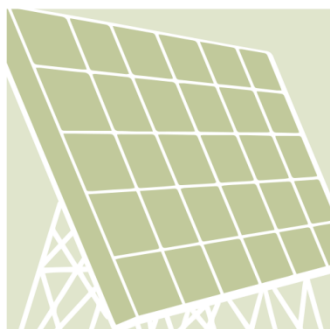


POWERING AGRICULTURE:

AN ENERGY GRAND CHALLENGE
FOR DEVELOPMENT

TOOLBOX ON SOLAR POWERED IRRIGATION SYSTEMS (SPIS)



Module 8: Installer

La boîte à outils pour les systèmes d'irrigation à énergie solaire (*Solar Powered Irrigation Systems*, SPIS) est rendue possible grâce à l'initiative mondiale « Propulser l'agriculture : un grand défi énergétique pour le développement » (*Powering Agriculture: An Energy Grand Challenge for Development* – PAEGC). En 2012, l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), l'Agence suédoise de coopération internationale au développement (SIDA), le ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ), Duke Energy et l'Overseas Private Investment Cooperation (OPIC) ont mis leurs ressources en commun pour créer l'initiative PAEGC. Cette initiative a pour objectif d'appuyer de nouvelles approches durables afin d'accélérer le développement et le déploiement de solutions énergétiques propres visant à accroître la productivité et/ou la valeur agricole pour les agriculteurs et les agroindustries dans les pays en développement et dans les régions émergentes qui n'ont pas accès à une énergie propre, fiable et abordable.

Publié par :

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH au nom du BMZ en tant que partenaire fondateur de l'initiative mondiale « Propulser l'agriculture : un grand défi énergétique pour le développement » (*Powering Agriculture: An Energy Grand Challenge for Development* – PAEGC) et de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

Responsable

Projet de la GIZ *Sustainable Energy for Food – Powering Agriculture* (« Énergie durable pour l'alimentation – propulser l'agriculture »)

Contact

Powering.Agriculture@giz.de

Téléchargement

https://energypedia.info/wiki/Toolbox_on_SPIS

En savoir plus

Propulser l'agriculture : un grand défi énergétique pour le développement. <https://powerin-gag.org>

Version

1.0 (mars 2018)

Avertissement

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des documents qui y figurent n'impliquent de la part de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ou de l'un des partenaires fondateurs de l'initiative PAEGC aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La mention de sociétés déterminées ou de produits de fabricants, qu'ils soient ou non brevetés, n'entraîne de la part de la GIZ, de la FAO ou de l'un des partenaires fondateurs du PAEGC aucune approbation ou recommandation desdits produits de préférence à d'autres de nature analogue qui ne sont pas cités. Les opinions exprimées dans ce produit d'information sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles de la GIZ, de la FAO, ou de l'un des partenaires fondateurs du PAEGC.

La GIZ, la FAO et les partenaires fondateurs du PAEGC encouragent l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations contenues dans ce document. Sauf indication contraire, ces dernières peuvent être copiées, téléchargées et imprimées à des fins privées d'étude, de

recherche et d'enseignement, ou pour être utilisées dans des produits ou services non commerciaux, à condition que la GIZ et la FAO soient clairement indiquées en tant que sources des informations et détentrices du droit d'auteur.

Implemented by

© GIZ et FAO, 2018



ABREVIATIONS

Ah	Ampère heure
BEC	Besoins en eau des cultures
CC/CA	Courant continu / courant alternatif
ET	Évapotranspiration
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
RGQ	Rayonnement global quotidien
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
BBEI	Besoin brut en eau d'irrigation
GPFI financière)	Global Partnership for Financial Inclusion (Partenariat mondial pour l'inclusion financière)
HERA	Programme de la GIZ « Services énergétiques de base axés sur la pauvreté »
CT	Charge totale
CEI	Commission électrotechnique internationale
IFC	International Finance Corporation (Société financière internationale)
TRI	Taux de rendement interne
BEI	Besoins en eau d'irrigation
MPPT	Suivi du point maximal de puissance (Maximum Power Point Tracking)
ONG	Organisation non gouvernementale
BNEI	Besoins nets en eau d'irrigation
VAN	Valeur actuelle nette
m ²	Mètre carré
PV	Photovoltaïque
PPV	Pompe photovoltaïque
TAS	Test d'acceptation secondaire
SPIS	Système d'irrigation à énergie solaire
CTS	Conditions de test standard
CDT	Coefficient de température
UV	Ultraviolet
BQEC	Besoins quotidiens en eau des cultures
W	Watt

Wc

Watt-crête

INSTALLER

1. Sélectionner un installateur qualifié



2. Planifier la préparation du site et l'installation



3. Installer



4. Test d'acceptation de la PPV



5. Test du système



6. Documentation



7. Mise à disposition du système et formation des utilisateurs

OBJECTIF ET ORIENTATION DU MODULE

Ce module récapitule les principales étapes de l'installation d'un système d'irrigation à énergie solaire (SPIS). La conception du SPIS et la sélection du fournisseur de technologie sont à présent achevées (cf. module **CONCEVOIR**). L'installation d'un système d'irrigation nécessite une planification et des décisions du producteur car le système doit être mis en place en fonction des préférences et des critères d'utilisation définis. Le présent module décrit les étapes à suivre afin de mettre en place le système. Ce module tient compte du fait que le fournisseur de technologie n'est pas nécessairement le prestataire de services pour l'installation du SPIS.

ÉTAPES DU PROCESSUS

La signature d'un contrat ou d'un bon de commande avec un fournisseur de technologie scelle toutes les décisions relatives aux éléments d'un système. Le devis ou l'offre du fournisseur doit inclure un plan d'aménagement du système qui précise les critères d'installation spécifiques. L'installation effective est rarement faite par le producteur. C'est généralement un installateur qualifié qui se charge d'assembler et de monter les éléments du système. Une installation bien réalisée, qui tient compte des conditions spécifiques du site, est essentielle au bon fonctionnement du SPIS. Le processus d'installation reposera sur des décisions actives du futur utilisateur (c'est-à-dire le client du SPIS ou l'exploitant agricole).

La mise en place ou l'installation commence avec le choix d'un prestataire de services compétent. Puis une planification détaillée des travaux nécessaires doit être établie. La planification de l'installation tient compte de tous les critères énoncés par le producteur et l'installateur. Une fois

que les éléments du système ont été installés, leur fonctionnement et la performance générale des différents systèmes doivent être testés.

En tant que futur utilisateur du système, le producteur doit respecter scrupuleusement ce processus afin de s'assurer que l'installation du SPIS est conforme et d'en assimiler les fonctions. Une fois l'installation achevée, le producteur doit demander la documentation nécessaire à l'utilisation du système et une démonstration de son bon fonctionnement.

1. CHOISIR UN INSTALLATEUR COMPETENT

Il faut tenir compte du type d'installation lors du choix du fournisseur de technologie. Les devis soumis par les fournisseurs de matériel doivent préciser si l'installation du système est comprise. Lorsque les services d'installation sont inclus dans le contrat relatif aux éléments du système, le fournisseur désigne un installateur.

Quand les fournisseurs de technologie ne se chargent pas eux-mêmes de l'installation, ils doivent recommander un installateur qualifié et les services d'installation doivent faire l'objet d'un contrat distinct. Pour cela, une présélection d'installateurs qualifiés sera faite et leurs devis ou offres pour lesdits services seront examinés en vue d'un choix définitif (voir le module **CONCEVOIR**).

Les installateurs doivent être choisis en fonction de leur compétence générale et de leur connaissance des produits (éléments du système) pour lesquels a opté le producteur. Certains fournisseurs de technologie ne confient l'installation qu'à des installateurs certifiés dans le cadre de leurs conditions de garantie et doivent donc recommander des prestataires de services certifiés.

Afin de soumettre une offre, l'installateur se rend sur le site concerné et analyse le site prévu pour l'installation avec le producteur.

Lors de la sélection d'installateurs compétents :

- vérifiez si le fournisseur de technologie est en mesure de recommander un installateur qualifié issu de son réseau ;
- vérifiez si l'installateur est certifié pour l'installation des éléments/marques du système acheté ;
- renseignez-vous sur l'expérience de l'installateur dans votre région (liste de références, autres producteurs) ;

- demandez des renseignements sur les services offerts par l'installateur après l'installation et vérifiez s'il peut intervenir pour l'entretien, le dépannage et les réparations.

RESULTAT/PRODUIT

- Présélection d'installateurs qualifiés ;
- devis/offres pour les services d'installation ;
- sélection d'un installateur basée sur le rapport qualité-prix de son offre ;
- contrat pour les services d'installation.

DONNEES NECESSAIRES

- Liste d'installateurs qualifiés et certifiés donnée par le fournisseur de technologie ;
- plan d'aménagement du système et description des éléments du système (joint au contrat passé avec le fournisseur de technologie) ;
- liste de prix unitaires (devis/offre de l'installateur) ;
- informations sur les services post-installation.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- fournisseur / intégrateur de système (fournisseur de technologie) ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS IMPORTANTS

- L'installation peut être incluse dans le contrat de vente des éléments du système, mais peut aussi faire l'objet d'un contrat distinct.

- Il se peut que le générateur photovoltaïque, la pompe, le réservoir et le système d'irrigation ne soient pas installés par le même installateur.
- Pour être garantis, les éléments du système doivent être installés par un prestataire de services qualifié et certifié.
- Il est recommandé de faire appel à un installateur qui peut aussi fournir les services d'entretien, de dépannage et de réparation.

2. PLANIFIER LA PREPARATION DU SITE ET L'INSTALLATION

L'installateur retenu doit tenir compte des conditions spécifiques du site dans son devis/offre. Durant cette étape, il doit déjà avoir consulté le producteur pour obtenir des informations sur l'emplacement, l'espacement et la protection du système prévu. Après la conclusion du contrat de services d'installation, une planification détaillée de l'installation doit être établie.

À cette fin, il peut s'avérer nécessaire, en collaboration avec le producteur, d'effectuer une nouvelle visite du site et de passer en revue les différents aspects de l'installation.

La planification de l'installation a pour objectif :

- de vérifier l'accès au site et les conditions de stockage du matériel ;
- de déterminer l'emplacement prévu exact et l'espacement des éléments du système (générateur photovoltaïque, pompe à eau, unités de contrôle, réservoir d'eau, réseau de distribution d'eau, tuyaux d'irrigation) ;
- d'évaluer les conditions spécifiques au site, importantes pour l'installation (sol/sous-sol, profil de surface, sources d'eau, risques en matière de sécurité) ;
- d'identifier les travaux préparatoires à effectuer (démontage d'anciennes installations, nettoyage / réhabilitation des puits et tests de pompage, nettoyage du site, préparation des champs) ;
- de planifier les travaux préparatoires et l'installation ;
- de définir les précautions à prendre en matière de santé et de sécurité.

Une pré-installation bien planifiée permet d'éviter de prendre du retard durant le processus d'installation dans la mesure où les

travaux préparatoires et l'installation peuvent s'enchaîner. Le producteur peut aussi imposer des critères supplémentaires concernant l'emplacement, l'espacement et la protection du futur système, que l'installateur devra prendre en compte avant l'assemblage et le montage des éléments. Des conditions spécifiques au site, comme l'exposition à des vents forts, des eaux de crue, des animaux errants ou des risques de vol ou de vandalisme (voir le module **S'INFORMER**, structure de montage) sont des facteurs qui influent sur l'installation et les matériaux à utiliser (contre-écrous, spray, joints, etc.).

La planification de l'installation doit aussi tenir compte du calendrier des récoltes et des travaux du ménage agricole concerné (voir module **CONCEVOIR**, étape 2 du processus). Les travaux d'installation ne doivent pas perturber inutilement la production.

Si le système nécessite l'intervention de plusieurs installateurs (par exemple, un pour le système de pompage photovoltaïque et un autre pour les éléments du système d'irrigation), la planification doit en tenir compte. Le travail des différents installateurs doit être coordonné.

La superficie requise pour l'installation du SPIS est souvent sous-estimée. Les générateurs photovoltaïques et, le cas échéant, le réservoir d'eau occuperont des terres normalement cultivables. Les éléments du système doivent être espacés de telle sorte que les panneaux solaires ne soient sujets à l'ombrage des éléments voisins et qu'il y ait suffisamment d'espace pour pouvoir accéder aux différents composants, pour éventuellement des opérations d'entretien.

Remarque : les intégrateurs de système estiment que l'utilisation et l'entretien du système nécessitent une superficie environ deux fois supérieure à celle qui est couverte par les panneaux solaires. Cette précaution est nécessaire pour permettre

l'installation de clôtures et pour pouvoir se déplacer sur le site afin d'assurer l'entretien du système et de réduire l'impact des ombres.

La planification établie en coopération avec l'installateur doit aussi permettre aux deux parties de bien comprendre le processus de mise à disposition du système et de se mettre d'accord pour que l'utilisateur reçoive une formation initiale après cette mise à disposition du système.

RESULTAT/PRODUIT

- Emplacement de chaque élément du système ;
- liste des travaux préparatoires/exigences ;
- calendrier des travaux préparatoires et de l'installation ;
- calendrier pour la mise à disposition du système et la formation de l'utilisateur.

DONNEES NECESSAIRES

- Plan d'aménagement du système et description des éléments du système (joint au contrat passé avec le fournisseur de technologie) ;
- données sur les puits / sources d'eau ;
- données sur le sol / sous-sol.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS IMPORTANTS

- La planification de la mise en œuvre nécessite une visite du site par l'installateur et un bilan effectué avec le producteur.

- Les conditions et les risques spécifiques au site doivent être pris en compte.
- L'installation requiert une certaine superficie de terrain.
- Les travaux préparatoires doivent être identifiés avant l'installation.
- Les travaux préparatoires doivent être terminés avant l'installation.
- La planification de l'installation doit inclure la mise à disposition du système et la formation de l'utilisateur.
- La coordination de plusieurs installateurs peut être nécessaire.



Visite d'un installateur sur le site d'un SPIS à Tamalé, au Ghana

(Source : Lennart Woltering)

3. INSTALLER

L'installation des différents éléments d'un système d'irrigation à énergie solaire sera confiée à un installateur qualifié sous contrat. L'installateur suivra le plan d'aménagement du système et les spécifications techniques donnés par le fournisseur de technologie (intégrateur du système, distributeur) et les critères du producteur relatifs à l'emplacement et à l'espacement.

L'installateur aura besoin d'un accès temporaire au site et d'un espace de stockage et d'assemblage pour décharger et monter les éléments du système. Le producteur doit en tenir compte, en particulier sur une petite exploitation qui compte peu de zones non cultivées.

Le temps nécessaire pour l'assemblage, le montage et la connexion des différents éléments d'un SPIS dépend de la taille du système et des conditions du site. Il se peut que l'installateur devra procéder en plusieurs étapes. La mise en place de fondations spéciales pour accueillir la structure de montage des panneaux solaires et, le cas échéant, le réservoir d'eau peut prendre du temps.

Il s'agit souvent de fondations en béton armé qui peuvent nécessiter des travaux d'excavation préalables et s'ajoutent au temps de prise du ciment coulé.

Il est essentiel que le producteur, et si possible le conseiller agricole, prennent le temps d'assister à la mise en place du système pour :

- pouvoir fournir des renseignements et prendre des décisions ;
- pouvoir vérifier la présence de tous les éléments lors de leur installation ;
- mieux comprendre les différents éléments du système, leurs spécificités et l'emplacement des connexions, interrupteurs, etc. (posez des questions !) ;
- pouvoir surveiller la conformité de l'installation au plan et au calendrier (conformité des éléments) ou relever tout écart dû à des circonstances imprévues.

RESULTAT/PRODUIT

- Système d'irrigation à énergie solaire complet.

DONNEES NECESSAIRES

- Plan d'aménagement du système et description des éléments du système (joint au contrat passé avec le fournisseur de technologie) ;
- liste des éléments et devis quantitatifs ;
- planification de l'installation.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS IMPORTANTS

- Un espace doit être aménagé de façon temporaire pour permettre d'accéder au site, de stocker le matériel et d'effectuer l'assemblage.
- L'installation peut se faire en plusieurs étapes si des travaux de fondation, etc., sont nécessaires.
- Le producteur devrait assister à l'installation pour accompagner et surveiller le processus.



Installation d'un système d'irrigation goutte à goutte
(Source : Lennart Woltering)

4. TEST D'ACCEPTATION DE LA PPV

Une fois l'installation effectuée, le fonctionnement et les performances du système doivent être testés en présence du futur utilisateur (producteur). Les tests comprennent différentes analyses. La première étape consiste en un essai d'acceptation du système de pompage photovoltaïque (panneaux solaires) qui comprend le générateur photovoltaïque, le système de montage et, le cas échéant, le suiveur, le contrôleur et la pompe à eau. Ces éléments constituent le « moteur » du SPIS et leur qualité est cruciale pour le bon fonctionnement du système d'irrigation.

Ce test d'acceptation (également appelé essai d'acceptation sur site, EAS) est le second niveau de test du matériel en termes de gestion de la qualité. Les fabricants des éléments du système ont l'obligation d'effectuer un essai d'acceptation en usine (EAU) avant de livrer les produits au distributeur. Idéalement, ces deux tests devraient être présentés lors de l'évaluation d'un SPIS, mais il n'est pas toujours facile de les obtenir.

Le test d'acceptation des panneaux photovoltaïques comprend les étapes suivantes :

- contrôle visuel des principaux éléments et de leurs joints/connexions ;
- contrôle visuel des câbles et de leur isolation ;
- contrôle mécanique du système de montage et du suiveur ;
- contrôle fonctionnel du fonctionnement des panneaux photovoltaïques ;
- contrôle fonctionnel du contrôleur électronique des panneaux photovoltaïques ;
- accès à la documentation du système (fiches techniques, plan de câblage électrique, procédures opérationnelles) ;

- mesure de l'irradiance solaire, de l'énergie électrique, de la hauteur de refoulement et du débit d'eau pour pouvoir établir la différence entre le débit calculé et le débit réel mesuré.

Ces mesures sont généralement effectuées dans l'ordre suivant :

Mesure de l'irradiance solaire --> Calcul de la production d'électricité --> Mesure et calcul de la hauteur de refoulement totale --> Mesure du débit d'eau réel ---> Comparaison du débit d'eau calculé et du débit d'eau mesuré

Les différentes mesures doivent être effectuées dans un laps de temps court par temps dégagé. Il est recommandé de procéder à au moins deux essais d'acceptation, par forte irradiance (800-1 000 W/m²) et par faible irradiance (env. 500 W/m²). Le matériel nécessaire pour le test sera fourni par l'installateur.

Important : vérifiez si les bagues et joints, les vis et les boulons sont suffisamment serrés.

Vérifiez s'il y a des signes de corrosion et des fissures dans les fondations en béton.

Vérifiez s'il y a des fuites dans les tuyaux et les raccords.

Notez toute défaillance et tout dysfonctionnement et demandez à l'installateur d'y remédier.

Les résultats de l'essai d'acceptation sont à comparer aux résultats calculés lors de la conception du système de pompage photovoltaïque. L'outil **CONCEVOIR – Outil de dimensionnement de pompe** peut servir à consigner les principales données et à les comparer aux données prévues. Le protocole du test d'acceptation est à signer par l'installateur et par le producteur.

L'outil **INSTALLER – Test d'acceptation des panneaux photovoltaïques** détaille les étapes, le matériel nécessaire et les calculs relatifs à l'essai d'acceptation.

RESULTAT/PRODUIT

- Essai d'acceptation effectué pour le système de pompage photovoltaïque ;
- comparaison des performances réelles et des performances calculées lors de la phase de conception ;
- protocole de l'essai d'acceptation ;
- **INSTALLER – Test d'acceptation des panneaux photovoltaïques**

DONNEES NECESSAIRES

- Irradiance solaire, hauteur de refoulement totale et débit d'eau mesurés ;
- production électrique, hauteur de refoulement et débit d'eau calculés ;
- observations faites lors du contrôle visuel.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS IMPORTANTS

- Le test d'acceptation sur site est obligatoire pour vérifier si les résultats du système de panneaux photovoltaïques correspondent bien aux résultats annoncés lors de la conception.
- Les tests doivent être effectués par l'installateur en présence du producteur en tenant compte de tous les critères définis.
- Les tests doivent être effectués par temps dégagé et deux mesures au moins doivent être faites.
- Un contrôle approfondi des éléments mécaniques est recommandé.



Photo: Reinhold

Mesure de l'irradiance durant le test d'acceptation sur site

(Source : Reinhold Schmidt)

5. TEST DU SYSTEME

Après le test du générateur photovoltaïque, le fonctionnement individuel des autres éléments du système et leur fonctionnement conjoint doivent être vérifiés. Ces tests doivent suivre les mêmes principes que le test d'acceptation des panneaux photovoltaïques. Le test doit concerner au moins les éléments suivants :

- dispositifs de contrôle du prélèvement et du débit d'eau (compteurs d'eau) ;
- vannes de distribution, soupapes de distribution et connecteurs ;
- réservoir et filtres (si le système en comporte) ;
- tuyaux d'irrigation et dispositifs d'arrosage (émetteurs, mini-asperseurs) à l'aide d'un test d'uniformité d'irrigation (voir l'outil

ENTRETIEN – Guide pratique d'uniformité d'application de l'eau).

Le test pour les éléments susmentionnés comprend les étapes suivantes :

- contrôles visuels (boulons et vis, etc.) ;
- contrôle mécanique des supports de montage du réservoir et des tuyaux ;
- contrôle fonctionnel de la distribution et du débit d'eau, du réservoir et des filtres ;
- contrôle fonctionnel du mode entretien ;
- accès à la documentation du système (fiches techniques, plan hydraulique, procédures opérationnelles) ;
- mesure de la pression à l'arrivée d'eau, de la répartition de la pression dans toutes les sections du système, et du débit d'eau.

Les mesures sont généralement effectuées « de la tête à la queue », c'est-à-dire

de l'arrivée d'eau dans le réseau d'alimentation (réservoir ou injection directe) aux sorties des tuyaux d'irrigation. La pression doit être mesurée à tous les joints/nœuds de distribution du système pour évaluer la répartition hydraulique dans l'ensemble des sections. Ces mesures doivent tenir compte des variations de pression diurnes en fonction de l'irradiance solaire. Les résultats doivent être consignés afin d'établir le profil hydraulique du système d'irrigation.

Étalonnage : le débit d'eau vers le champ doit être étalonné afin de gérer efficacement la distribution d'eau pour les cultures. Il peut y avoir des différences de pression entre différentes sections du système d'irrigation et la pression à l'arrivée d'eau varie dans un système de pompage photovoltaïque sans réservoir surélevé, ce qui entraîne une différence de débit d'eau d'une section à une autre et au cours de la journée. Le débit d'eau des dispositifs d'irrigation doit être mesuré à différentes heures de la journée pour calculer le débit d'eau réel, qui peut alors être géré en variant l'intervalle d'irrigation par unité de surface.

Remarque : cet exercice d'étalonnage demande du temps !

De grands écarts entre les résultats calculés et les résultats mesurés peuvent être le signe d'une mauvaise conception (données recueillies, élément mal choisi, etc.) ou d'une négligence humaine. La qualité d'exécution influe directement sur les performances du système et sur sa pérennité et lorsqu'elle est mauvaise, elle peut même compromettre le fonctionnement des meilleurs éléments du système. L'outil **INSTALLER – Liste de contrôle de la qualité d'exécution** comprend divers indicateurs de la qualité d'exécution regroupés en catégories. Cet outil a pour objectif d'évaluer si la qualité de l'installation respecte les bonnes pratiques, les exigences

de sécurité et la pérennité globale de l'installation.

RESULTAT/PRODUIT

- Test du système d'irrigation effectué ;
- comparaison des performances réelles et des performances calculées lors de la phase de conception ;
- protocole du test du système ;
- profil hydraulique du système d'irrigation ;
- données sur le débit d'eau pour toutes les sections d'irrigation.

DONNEES NECESSAIRES

- Pression et débit d'eau mesurés dans toutes les sections d'irrigation ;
- pression du système et débit d'eau calculés ;
- observations faites lors du contrôle visuel.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS IMPORTANTS

- Le test du système sur site est obligatoire pour vérifier si les systèmes d'irrigation donnent bien les résultats annoncés lors de la conception.
- Les tests doivent être effectués par l'installateur en présence du producteur.
- Il convient de mesurer la pression et le débit de l'eau dans toutes les sections d'irrigation.
- L'étalonnage du système de débit d'irrigation est important pour gérer efficacement la distribution de l'eau pour les cultures.



Mesure du débit d'eau

(Source : Reinhold Schmidt)



6. DOCUMENTATION

Un SPIS comprend de multiples éléments qui ont des spécifications techniques particulières et demandent une utilisation et un entretien spécifiques. Certaines technologies mécaniques et électriques peuvent être sujettes à des défaillances si elles ne sont pas correctement utilisées. Une utilisation précautionneuse du système permet non seulement d'éviter les pannes et les réparations coûteuses, mais aussi d'assurer une plus longue durée de vie. S'il existe des fiches techniques et des consignes d'installation pour la plupart des éléments d'un SPIS, les manuels d'utilisation d'un système entier sont rares. Étant donné qu'un SPIS est toujours spécifique à un site, les manuels d'utilisation et d'entretien doivent être adaptés à chaque cas précis.

Le distributeur et l'installateur doivent fournir une documentation complète sur l'utilisation et l'entretien du système durant l'essai d'acceptation, le test du système et la mise à disposition finale ! Ce point doit être abordé avec le fournisseur de technologie et/ou l'installateur lors de la négociation du contrat.

La documentation doit couvrir les principaux points suivants :

- plan d'aménagement du système, avec l'ensemble des éléments du système de pompage, de stockage d'eau et d'irrigation (ainsi que les plans de raccordement et de câblage) ;
- fiche technique de chaque élément du système, avec notamment le numéro de série des modules et des autres composants, par exemple pour en justifier la propriété en cas de déclaration de sinistre ;
- principes d'exploitation pour l'ensemble des éléments du système ;
- informations sur la garantie, et consignes et calendrier pour l'entretien

de l'ensemble des éléments du système ;

- consignes de sécurité, avertissements sur les risques pour la santé et procédures d'urgence ;
- coordonnées des services d'entretien / de réparation, d'assistance, etc.

Idéalement, le manuel d'utilisation donne également des informations sur les conséquences néfastes d'un prélèvement d'eau excessif sur l'environnement. Un système d'irrigation conçu de façon méthodique repose sur le principe d'un prélèvement d'eau durable qui tient compte des ressources hydriques disponibles et des droits / autorisations sous-jacents d'utilisation de l'eau.

RESULTAT/PRODUIT

- Documentation relative à l'ensemble des éléments du SPIS, notamment spécifications techniques, plan de raccordement / câblage, consignes de sécurité, procédures d'urgence et informations sur l'entretien ;
- manuel d'utilisation du système ;
- coordonnées en cas d'urgence / informations sur le service d'assistance.

DONNEES NECESSAIRES

- Spécifications techniques des éléments du SPIS.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS ESSENTIELS

- La documentation sur tous les éléments du système doit être complète et compréhensible.
 - Les instructions relatives à la sécurité et aux situations critiques doivent être clairement indiquées et
- fixées de façon visible à l'élément du système correspondant.
- L'installateur fournira un manuel d'utilisation contenant toutes les procédures et informations utiles.

7. MISE A DISPOSITION DU SYSTEME ET FORMATION DE L'UTILISATEUR

L'ultime étape du processus d'installation est la mise à disposition officielle du SPIS à l'utilisateur (producteur). Cette mise à disposition s'accompagne généralement d'une présentation détaillée de tous les aspects techniques du système et d'une formation pratique sur son utilisation conformément à la conception. Cette étape doit être soigneusement planifiée afin que l'utilisateur ait suffisamment de temps pour passer en revue tous les éléments du système et tous les aspects d'utilisation et d'entretien avec les techniciens de l'installateur.

Précédant cette étape, toutes les autres conditions doivent avoir été remplies, notamment en ce qui concerne le test d'acceptation des panneaux photovoltaïques, le test du système et la documentation du système. Idéalement, l'utilisateur accompagnera et suivra le processus d'installation, notamment les tests. Cela lui permettra de prendre connaissance du système et de se familiariser avec les principales caractéristiques techniques et opérationnelles.

Durant les tests d'installation, les anomalies et problèmes de qualité sont identifiés et consignés et un accord entre l'installateur et l'utilisateur est conclu sur leur mode et leur date de correction, spécifiés dans les protocoles d'essais. La mise à disposition du système ne doit pas avoir lieu avant la réalisation de toutes les réparations et modifications nécessaires.

La mise à disposition et la formation correspondante ont généralement lieu durant un test final du système. Il ne doit pas s'agir d'un exercice théorique. La documentation utilisée pour la formation est constituée du manuel d'utilisation et du guide fourni dans le cadre de la documentation du système.

La présentation et la formation doivent porter notamment sur :

- les spécificités de l'ensemble des éléments du système ;
- l'utilisation du système dans différentes conditions, en particulier la gestion de la distribution de l'eau pour les cultures basée sur la gestion de la pression et de la durée d'alimentation en eau ;
- les précautions de sécurité et la protection des éléments du système ;
- les risques sanitaires et environnementaux ;
- les procédures d'urgence ;
- les mesures d'entretien et le calendrier correspondant.

La mise à disposition se conclut par la signature d'un protocole de mise à disposition qui spécifie l'état du système et l'ensemble des activités menées pour former le producteur.

RESULTAT/PRODUIT

- Protocole de mise à disposition.

DONNEES NECESSAIRES

- Données sur le test d'acceptation des panneaux photovoltaïques et le test du système ;
- documentation du système et manuel d'utilisation.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteur ;
- prestataire de services d'installation ;
- prestataire de services agricoles.

POINTS ESSENTIELS

- La mise à disposition ne peut avoir lieu que si le système fonctionne

parfaitement, sans aucune défaillance.

- La mise à disposition doit s'accompagner d'une présentation pratique et d'une formation de l'utilisateur,

notamment sur les précautions de sécurité, la protection du système et les risques.

- Un protocole de mise à disposition doit être préparé et signé.



SPIS équipé d'un réservoir surélevé utilisé pour l'irrigation à l'intérieur et à l'extérieur d'une serre

(Source : Lennart Woltering)

LECTURES, LIENS ET OUTILS COMPLEMENTAIRES

Liens

Centre for Land and Water : Knowledge Resources for Primary Industry (« Ressources de connaissances concernant le secteur primaire »). Extrait de <http://www.claw.net.nz/resources/irrigation/>

Hahn, A., Sass, J. & Fröhlich, C. (2015) : Manual and tools for promoting SPIS. Multicountry - Stocktaking and Analysis Report (« Manuel et outils de promotion des SPIS. Bilan et rapport d'analyse multinational »). GFA Consulting Group. Extrait de [en cours de révision]

Schultz, R. & Suryani, A. (2015) : EnDev2 Indonesie : Inspection Guide for Photovoltaic Village Power (PVVP) Systems (« Guide d'inspection des systèmes de production d'énergie photovoltaïques villageois »). Edité par la GIZ. Extrait de https://energypedia.info/images/3/39/Inspection_Guide_for_PVVP_150524_%28GIZ_2015%29.pdf

Outils SPIS

INSTALLER – Test d'acceptation de la PPV : Guide pour comparer la puissance installée avec la puissance réelle de la pompe

INSTALLER – Liste de contrôle de la qualité d'exécution : liste de contrôle et de vérification de la qualité de l'exécution

Les outils suivants associés à d'autres modules sont également pertinents :

PROMOUVOIR – Évaluation rapide du SPIS : pour analyser le marché de la prestation de services.

CONCEVOIR – Outil de dimensionnement de la pompe : pour vérifier le test d'acceptation du SPIS

ENTRETENIR – Guide d'uniformité d'application de l'eau : à mettre en œuvre directement après l'installation du système

GLOSSAIRE TECHNIQUE

Aquifère	Formation(s) géologique(s) souterraine(s) contenant des quantités exploitables d'eau souterraine qui peuvent alimenter des puits ou des sources à des fins domestiques, industrielles et d'irrigation.
Chimigation	Processus d'application de produits chimiques (engrais, insecticides, herbicides, etc.) sur les cultures ou le sol au moyen de l'eau diffusée par un système d'irrigation.
Perte de transport	Perte d'eau d'une conduite ou d'une canalisation au cours du transport, y compris les pertes dues à des déperditions, des fuites, l'évaporation et autres pertes.
Coefficient de récolte	Rapport entre l'évapotranspiration réelle de la culture et son potentiel (ou sa référence) d'évapotranspiration. Il est différent pour chaque culture et varie au fil du temps en fonction du stade de croissance.
Besoin en eau des cultures (BEC)	Quantité d'eau nécessaire à une plante. Dépend du climat, de la culture ainsi que de la gestion et des conditions environnementales. C'est la même chose que l'évapotranspiration des cultures.
Courant (I)	Le courant est le flux électrique créé lorsqu'un conducteur est sous tension, ou le débit de la charge électrique, exprimé en ampères [A].
Percolation profonde	Déplacement de l'eau vers le bas à travers le profil du sol sous la zone racinaire. Cette eau est perdue pour les plantes et finit par se retrouver dans les eaux souterraines. [mm]
Rabattement	Abaissement du niveau d'eau résultant du pompage.
Irrigation goutte à goutte	L'eau est appliquée à la surface du sol à des débits extrêmement faibles (gouttes ou faible écoulement) par des émetteurs. Également connu sous le nom d'irrigation goutte à goutte ou de micro-irrigation.
Émetteur	Petit dispositif de distribution de la micro-irrigation conçu pour diminuer la pression et laisser s'écouler un petit flux ou un filet d'eau uniforme à débit constant et sans variations significatives du fait de différences mineures dans la tête de pression. Également appelé « goutteur » ou « asperseur ».
Évaporation	Perte d'eau sous forme de vapeur provenant de la surface du sol ou de feuilles humides. [mm]
Évapotranspiration (ET)	Perte d'eau résultant de l'évaporation au niveau du sol et de la transpiration des plantes. L'ET des cultures (ETc) peut être évaluée en calculant l'ET de référence pour une culture de référence spécifique (ETo pour l'herbe coupée) à partir des données météorologiques et en multipliant ce résultat par un coefficient cultural. L'ETc, ou perte d'eau, est égale au BEC (soit l'eau nécessaire à la plante). [mm]

BBEI	Le besoin brut en eau d'irrigation (BBEI) sert à exprimer la quantité d'eau dont le système d'irrigation a besoin. [mm]
Fertigation	Application d'engrais par l'intermédiaire d'un système d'irrigation. Une forme de chimigation.
Viabilité financière	Capacité à générer des revenus suffisants pour faire face aux dépenses de fonctionnement, répondre aux besoins de financement et, dans l'idéal, générer des profits. La viabilité financière est habituellement évaluée à l'aide des approches de la valeur actuelle nette (VAN) et du taux de rentabilité interne (TRI) ainsi que d'une estimation de la sensibilité des éléments de coût et de revenu.
Perte de charge	Perte de pression due au débit d'eau dans le tuyau. Elle dépend de la taille du tuyau (diamètre intérieur), du débit et de la longueur du tuyau. Elle est déterminée en se référant à un tableau des pertes de charge par frottement disponible dans un livre de référence en ingénierie ou auprès d'un fournisseur de tuyaux. [m]
Rayonnement solaire global (G)	Énergie transportée par rayonnement sur une surface pendant un certain temps. Le rayonnement solaire global est spécifique à chaque endroit car il est influencé par les nuages, l'humidité de l'air, le climat, l'altitude, la latitude, etc. Le rayonnement solaire global sur une surface horizontale est mesuré via un réseau de stations météorologiques dans le monde entier et s'exprime en kilowatt-heures par mètre carré [kWh/m ²].
Écoulement par gravité	Utilisation de la gravité pour produire une pression et un débit d'eau, par exemple en élevant un réservoir de stockage au-dessus du point d'utilisation pour que l'eau s'écoule sans pompage supplémentaire.
Hauteur de charge	Valeur de la pression atmosphérique à un endroit et dans des conditions spécifiques. [m]: Hauteur de charge totale (dynamique) : somme de la charge statique, de la pression, du frottement et de la charge de vitesse exercée par la pompe lorsqu'elle fonctionne à un débit spécifique. [m]; Perte de charge : perte d'énergie dans l'écoulement d'un fluide. [m]
Infiltration	Action de l'eau qui pénètre dans le sol.
Insolation	Quantité de rayonnement solaire touchant une surface, exprimée en watts par mètre carré [W/m ²]. Également appelée rayonnement solaire.
Irradiance	Intégration ou somme de l'insolation (équivalente au rayonnement solaire) sur une période donnée, exprimée en joules par mètre carré (J/m ²) ou en watt-heures par mètre carré [Wh/m ²].
Irrigation	L'irrigation est l'application contrôlée d'eau pour répondre aux besoins des cultures.

Efficacité de l'irrigation	Rapport de la quantité d'eau d'irrigation utile à la quantité totale d'eau d'irrigation appliquée. [%]
Tête d'irrigation	Unité de contrôle pour réguler la quantité, la qualité et la pression de l'eau dans un système d'irrigation utilisant différents types de vannes, régulateurs de pression, filtres et éventuellement un système de chimigation.
Canalisation latérale	Tuyau(x) allant des vannes de contrôle aux gicleurs ou aux tubes à goutteurs.
Latitude	La latitude indique la position nord-sud d'un point à la surface de la Terre. C'est un angle qui va de 0° à l'équateur jusqu'à 90° (nord ou sud) aux pôles. Les lignes de latitude constante, ou parallèles, s'étendent d'est en ouest sous forme de cercles parallèles à l'équateur. La latitude est utilisée avec la longitude pour indiquer l'emplacement précis d'éléments à la surface de la Terre.
Lessivage	Dissolution et transport par l'eau des matières solubles à travers le profil du sol.
Suivi du point maximal de puissance (MPPT)	Fonction importante dans de nombreux boîtiers de commande permettant de prélever la bonne quantité de courant afin de maintenir une tension élevée et d'obtenir une efficacité maximale du système.
Besoins nets en eau d'irrigation (BNEI)	La somme des besoins de chaque plante en eau d'irrigation pour une période donnée. Les BNEI déterminent la quantité d'eau qui doit atteindre la culture pour satisfaire son besoin en eau dans le sol. [mm]
Puissance (P)	La puissance est la vitesse à laquelle l'énergie est transférée par un circuit électrique, exprimée en watts. La puissance dépend de la quantité de courant et de la tension dans le système. La puissance est égale au courant multiplié par la tension ($P=I \times V$). [W]
Photosynthèse	La photosynthèse est un processus utilisé par les plantes et d'autres organismes pour convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique, laquelle peut ensuite être libérée pour alimenter les activités des organismes (transformation énergétique).
Pression	Mesure de la force au sein d'un système. C'est la force qui fait circuler l'eau dans les tuyaux, les gicleurs et les émetteurs. La pression statique est mesurée lorsque l'eau ne coule pas, la pression dynamique lorsque l'eau coule. La pression et le débit s'influencent mutuellement. [bars, psi, kPa]
Amorçage	Remplissage manuel d'un tuyau d'aspiration et alimentation d'une pompe de surface. L'amorçage est généralement nécessaire lorsqu'une pompe doit être installée au-dessus de la source d'eau.
Pompe	Convertit l'énergie mécanique en énergie hydraulique (pression et/ou débit)

	<p>Pompe immergée : combinaison moteur/pompe conçue pour être installée entièrement sous la surface de l'eau.</p> <p>Pompe de surface : pompe non immergée et placée jusqu'à environ 7 mètres maximum au-dessus de la surface de l'eau.</p>
Zone racinaire	Profondeur ou volume du sol d'où les plantes puisent efficacement l'eau. [m]
Salinité	La salinité désigne la quantité de sels dissous dans l'eau du sol.
Efficacité des panneaux solaires	L'efficacité des panneaux solaires consiste dans le rapport entre la lumière qui brille sur le panneau et la quantité d'électricité produite. Elle est exprimée en pourcentage. La plupart des systèmes sont efficaces à environ 16 %, ce qui signifie que 16 % de l'énergie lumineuse est transformée en électricité.
Hauteur d'aspiration	Distance verticale entre la surface de l'eau et la pompe. Cette distance est limitée par la physique à environ 7 mètres et doit être réduite au minimum pour obtenir les meilleurs résultats. Ce principe s'applique uniquement aux pompes de surface.
Irrigation de surface	<p>Méthode d'irrigation dans laquelle la surface du sol sert à transporter l'eau par gravité de la source jusqu'aux plantes. Les méthodes communes d'irrigation de surface sont :</p> <p>l'irrigation par sillons : l'eau est acheminée entre les lignes de culture dans des petits fossés ou rigoles creusés par les instruments de préparation du sol ;</p> <p>l'irrigation en bassin : l'eau est amenée sur une surface entièrement plane entourée de digues et</p> <p>l'irrigation par inondation : l'eau est amenée à la surface du sol sans dispositifs permettant de contrôler le débit comme les sillons ou les bordures.</p>
Transpiration	Eau absorbée par les racines de la plante et exsudée par les feuilles. [mm]
Tension électrique (U ou V)	La tension électrique est le potentiel électrique entre deux points ou la différence entre les potentiels électriques de deux points dans un circuit. Elle s'exprime en volts [V].