de 50 cm).
    - Arrêter le système, regarder l'heure et remesurer la hauteur d'eau dans le réservoir.
    - Par le calcul (surface du réservoir x hauteur) vous trouvez la quantité d'eau ajoutée. Avec le temps écoulé, vous trouverez le débit de la pompe et vous pouvez vérifier qu'il correspond bien à vos attentes.

*Une fois ces 4 tests effectués, vous avez la garantie d'un pompage solaire fonctionnel pour de nombreuses années. Pour vous assurer d'effectuer l'ensemble des tests, une fiche de réception est présentée en annexe de ce document.*

### 3. FORMATION DES UTILISATEURS

La formation des utilisateurs est au moins aussi importante que la qualité de votre pompage. En dehors du strict aspect « remise du pompage à la communauté », la formation permet aux utilisateurs de bien comprendre le fonctionnement du pompage, de détecter les dysfonctionnements, et d'être capable de réaliser le premier diagnostic en cas de problème. Les éléments qui constituent une formation correcte aux utilisateurs sont :

1. **La remise du classeur et la présentation des documents qui le constitue :** Pour chaque pompage doit être réalisé un classeur à remettre au comité de gestion. Ce classeur doit contenir :
  - Une fiche descriptive du pompage reprenant les éléments essentiels : voir annexe 3
  - Les manuels d'utilisation des équipements
  - Les références des pièces de rechange, principalement les fusibles, parafoudre, et autres pièces d'usure
  - La liste des opérations de maintenance à effectuer (nettoyage panneaux, ouverture et nettoyage des coffrets en milieux poussiéreux, vérification que les équipements ne sont pas en surchauffe, opération de maintenance du groupe électrogène s'il y en a un sur le pompage, ...)
  - Le contact de l'installateur, ou la personne à contacter pour réparation, commande de pièces de rechange, ...
2. **Présentation des équipements et de leur fonctionnement normal** afin que les utilisateurs fassent la distinction entre une situation normale et anormale.
3. **Tests et essais du pompage :** Pour chaque formation, des démarrages et arrêt de la pompe doivent être effectués. Ces tests sont à effectuer par les utilisateurs et non par le démonstrateur. Lorsqu'une sonde de niveau réservoir est présente, expliquer le fonctionnement de la sonde, le niveau affiché, ...
4. **Si des fonctions automatiques sont présentes (démarrage pompe, démarrage groupe électrogène, ...) bien expliquer ce qui démarre automatiquement et sur quel signal.** Informer les utilisateurs qu'il faut mettre le système sur arrêt lors d'intervention de maintenance sur les équipements à démarrage automatique.
5. **Simulation d'une panne :** Comme dernier élément de la formation, on simulera des dysfonctionnements de l'installation. Les principaux tests de dysfonctionnement simulés sont :
  - Retirer un fusible ce qui empêche le système de démarrer ou le fait fonctionner à une puissance nettement inférieure à sa capacité réelle s'il y a plusieurs branches de panneaux.
  - Débrancher un panneau ce qui, comme le fusible enlevé, empêche le système de démarrer.
  - Débrancher la sonde « niveau bas eau puit » si le pompage en est pourvu. Ceci doit normalement empêcher la pompe de démarrer pour lui éviter de fonctionner à vide (sans eau).



© Action contre la Faim

*Exercice de simulation de panne :  
Pour chaque simulation,  
les utilisateurs doivent être capable  
d'identifier correctement et de  
réparer de défaut créé.  
Le formateur prend soin de rester en  
retrait pendant l'exercice.*



# ANNEXES

---

<b>ANNEXE 01</b>	<b>RESSOURCES DOCUMENTAIRES</b>
<b>ANNEXE 02</b>	<b>CARTE DE RAYONNEMENT SOLAIRE (GHI)</b>
<b>ANNEXE 03</b>	<b>FICHE D'IDENTITÉ D'UNE STATION DE POMPAGE</b>
<b>ANNEXE 04</b>	<b>LISTE DES CONTRÔLES À EFFECTUER</b>

# ANNEXE 01

## RESSOURCES DOCUMENTAIRES

---

**Vous trouverez les documents listés ci-dessous sur l'intranet NHF dans la rubrique :**

*Siège France > Département Logistics & IS > Thematic Priorities > Energy*

- Le présent document au format PDF afin de l'imprimer et/ou le diffuser à vos équipes
- Le formulaire de demande de devis pompage au format XLS
- Le formulaire de réception de pompage (checklist) au format DOC
- Les guides complémentaires comme le [guide de la sécurité électrique des installations](#) et les 5 règles à respecter pour assurer la sécurité des utilisateurs.

**Pour approfondir vos connaissances en pompage solaire :**

- Le site internet [wikiwater.fr](http://wikiwater.fr) qui possède une excellente documentation en anglais et français.
- Le site internet du Cluster Wash (<https://washcluster.net/gwc-resources>) qui propose documentation et boîte à outil
- Le site internet [energypedia.info](http://energypedia.info) qui possède une bibliothèque documentaire très importante concernant de multiples usages, notamment le pompage solaire, mais aussi la cuisson, l'éclairage, le séchage (conservation des aliments), l'irrigation, ...
- [La boîte à outils pour les Systèmes d'Irrigation à Energie Solaire \(SPIS\)](#). Développée principalement par les équipes GIZ, et soutenue par des nombreux bailleurs, cette boîte à outil est extrêmement complète. Elle inclue notamment toute la méthodologie de montage de projet, des outils de calcul, des guides d'installation, méthode d'irrigation, cahier d'entretien des installations, ...
- Les nombreuses publications du [Fodem](#) (Fondation Energie pour le Monde), et parmi elles, 2 publications remarquables : [Guide pratique adduction d'eau potable via énergie solaire](#) et [Recommandations pour les installations photovoltaïques de pompage et de potabilisation](#) - Publication éditée par « Systèmes Solaires » ([www.energies-renouvelables.org](http://www.energies-renouvelables.org))

**Concernant les données climatiques et de rayonnements, on notera particulièrement :**

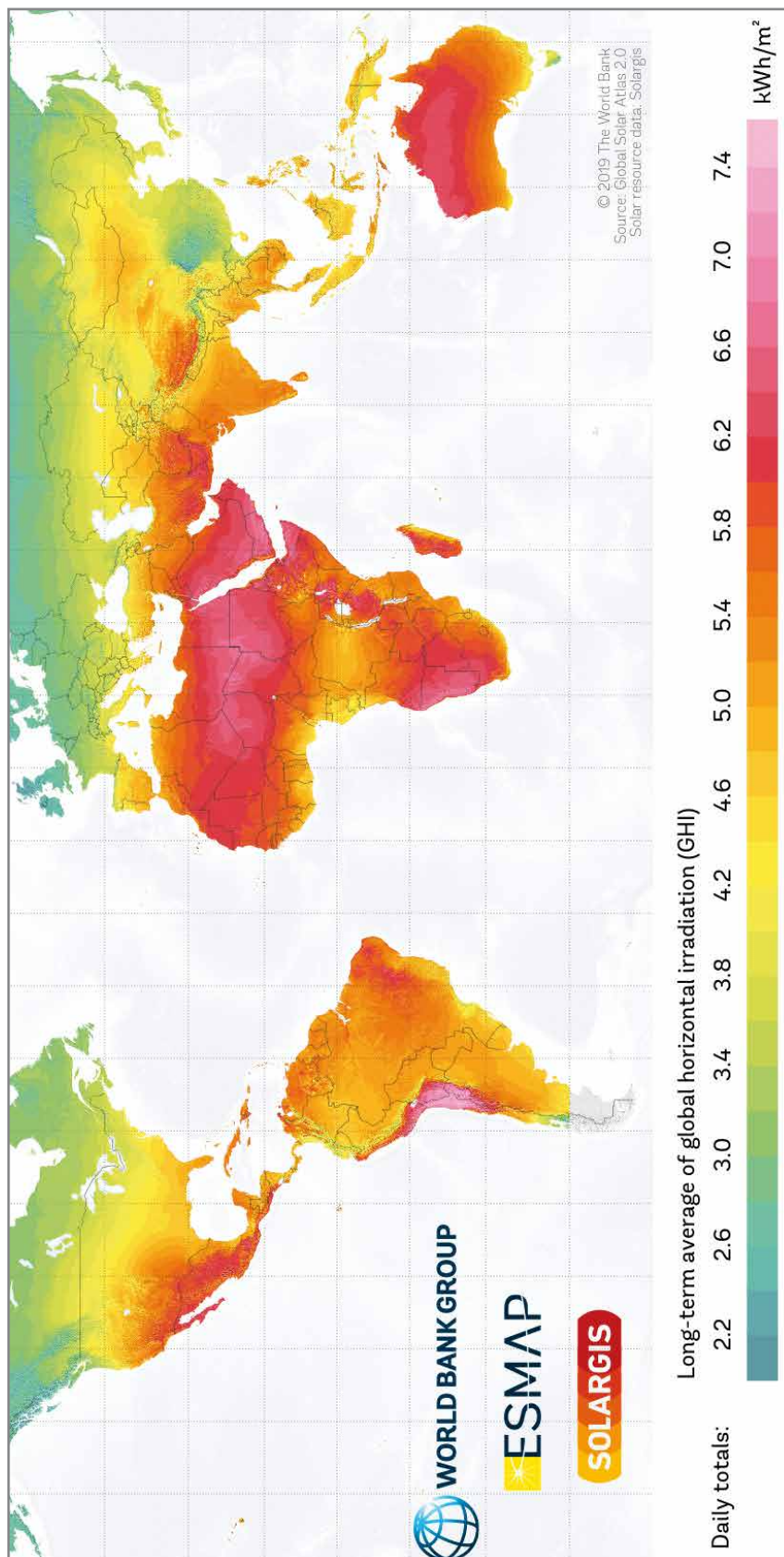
- La base de donnée internationale de [SolarGis](#) qui proposent de nombreuses cartes de rayonnement solaire gratuites et téléchargeables à cette adresse : <https://solargis.com/maps-and-gis-data/overview>.

*On fera particulièrement attention à prendre les cartes de rayonnements globaux et horizontaux (GHI).*

- La base de donnée internationale de la commission européenne disponible à cette adresse : [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html)

# ANNEXE 02

## CARTE DE RAYONNEMENT SOLAIRE (GHI)



# ANNEXE 03

## FICHE D'IDENTITÉ D'UNE STATION DE POMPAGE

À télécharger depuis l'intranet NHF :

<https://actioncontrelafaim.sharepoint.com/:f:/r/csw/lsi/Thematics%20Priorities/Energy/FR%20-%20A4%20-%20Pompage%20solaire?csf=1&web=1&e=noF7Eu>

Ou à demander par email à [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org)



### FICHE D'IDENTIFICATION POMPAGE SOLAIRE

Action Contre la Faim

[energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org)

#### 1 - Renseignements généraux

Site d'installation		Nom de l'installateur	
Date d'installation		Contact en cas de problème	

#### 2 - Caractéristiques du forage

Diamètre	pouces	Niveau d'eau statique	mètres
Profondeur totale	mètres	Niveau d'eau dynamique	mètres
Longueur du tubage	mètres	Rabatement	mètres
Diamètre de la crépine	pouces		

#### 3 - Caractéristiques de la pompe

Marque pompe		Puissance moteur	HP / CV
Modèle pompe		Diamètre refoulement	pouces
N° de série		Débit maximum	m <sup>3</sup> /h
Débit mesuré à la mise en service	m <sup>3</sup> /h	Hauteur de refoulement maximum (HMT)	mètres

#### 4 - Contrôleur de pompe ou onduleur

Marque		Puissance max	Watts
Modèle		Tension max panneaux solaires	volts
N° de série		Tension max sortie pompe	volts

#### 5 - Panneau solaires photovoltaïques

Marque		Puissance totale installée	Watt-crête (Wc)
Modèle		Tension mini démarrage pompe	volts
Nombre de panneaux		Tension maxi système	volts
Puissance unitaire des panneaux	Watt-crête (Wc)		

#### 6 - Réservoir

Matériau	
Capacité	
Temps de remplissage normal	

#### 7 - Remarques et commentaires

# ANNEXE 04

## LISTE DES CONTRÔLES À EFFECTUER

À télécharger depuis l'intranet NHF :

<https://actioncontrelafaim.sharepoint.com/:f:/r/csw/lsi/Thematics%20Priorities/Energy/FR%20-%20A4%20-%20Pompage%20solaire?csf=1&web=1&e=noF7Eu>

Ou à demander par email à [energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org)



### LISTE DE VERIFICATION A RECEPTION

Action Contre la Faim

[energyrequest@actioncontrelafaim.org](mailto:energyrequest@actioncontrelafaim.org)

Cocher la case lorsque le contrôle est effectué. Noter vos remarques sur le PV de reception

#### 1 - Panneaux solaires

- Noter marque & référence des panneaux sur fiche d'identification
- Compter nombre de panneaux
- Contrôler orientation (sud ou nord suivant site d'installation)
- Mesurer inclinaison des modules
- Mesurer la hauteur au sol (minimum 1 m)
- Vérifier état des panneaux, noter le nombre de panneau détérioré le cas échéant
- La couverture d'une partie des panneaux fait varier la puissance/vitesse de la pompe

#### 3 - Support de panneaux

- Les support est en matériau non oxydable (aluminium, acier galva, ou acier peint 2 couche dont une anti-rouille)
- Vérifier l'alignement des supports
- Vérifier la verticalité des poteaux
- Évaluer la bonne dimension des fondations

#### 5 - Cloture

- Hauteur des poteaux : 2 m
- Intervalle entre poteaux : 2 m
- La porte verrouille correctement
- Les poteaux sont solidement ancrés

#### 7 - Pompe

- Noter référence marque et modèle de la pompe sur fiche identification
- Vérifier profondeur d'immersion
- Réserve de câble pour élongation tuyau
- Noter longueur tuyau forage
- Noter longueur câble

#### 9 - Noter ici les contrôles supplémentaire que vous avez réalisé (tests sondes de niveau dans réservoir, ...)

#### 2 - Cablage électrique

- Vérifier types et section de câbles
- Vérifier serrage des câbles dans les boîtiers
- Présence de presse-étoupe dans boîtier
- Hauteur min. au sol de 0,5 m pour boîtier
- Fixation des câbles à intervalles réguliers
- Les câbles enterrés sont installés dans des gaines d'enfouissement
- Enterrer câbles entre deux structures
- Le support de panneaux est bien relié à la terre par un câble de 16 mm<sup>2</sup> au moins
- Les panneaux sont bien reliés à la terre par un câble de 2,5 mm<sup>2</sup> au moins
- Le contrôleur et la pompe sont bien reliés à la terre par un câble de section identique aux câble d'alimentation

#### 4 - Coffret de protection

- Le coffret de protection est bien installé (à l'ombre, à + de 50cm du sol, et correctement fixé)
- Le coffret possède des fusible (au moins un fusible par branche de panneau)
- Le coffret possède un parafoudre qui est connecté à la terre par un câble de 16 mm<sup>2</sup> au moins

#### 6 - Contrôleur de pompe

- Noter la marque et le modèle sur fiche d'identification du pompage
- Vérifier les connexions
- Vérifier la hauteur du sol (0,5 m)
- Placé à l'ombre

#### 8 - Tête de forage

- Regarder aménagement
- Vérifier vanne en position ouverte
- Positionner vanne en position ouverte
- Vérifier compteur





**POUR L'ALIMENTATION.  
POUR L'EAU.  
POUR LA SANTÉ.  
POUR LA NUTRITION.  
POUR LA CONNAISSANCE.  
POUR LES ENFANTS.  
POUR LES COMMUNAUTÉS.  
POUR TOUT LE MONDE.  
POUR DE BON.  
POUR L'ACTION.  
CONTRE LA FAIM.**



**CANADA**

Action contre la Faim  
720 Bathurst St. - Suite 500  
Toronto, ON - M5S 2R4  
[www.actioncontrelafaim.ca](http://www.actioncontrelafaim.ca)

**FRANCE**

Action contre la Faim  
14-16 boulevard de Douaumont  
75017 Paris  
[www.actioncontrelafaim.org](http://www.actioncontrelafaim.org)

**ESPAGNE**

Acción Contra el Hambre  
C/ Duque de Sevilla, 3  
28002 Madrid  
[www.accioncontraelhambre.org](http://www.accioncontraelhambre.org)

**ROYAUME-UNI**

Action Against Hunger  
First Floor,  
Rear Premises, 161-163  
Greenwich High Road,  
London, SE10 8JA  
[www.actionagainsthunger.org.uk](http://www.actionagainsthunger.org.uk)

**ÉTATS-UNIS**

Action Against Hunger  
One Whitehall Street 2F  
New York,  
NY 10004  
[www.actionagainsthunger.org](http://www.actionagainsthunger.org)