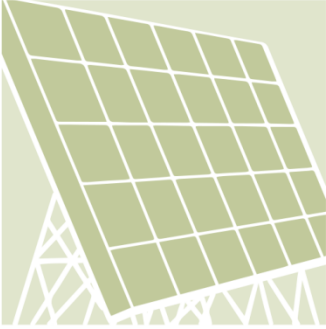


POWERING
AGRICULTURE:

AN ENERGY GRAND CHALLENGE
FOR DEVELOPMENT



Module 7: Concevoir

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://poweringag.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

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

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	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

CONCEVOIR

1. Recueillir les données



2. Analyser les options de production agricole



3. Déterminer les besoins et la disponibilité en eau



4. Sélectionner la configuration du SPIS



5. Évaluer la taille et le coût du système



6. Évaluer la viabilité financière



7. Présélectionner les fournisseurs potentiels



8. Examiner les devis et évaluer la qualité



9. Fournisseur du contrat

OBJECTIF ET ORIENTATION DU MODULE

Ce module fournit des informations et des outils destinés aux prestataires de services agricoles pour estimer la taille, le type et la viabilité financière de systèmes d'irrigation à énergie solaire (SPIS) pour un site agricole donné. Un SPIS est constitué d'éléments multiples fonctionnant dans des conditions qui varient constamment d'un jour et d'une saison à l'autre. La conception d'un SPIS établit les bases de la viabilité technique, financière et environnementale du système. La décision doit être mûrement réfléchie, notamment en ce qui concerne les implications financières et le risque de prélèvement d'eau non durable. Ce module est donc également très utile aux prestataires de services financiers. Il doit par ailleurs permettre au conseiller d'estimer si l'installation d'un SPIS serait plus appropriée et viable que d'autres systèmes d'irrigation. Les outils sont décrits et mentionnés dans les différentes phases de ce module. Les principaux paramètres de conception peuvent être définis à l'aide de formules simplifiées pour mieux comprendre une conception plus détaillée. Étant donné les interactions complexes entre les différents éléments dans des environnements divers, les outils de ce module ne remplacent pas une conception technique détaillée établie par des professionnels des technologies solaires et d'irrigation.

ÉTAPES DU PROCESSUS

Avant de concevoir un SPIS, il est important d'évaluer les avantages et les risques représentés par un SPIS dans une zone donnée. Le contexte institutionnel et les aspects environnementaux, décrits dans les modules **PROMOUVOIR & INITIER** et **PRÉSERVER L'EAU**, constituent des conditions cadres

essentiels. En outre, il est important de disposer d'informations locales et récentes sur les marchés des matières premières et des produits finis (vente des récoltes) et d'autres informations pour décider s'il est judicieux de concevoir un SPIS pour un site donné. Dès lors qu'un SPIS apparaît comme l'option privilégiée, il est indispensable que la conception respecte l'utilisation prévue. Une fois que les besoins en eau, le rayonnement solaire et la pression du système ont été identifiés, il est possible de passer à la préparation de la conception technique. Le planificateur technique a le choix entre différentes méthodes dont la complexité et la précision varient. Avant de choisir un fournisseur contractuel particulier, il convient d'évaluer minutieusement le devis de l'intégrateur système.

1. RECUEILLIR LES DONNEES

Pour bien concevoir un SPIS, il convient de recueillir un ensemble de données et d'informations sur la météorologie, le sol, les cultures, l'eau et d'autres paramètres spécifiques au site. Ces données peuvent être obtenues par le biais d'entretiens avec le producteur, d'observations sur site et de données hors site (Internet, bases de données, etc.). Le producteur doit indiquer au concepteur le type de culture prévu à quelle période de l'année ainsi que la manière dont il convient de gérer les cultures. Il peut choisir de recourir à la fertigation pour accélérer la croissance ou préférer des arbres fruitiers à des cultures annuelles. Selon l'emplacement de l'exploitation, de nombreuses données peuvent être recueillies hors site, par exemple sur les conditions météorologiques et topographiques, voire sur les ressources en eau. S'il est utile de recueillir des informations sur le rayonnement solaire et d'autres données météorologiques sur site, la plupart des systèmes sont basés sur des données

existantes dérivées de sites de référence voisins. Les données et informations sur l'évapotranspiration et les besoins des cultures en eau peuvent être obtenues auprès des bureaux agricoles ou des services de vulgarisation. Enfin, une visite de terrain doit être organisée afin de valider les données recueillies et de les compléter par des informations locales, par exemple sur la qualité du sol et de l'eau, l'ombrage des arbres ou du sommet des collines, la facilité d'accès au site, la hauteur de refoulement.

CONCEVOIR – Outil de collecte de données sur site contient des orientations pour les entretiens et des listes de contrôle pour veiller à recueillir toutes les informations nécessaires en vue de la conception d'un SPIS. **CONCEVOIR – Outil de contrôle sur la pertinence du SPIS** sert à effectuer un contrôle qualitatif pour déterminer si un site peut accueillir un SPIS.

Collecte de données sur site en vue d'un SPIS en



Photo: Lennart

RESULTAT/PRODUIT

- Description détaillée des spécificités de l'exploitation agricole servant de base à l'évaluation d'une configuration adaptée et de la conception technique ;
- **CONCEVOIR – Outil de collecte de données sur site** pour recueillir toutes les informations nécessaires en vue de la conception d'un SPIS ;
- **CONCEVOIR – Outil de contrôle sur la pertinence du SPIS** pour déterminer si un site peut accueillir un SPIS.

DONNEES NECESSAIRES

- **Données météorologiques :** ensoleillement, température, vitesse du vent, humidité, précipitations, évaporation ;
- **données relatives au site :** longitude, latitude, altitude, sources d'eau, hauteur de refoulement, ombrage, climat, terrain ;
- **données relatives aux cultures :** type et variété de cultures, période de croissance, rotation des cultures, besoins en eau des cultures, engrais, protections nécessaires pour les cultures ;
- **données relatives au sol :** type de sol, salinité, capacité de rétention d'eau, teneur en matières organiques, fertilité ;
- **données relatives à l'eau :** disponibilité, recharge des eaux souterraines, droits d'utilisation de l'eau, salinité, température, teneur en algues, teneur en sédiments ;
- **données relatives au marché :** état de la demande, prix de vente, caractère saisonnier, type de marché et distances.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs/groupes de producteurs ;
- prestataires de services agricoles ;
- autorités chargées de la gestion des ressources hydriques ;
- prestataires de services météorologiques ;
- intégrateurs de systèmes.

POINTS IMPORTANTS

- En présence d'un SPIS, le producteur doit gérer des variations journalières et annuelles de débit d'eau.
- Une évaluation insuffisante des besoins et des ressources en eau sur site engendre souvent un mauvais dimensionnement des systèmes photovoltaïques. C'est souvent le cas sur des marchés subventionnés où la conception des systèmes est normalisée et la taille non modulable.

2. ANALYSER LES OPTIONS DE PRODUCTION AGRICOLE

Il est important de concevoir un SPIS à la fois abordable et rentable. La rentabilité dépend des recettes ou du revenu issu de la vente des récoltes. Le choix des cultures est donc essentiel.

- Les arbres fruitiers, comme les orangers et les manguiers, ne commencent à générer des recettes qu'au bout de trois à cinq ans.
- Les légumes sont difficiles à cultiver et à transporter, mais sont généralement synonymes de recettes élevées.
- Les cultures vivrières comme le millet, le sorgho et le maïs ont généralement une faible valeur ajoutée et justifient rarement un investissement dans un système d'irrigation.
- D'autres cultures ou des cultures destinées à être transformées (biocarburant) peuvent générer des recettes élevées en fonction du marché local.

À chaque culture correspond un budget différent : coût de production rapporté aux recettes escomptées. Le rôle des conseillers de vulgarisation agricole est d'informer les producteurs sur les cultures (et leur éventuelle combinaison) les plus rentables dans une zone donnée. Le producteur établit ensuite un calendrier de cultures pour une année complète, qui indique le type de culture à privilégier, quand, et dans quelle parcelle du champ. Le marché des cultures étant dynamique, il est indispensable de suivre attentivement l'évolution des prix. Les prix des légumes peuvent être facilement multipliés par trois ou quatre au cours d'une saison.

Important :

La rentabilité d'une exploitation agricole irriguée dépend fortement du fait que la bonne culture a été choisie au bon

moment. Deux SPIS identiques, utilisés, l'un par un producteur de maïs et l'autre par un producteur de tomates, auront des rendements financiers très différents.

La définition d'une culture à forte valeur ajoutée dépend du marché. De façon générale, les fruits et légumes sont considérés comme des cultures à forte valeur ajoutée. Pour avoir une bonne production de fruits et légumes, il faut une main d'œuvre qualifiée et une stratégie adaptée à la fertilité des sols et la gestion des parasites. Les conseillers agricoles jouent un rôle important à cet égard et doivent être en mesure de donner aux exploitants agricoles un accès aux programmes de renforcement des capacités.

RESULTAT/PRODUIT

- Présentation du budget consacré aux cultures avec coût de production et recettes escomptées, établis à partir des informations sur le marché local ;
- modèle de calendrier des cultures.

DONNEES NECESSAIRES

Les données nécessaires pour analyser la production agricole peuvent être obtenues auprès des exploitants agricoles eux-mêmes et des prestataires de services extérieurs. Elle comprend :

- une compilation de toutes les récoltes effectuées dans l'exploitation agricole ;
- le rendement et le prix du marché des produits récoltés ;
- les coûts de production (semences, engrais, protection des plants, traction, transport, main d'œuvre, services).

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs/ménages agricoles ;
- services de vulgarisation agricole ;
- prestataires de technologies et de services.

POINTS IMPORTANTS

- L'agent de vulgarisation agricole doit être en mesure d'aider les producteurs à élaborer un calendrier de culture annuel avec la combinaison optimale de cultures.
- En fonction des ressources en eau, les producteurs doivent cultiver tout au long de l'année pour justifier l'investissement dans une infrastructure d'irrigation.
- La capacité du producteur à produire des cultures à forte valeur ajoutée est primordiale.

3. DETERMINER LES BESOINS ET LA DISPONIBILITE EN EAU

Besoins en eau : la quantité d'eau nécessaire à une plante dépend du climat, du type de culture et des conditions environnementales et de gestion. Elle correspond aux besoins en eau des cultures (BEC) (cf. **S'INFORMER** – Principes d'irrigation).

Le calcul des besoins en eau des cultures est une tâche complexe, mais avec l'aide d'outils logiciels comme CROPWAT, les agents de vulgarisation agricole expérimentés seront en mesure de conseiller les producteurs. CROPWAT est disponible auprès de la FAO, après inscription, et il est gratuit (le lien est indiqué à la fin de ce module). Les bureaux agricoles et les services de vulgarisation sont généralement en mesure de fournir des données BEC (établies à partir des conditions climatiques locales) pour les cultures les plus courantes dans une zone donnée

La somme des BEC pour chaque plante cultivée donne les besoins nets en eau d'irrigation (BNEI) pour une période donnée. Les BNEI correspondent à la quantité d'eau dont une culture a besoin pour satisfaire sa demande d'eau dans le sol. Toutefois, l'eau n'est jamais disponible à 100 %, car il peut y avoir des fuites ou d'autres pertes dues au système.

L'efficacité dépend largement de la méthode d'irrigation (par ex. irrigation par sillons, par bassins, goutte à goutte ou par aspersion). Le besoin brut en eau d'irrigation (BBEI) sert à exprimer la quantité d'eau dont le système d'irrigation a besoin. Il est important d'en soustraire l'eau acheminée vers la zone des racines par les précipitations. **CONCEVOIR – Outil de dimensionnement du système** aide à concevoir un système d'irrigation qui limitera au minimum les pertes de pression dans le système. Il sert également de liste de contrôle (check list) pour identifier les pertes de pression, dues

par exemple à des fuites dans un système existant.

Disponibilité en eau : au moment de la planification et de la conception d'un système d'irrigation, il faut toujours examiner en premier lieu les besoins et les ressources en eau (accès à l'eau, droits d'utilisation de l'eau et concessions, puits ou forages). Un système peut être conçu en fonction des ressources en eau et du modèle de culture le mieux adapté. Le prélèvement de l'eau et le système d'irrigation doivent être coordonnés afin d'obtenir les meilleurs résultats en termes de viabilité technique, financière et environnementale.



La disponibilité en eau est un facteur de conception crucial pour tout système d'irrigation

(Source : Lennart Woltering)

RESULTAT/PRODUIT

- Disponibilité en eau ;
- demande totale d'eau d'irrigation ;
- calendriers d'irrigation alternatifs ;
- caractéristiques hydrauliques du système d'irrigation ;
- **CONCEVOIR – Outil de dimensionnement du système** destiné à détecter les pertes de pression dans le système.

DONNEES NECESSAIRES

- Évapotranspiration locale (données ETo) ;
- données sur les précipitations, le vent et l'ensoleillement ;
- détails sur les cultures (par ex. valeurs ETc) ;
- caractéristiques du sol ;
- type de système d'irrigation et efficacité ;
- permis/droits d'utilisation de l'eau, capacités des aquifères et puits sur site.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs ;
- prestataires de services agricoles ;
- prestataires de services météorologiques ;
- autorités en charge de la gestion des ressources hydriques ;
- associations d'utilisateurs de l'eau.

POINTS IMPORTANTS

- CROPWAT contient des données standards sur les sols et les cultures mais doit être complété par des données locales afin d'obtenir une prévision exacte pour une exploitation agricole donnée ;

- la surexploitation ou l'épuisement persistant des eaux souterraines peut survenir lorsque le prélèvement des eaux souterraines dépasse en permanence la réalimentation naturelle des eaux souterraines (impact extrêmement négatif sur l'environnement), cf. le module **PRÉSERVER L'EAU** ;
- une pompe bien conçue tient compte de la capacité des puits spécifique au site ;
- il convient de planifier un suivi efficace du prélèvement d'eau ;
- la demande en eau d'irrigation varie au cours de l'année, avec des pics qui représentent souvent plus de deux fois la demande moyenne.

4. SÉLECTIONNER LA CONFIGURATION DU SPIS

Un SPIS peut être conçu de nombreuses manières différentes ; les principales variations sont dues à la combinaison des éléments clés :

- système de montage des panneaux solaires (fixes ou suiveurs) ;
- installation de la motopompe (immergée ou de surface) ;
- intégration d'un réservoir ou non ;
- méthode d'irrigation utilisée— principalement irrigation goutte à goutte ou de surface.

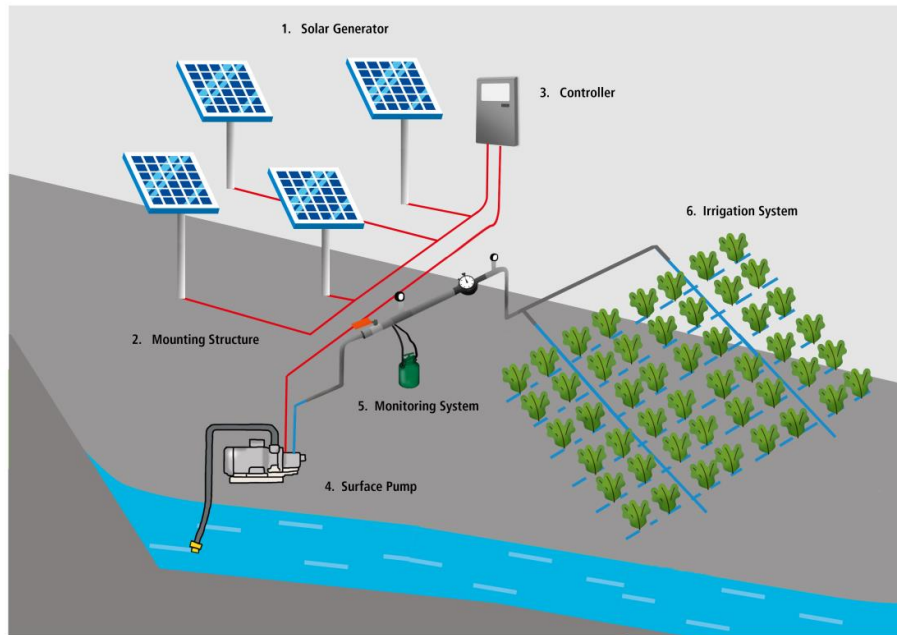
Le module **S'INFORMER** contient un aperçu et une description des différentes configurations des éléments d'un SPIS.

Techniquement, n'importe quelle technique d'irrigation peut être associée à une pompe à eau solaire. C'est une question de budget. La pression et un débit élevé demandent plus d'énergie, par conséquent un budget plus élevé. L'irrigation goutte à goutte, qui fonctionne avec des pressions relativement basses et est plus économe en eau, convient le mieux aux pompes solaires. Toutefois, le producteur doit acquérir de nouvelles

compétences de gestion en irrigation pour pouvoir s'en servir. La compatibilité d'une configuration pour un site donné dépend des ressources en eau, des besoins en eau spécifiques à l'exploitation agricole, de sa production agricole et des compétences ainsi que du budget du producteur.

La conception d'un système doit toujours tenir compte des ressources financières et humaines nécessaires pour l'entretien. En règle générale, des investissements plus élevés dans un équipement de qualité méritent largement le temps et les efforts consentis, et évitent les aléas de l'entretien et la réparation inhérents aux équipements de mauvaise qualité.

La figure ci-dessous montre une configuration SPIS qui représente une économie au niveau du réservoir mais une dépense au niveau du système de traqueur solaire. Ce dernier garantit un débit relativement stable, ce qui est important, parce qu'il n'y a pas de réservoir pour retenir la quantité d'eau acheminée vers les champs. Il est aussi possible de contrôler l'eau à l'aide de vannes et en segmentant le système d'irrigation goutte à goutte en sections.



Configuration SPIS avec système de suiveur solaire, pompe de surface et irrigation goutte à goutte

(Source : GFA)

La figure suivante présente une autre configuration, plus courante, dans laquelle l'eau est pompée dans le sol et stockée dans un réservoir surélevé. L'eau passe par la tête d'irrigation qui peut être équipée de vannes volumétriques et/ou d'un système de fertigation. Néanmoins, le producteur doit segmenter le champ en petites parcelles pour permettre une répartition relativement contrôlée de l'eau dans le champ. Cette configuration ne nécessite que peu d'entretien dans la mesure où les panneaux et la pompe sont fixes.

DONNEES NECESSAIRES

- Résultats de la collecte de données sur site ;
- résultats de l'analyse financière comparative.

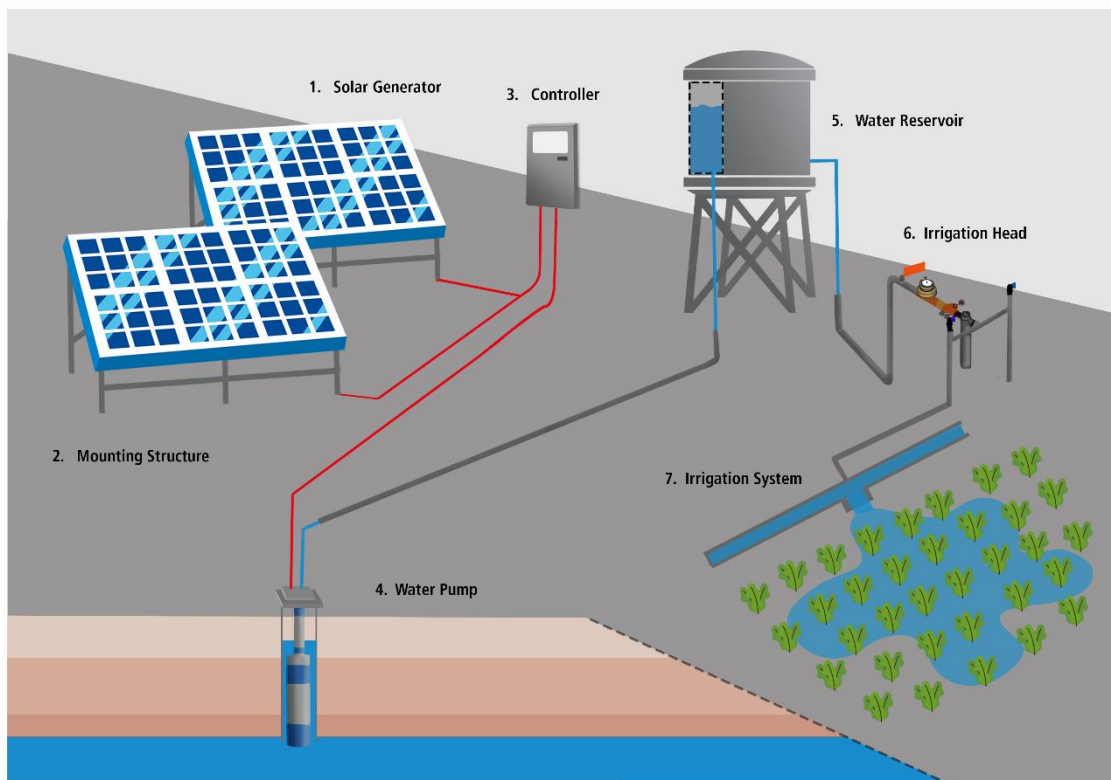
PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs ;
- prestataires de services agricoles ;

- prestataires de technologies/intégrateurs de systèmes.

POINTS IMPORTANTS

- Le pompage photovoltaïque fonctionne de manière optimale avec des systèmes d'irrigation goutte à goutte à basse pression.
- La connexion directe entre la pompe solaire et le système d'irrigation entraîne une charge hydraulique dynamique qui varie, ce qui rend la planification plus complexe.
- Les charges hydrauliques variables peuvent être atténuées (a) à l'aide de vannes automatiques, (b) en adaptant la taille des champs à irriguer et (c) par le suivi solaire.
- L'association d'un pompage photovoltaïque à des méthodes d'irrigation de surface traditionnelles n'est généralement pas viable en termes financiers.



Configuration d'un SPIS avec panneaux solaires fixes, pompe immergée, réservoir et irrigation de surface
(Source : GFA)

5. ESTIMER LA TAILLE ET LES COÛTS DU SYSTEME

Il est indispensable de bien dimensionner les éléments d'un SPIS : un SPIS dont la capacité est insuffisante ne répondra pas aux besoins de l'exploitant et un système surdimensionné occasionnera des coûts en capital et d'exploitation superflus. Ne pas veiller à l'approvisionnement durable des sources peut entraîner des pénuries d'eau et l'épuisement des ressources hydriques, et par conséquent avoir un impact négatif sur le budget de la ferme et l'environnement. Il est donc très important d'être en contact étroit avec l'exploitant agricole durant la phase de planification et de l'informer des avantages et des limites d'un SPIS.

La taille adéquate du générateur PV peut être déterminée à l'aide des paramètres suivants :

- besoins hydriques journaliers des cultures V_d [m³/jour]
- hauteur de refoulement totale H_T [m]
- rayonnement solaire global journalier moyen G pour le mois de la conception [kWh/m²jour].

Une formule arithmétique simple prenant en compte l'efficacité des différents éléments du système permet d'estimer la puissance de crête solaire nécessaire P_{pic} [Wp]

$$P_{pic} = 8,0 \frac{H_D \times V_d}{G_d}$$

Exemple : on a calculé que les cultures d'un système d'irrigation demandant 30 m³/j d'eau et les observations sur site confirment que l'eau doit être pompée sur une distance de 50 mètres séparant le forage et le réservoir. Le site de la NASA indique que l'ensoleillement total journalier sur le site étudié est de 5 kWh/m²jour.

D'après cette équation, il faut donc un générateur PV de 2 400 Wp.

L'outil **CONCEVOIR – Outil de dimensionnement de la pompe** (feuille de calcul Excel) peut servir à déterminer la puissance approximative du générateur solaire, et peut servir d'indication lors des échanges avec les prestataires de technologie SPIS.

Le coût approximatif du système PV prévu peut se calculer en multipliant le coût moyen du système spécifique au pays concerné [monnaie/kWp] par la puissance calculée du générateur PV (P_{pic}).

La conception finale de la pompe PV et du système d'irrigation doit être confiée à des intégrateurs de système expérimentés qui utilisent des outils de simulation et de dimensionnement de système informatisés comme COMPASS, WinCAPS et PVSYST, HydroCALC, GESTAR (cf. Lectures, liens et outils complémentaires à la fin du module).

Si cette procédure est suivie, les principales étapes analytiques permettant de prendre une décision devraient être complétées. Les aspects techniques, agronomiques et financiers de la configuration potentielle du SPIS (et des alternatives) devraient être disponibles à ce stade.

RESULTAT/PRODUIT

- Puissance nécessaire pour le générateur PV ;
- présélection de l'unité pompe-moteur ;
- caractéristiques de l'unité pompe-moteur ;

- structure du système de distribution d'eau ;
- tracé quotidien de l'ensoleillement et du débit d'eau ;
- estimation du coût du système ;
- paramètres du coût du système ;
- liste de contrôle (check list)/évaluation de la pertinence.

DONNEES NECESSAIRES

- Besoins hydriques journaliers des cultures V_d [m^3 /jour] ;
- hauteur de refoulement totale HT [m] ;
- rayonnement solaire global journalier moyen G pour le mois de la conception [kWh/m^2 jour] ;
- coût de la pompe PV spécifique au pays [monnaie/kWp].

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Prestataires de services agricoles ;
- intégrateurs de systèmes expérimentés.

POINTS IMPORTANTS

- Il n'existe pas actuellement de logiciel commercial intégrant la conception de la pompe PV et le système d'irrigation.
- Les SPIS doivent généralement être surdimensionnés pour faire face à ces pics de demande, ce qui entraîne une utilisation limitée du système.

6. ÉVALUER LA VIABILITE FINANCIERE

Les systèmes d'irrigation à énergie solaire représentent désormais une alternative financièrement viable aux pompes électriques et à moteur diesel pour l'irrigation des cultures. Cela s'explique principalement par le fait que :

- le coût des modules PV a baissé au cours des dernières années ;
- les systèmes PV sont plus fiables et plus économiques ;
- les équipements PV sont plus accessibles dans de nombreuses régions du monde, tout comme l'expertise nécessaire à leur installation et à leur entretien.

Les outils **FINANCER – Outil d'analyse de l'exploitation** et **FINANCER – Outil de calcul de l'amortissement** (dans le module **FINANCER**) ont tous deux été conçus pour faciliter l'estimation de la viabilité financière des SPIS. Alors que le premier permet d'évaluer la rentabilité de l'exploitation agricole, le second compare le potentiel d'amortissement de différentes technologies d'irrigation.

Note : se procurer les estimations de coût de ces outils auprès des prestataires de technologies et de services.

Les principaux indicateurs et bilans financiers suivants permettent d'évaluer la viabilité financière :

Critère d'évaluation	Sert à estimer :
ft – Analyse des flux de trésorerie	... si un projet génère suffisamment de liquidités pour pouvoir tout payer comptant.
PA – Période d'amortissement	... la durée nécessaire pour recouvrer le coût d'un investissement ; calcul très simple.
VAN – Valeur actuelle nette	... si un projet génère suffisamment de revenus (et d'excédents) pour financer le capital engagé et les intérêts sur ce capital.
TRI – Taux de rentabilité interne	... le taux de profit estimé généré par le projet/l'investissement au cours de sa durée.
Coût total du cycle de vie	... les écarts de coût entre les différents projets sur le cycle de vie entier de chacun d'entre eux.

Évaluer la viabilité financière d'un SPIS est une procédure complexe qui doit être accompagnée par des experts financiers. Ce module ne donne qu'un aperçu des principales données nécessaires. Il est à noter que l'ensemble des calculs :

- doit être basé sur des prix qui peuvent être calculés, mais aussi sur des estimations et des hypothèses ;

- doit tenir compte de la situation actuelle et envisager des scénarios futurs ;
- doit comparer des systèmes de pompage alternatifs (électrique, diesel).

L'analyse financière repose sur trois données principales :

1. Les recettes

- a. directes : vente de biens/services ;

- b. indirectes : dépenses évitées (par ex. consommation de nourriture produite ou coûts énergétiques).

2. Les dépenses en capital (CAPEX) : investissements uniques à long terme dans des éléments non consommables, par exemple :

- a. coûts du système de pompage solaire, du réservoir, du système d'irrigation ;
- b. (coût de renoncement) main d'œuvre pour la construction et l'installation ;
- c. équipement pour la transformation, le stockage ;
- d. coût de réinvestissement.

3. Dépenses d'exploitation (OPEX) : coûts de fonctionnement et d'entretien courants (fixes et variables) :

- a. semences, engrais, pesticides et autres intrants ;
- b. coût de transformation, dont nettoyage, conditionnement et contrôle qualité ;
- c. coût de l'entretien, du transport et de la publicité ;
- d. coût de la main d'œuvre, dont coût de renoncement pour le travail des producteurs ;
- e. amortissement, éventuellement coût du crédit à rembourser.

RESULTAT/PRODUIT

- Projections des flux de trésorerie ;
- période d'amortissement (PA) ;
- valeur actuelle nette (VAN) ;
- taux de rendement interne (IRR) ;
- coût total du cycle de vie de l'investissement SPIS.

DONNEES NECESSAIRES

Rechercher, collecter, analyser, recouper :

- durée de vie opérationnelle du projet/SPIS ;
- dépenses en capital/investissement initial (par ex. pour financer les éléments du système) pour le solaire et d'autres options ;
- recettes des ventes (prix du marché) ;
- coût d'exploitation et d'entretien (prix) ;
- variables macroéconomiques (inflation, taux d'intérêt, etc.) ;
- politiques fiscales (impôt sur les sociétés, dynamique de la TVA, etc.).

Calculer, préparer :

- coût de l'unité d'eau ;
- recettes et dépenses d'exploitation (OPEX) annuelles et marge de production brute annuelle (actuelle et future + autres options énergétiques) ;
- dépenses en capital (CAPEX), c.-à-d. montant total/annuel destiné à financer des investissements dans les SPIS (et d'autres systèmes)?

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Prestataires de services agricoles ;
- prestataires de services financiers.
- organismes publics promouvant ou/et subventionnant des initiatives relatives aux SPIS ;
- exploitants agricoles, associations de producteurs/créanciers potentiels ;
- analystes de marché/consultants.

POINTS IMPORTANTS

La comparaison de systèmes photovoltaïques à des systèmes de pompage électrique ou à moteur diesel permet d'établir les constats suivants :

- CAPEX : le capital initial nécessaire pour un système à moteur diesel est moins élevé que celui de solutions photovoltaïques ; toutefois, les coûts de remplacement d'équipement sont plus fréquents pour les systèmes à moteur diesel.
- OPEX + liquidités :
 - les systèmes électriques et à moteur diesel occasionnent des dépenses d'exploitation régulières plus élevées (coût du carburant + prix du transport/de l'énergie + raccordement au réseau);
 - l'entretien d'un système PV est peu coûteux (cf. le module **ENTRETENIR**) ;
 - en raison de l'investissement initial élevé que demandent les systèmes photovoltaïques, leurs frais de financement réguliers risquent de dépasser (échéances du prêt à rembourser et paiements d'intérêts) ceux des systèmes à moteur diesel.

Ces facteurs ayant une influence sur la viabilité financière des différentes options, il convient d'élaborer plusieurs scénarios avant de prendre une décision.

7. PRESELECTIONNER LES FOURNISSEURS POTENTIELS

Maintenant qu'une conception technique chiffrée est disponible, il est temps de comparer les offres et de choisir un fournisseur.

Présélection des fournisseurs : le marché des SPIS continue à se développer. Les pompes solaires ne font donc généralement pas partie de la gamme de produits offerts par les prestataires de services agricoles traditionnels. Les fabricants de pompes photovoltaïques font souvent appel à des distributeurs PV spécialisés et à des intégrateurs de système pour commercialiser leurs produits. Plusieurs aspects sont à prendre en compte au moment de la sélection de fournisseurs/d'intégrateurs de système potentiels :

- vérifier si le prestataire de services offre des équipements ayant une notoriété dans sa gamme de produits;
- s'assurer de l'expérience à long terme des prestataires dans le domaine des pompes à eau solaires ;
- vérifier s'il existe un réseau de distribution régional et si la fourniture de pièces de rechange est assurée ;
- vérifier s'il existe un service après-vente.

Les solutions globales, qui incluent la pompe photovoltaïque **et** le système de distribution d'eau, sont rares sur le marché, bien qu'une configuration de système intégrée soit utile pour améliorer l'efficacité et la fiabilité générales d'un SPIS. Les fournisseurs qui offrent des solutions clé en main doivent être privilégiés s'ils sont en mesure d'adapter tous les éléments du système aux conditions du site et aux besoins du producteur.

Critères de qualité et de sécurité : pour garantir le fonctionnement et la pérennité du SPIS, l'ensemble des éléments du système doit répondre à des normes de sécurité et de qualité minimales. Les devis sollicités et les appels d'offre doivent mentionner clairement que seuls les produits de qualité conformes aux normes internationales (par ex. CEI, ISO) seront acceptés. L'intégrateur de système doit fournir les certificats constructeurs correspondants pour confirmer la qualité du système. Un devis doit aussi inclure la garantie du service après-vente du prestataire ainsi que le détail et le coût de ses services.

Il convient également de vérifier si le prestataire de services possède une succursale/représentation locale dans la région de l'exploitation agricole. Cela permet d'obtenir une réaction rapide en cas de demande d'entretien et de réparation, y compris la fourniture de pièces de rechange. En cas de panne du système d'irrigation, les cultures peuvent subir des dégâts si le temps de réaction est trop long.

Données de conception et calendrier : un ensemble complet de données de conception de qualité doit être joint lors d'une demande de devis. L'exactitude des données de dimensionnement spécifiques au site (Vd, Ht, G) doit être garantie. Une date limite de soumission des devis/offres doit être fixée, avec un temps de préparation suffisant (par ex. 4 semaines).

RESULTAT/PRODUIT

- Demande de devis ;
- si un appel d'offres est préféré à un simple accord revendeur/acheteur : dossier d'appel d'offres, comprenant une description détaillée des exigences du système ;

- coût du système et service après-vente compris dans le devis/l'offre.

DONNEES NECESSAIRES

- Résultats de la collecte de données sur site ;
- informations sur le portefeuille de produits ;
- expérience des fournisseurs/détaillants potentiels.

POINTS IMPORTANTS

- Il n'existe généralement pas de conception intégrée de SPIS avec système de pompage et d'irrigation – les éléments du système doivent être coordonnés afin d'obtenir le meilleur résultat.
- Les éléments d'un système vendus sur le marché présentent tous de grandes différences de qualité.

8. ÉVALUER LES DEVIS ET LA QUALITE

À la date de soumission, les devis/offres des différents fournisseurs doivent être ouverts et évalués en fonction des aspects techniques et financiers. Il convient de prendre en compte les facteurs suivants :

- pour la comparaison et l'évaluation des différents devis/offres, il est recommandé de préparer une feuille de calcul Excel reprenant les caractéristiques et les prix des différents éléments et services du système ;
- la définition des critères d'évaluation et la pondération des aspects techniques et financiers facilitent l'évaluation.

Les aspects suivants permettent d'évaluer la qualité des éléments du système proposé :

Période de garantie

Il est important d'évaluer la période de garantie, souvent limitée à cinq ans. Les différents éléments du système, comme les panneaux solaires, sont généralement garantis dix ans et assortis d'une garantie linéaire de rendement qui garantit au moins 80 % de la production d'énergie au bout de la vingt-cinquième année.

Générateur solaire/qualité des panneaux solaires

Installés dans des conditions environnementales difficiles, les panneaux solaires sont constamment exposés à des températures élevées et au rayonnement ultraviolet, à la poussière, à l'humidité et aux précipitations. Les matériaux d'enrobage et les connexions électriques sont particulièrement sollicités. Les produits proposés doivent donc être impérativement de qualité et conformes aux normes de la Commission électrotechnique internationale (CEI).

Câblage

Les fils et câbles utilisés pour l'installation électrique d'un système photovoltaïque doivent être adaptés à cette utilisation. Pour les raccordements CC, les câbles à fil simple avec double-isolation constituent une solution pratique et fiable. Ils doivent être résistants aux UV et aux intempéries et supporter une large amplitude de températures.

Armoire de raccordement photovoltaïque

L'armoire de raccordement doit entrer dans la catégorie de protection II et prévoir une séparation claire entre les pôles positifs et négatifs. Installée à l'extérieur, elle doit être protégée selon un indice de protection IP54 au minimum.

Remarque : la catégorie de protection de la norme EN60529 est indiquée par des symboles constitués des deux lettres IP et d'un code numérique qui spécifie le degré de protection. Le premier chiffre du code correspond à la protection limitée contre les poussières (pas de dépôts dangereux). Le second chiffre du code correspond à la protection contre les projections d'eau de toutes les directions.

Structures de montage

Dans la plupart des systèmes d'irrigation à énergie solaire, les panneaux photovoltaïques sont installés en plein air et doivent donc avoir une structure solide résistant aux intempéries. Les systèmes de montage/structures de pose, de qualité sont constitués d'aluminium ou d'acier galvanisé. Les panneaux photovoltaïques et les profilés doivent être montés à l'aide de supports, de vis, de rondelles et d'écrous spéciaux (ce qui contribue aussi à limiter le risque de vol, qui doit faire partie des critères d'évaluation). Pour éviter la corrosion galvanique, il est important de choisir des matériaux présentant un potentiel de corrosion similaire ou de rompre la connexion électrique en isolant les deux métaux.

Contrôleur/onduleur de pompe

Les contrôleurs modernes doivent intégrer une électronique de puissance à haut rendement et un système MPPT (suivi du point maximal de puissance) pour exploiter au mieux l'énergie fournie par le générateur photovoltaïque. D'autres éléments peuvent contribuer à renforcer la fiabilité du système : protection contre les surtensions et les sous-tensions et protection contre les inversions de polarité, les surcharges et les surchauffes.

Motopompe

Les pompes à eau à énergie solaire doivent être construites en acier inoxydable non corrosif. Les moteurs CC sont souvent préférés par les fabricants de pompes solaires car ils ont généralement une meilleure efficacité générale que les moteurs CA de taille similaire. Certaines pompes solaires sont encore équipées de moteurs CC à balais relativement bon marchés. Le principal inconvénient de ce type de moteurs est que les balais sont sujets à l'usure et doivent être régulièrement remplacés (tous les deux ans environ). En termes de fiabilité du système, **l'utilisation de moteurs CC à balais n'est donc pas recommandée** dans la mesure où il est difficile d'assurer un entretien régulier dans les zones reculées des pays en développement.

Système de distribution d'eau

Les technologies d'irrigation économes en eau, qui fonctionnent avec des pressions relativement basses, sont les mieux indiquées pour les pompes photovoltaïques. Pour évaluer la compatibilité des systèmes de distribution, il est important de connaître les caractéristiques hydrauliques. Ces détails doivent être transmis par le fournisseur/l'intégrateur de système. Les données sur les performances obtenues lorsque la pression est basse (par ex. tôt le matin ou tard le soir) et sur l'uniformité de la distribution d'eau dans un champ sont particulièrement pertinentes.

Après une première évaluation technique

- Les résultats doivent être examinés avec l'aide d'autres experts techniques (conseillers agricoles, instituts de recherche, etc.).
- Il faut comparer les prix offerts par les fournisseurs et les services qui offrent des produits similaires.
- Les fournisseurs qui proposent les devis/offres les plus intéressants doivent être invités à présenter leur dossier en vue d'entamer des négociations.

RESULTAT/PRODUIT

- Comparaison structurée des devis/offres retenus ;
- classement des devis/offres ;
- invitation des fournisseurs/intégrateurs de systèmes potentiels à faire une présentation et à négocier.

DONNEES NECESSAIRES

- Devis/offres avec données techniques et financières ;
- liste de prix unitaires ;
- certificats de qualité et de sécurité ;
- fiches techniques des éléments du système ;
- caractéristiques hydrauliques du système d'irrigation ;
- informations sur la garantie et le service après-vente.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs ;
- prestataires de services agricoles ;
- fournisseurs/intégrateurs de systèmes.

POINTS IMPORTANTS

- En règle générale, toujours privilégier les systèmes de qualité qui présentent un bon rapport qualité-prix.
- Ne jamais chercher à réduire les coûts en faisant un compromis sur la qualité ou en renonçant à des services.
- Bien que ce ne soit pas très courant, il est recommandé de conclure un contrat d'entretien entre le producteur et le prestataire de services.
- Une intégration du système sous la forme d'une solution clé-en-main est préférable, quoique très difficile à trouver.

9. FOURNISSEUR – ETABLISSEMENT DE CONTRAT

L'étape finale consiste à sélectionner le meilleur fournisseur de système en se basant sur le rapport qualité-prix. Lors de la rencontre entre le producteur, le prestataire de services agricoles et les candidats retenus, les thèmes suivants seront abordés :

- présentation détaillée de l'offre et du SPIS faite par le prestataire ;
- explication de la procédure de conception et des outils à utiliser (par ex. dimensionnement informatisé) ;
- certificats de qualité et de sécurité du produit ;
- garantie, service après-vente et fourniture de pièces détachées (par ex. contrat d'entretien) ;
- négociation finale du prix, le cas échéant ;
- calendrier de mise en œuvre ;
- détails du contrat et conditions de paiement.

Le contrat ne doit être conclu que lorsque toutes les questions ont été résolues.

Lors des **négociations** avec le fournisseur, il est important :

- de définir vos objectifs ;
- d'identifier les points de négociation ;
- de rechercher des solutions avantageuses pour tous ;
- de faire des propositions réalistes ;
- d'écarter les malentendus ;
- de faire une synthèse finale.

RESULTAT/PRODUIT

- Fournisseur de produits de la meilleure qualité, qui offre le meilleur rapport qualité-prix ;
- contrat de fourniture, service après-vente compris.

DONNEES NECESSAIRES

- Devis/offres avec données techniques et financières ;
- liste des candidats retenus ;
- comparaison structurée des offres retenues ;
- clarification de toutes les questions au cours de la négociation.

PERSONNES/PARTIES PRENANTES

- Producteurs ;
- prestataires de services agricoles ;
- fournisseurs/intégrateurs de système.

POINTS IMPORTANTS

- Les devis/offres s'écartent souvent des spécifications techniques.
- Il existe des différences importantes entre les soumissionnaires en termes de services et de garantie.
- Le calendrier de mise en œuvre doit être ferme et approuvé de tous.
- Négocier avec le fournisseur.

LECTURES, LIENS ET OUTILS COMPLÉMENTAIRES

Liens

Alfredson, T. & Cungu', A. (2008) : Negotiation Theory and Practice. A Review of the Literature (« Théorie et pratique de la négociation. Examen de la documentation »). FAO. Extrait de http://www.fao.org/docs/up/easypol/550/4-5_negotiation_background_paper_179en.pdf

Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) : Land & Water (« Terres & Eaux »). Extrait de <http://www.fao.org/land-water/fr/>

GRUNDFOS. Extrait de <http://de.grundfos.com/>

L'outil de dimensionnement de Grundfos s'appelle WebCAPS et peut être consulté sur le site : <http://net.grundfos.com/ApplyWebCAPS>. Il fonctionne uniquement pour les pompes immergées, gamme SQF, bien que le site permette de sélectionner des pompes de surface.

Irrigation Association (2017) : Glossaire de l'irrigation. Extrait de <http://www.irrigation.org/IAGlossary>

LORENTZ : pompes solaires submersibles. Extrait de <https://www.lorenz.de/fr/produits-et-technologie/types-de-pompes/pompes-solaires-submersibles>

NASA (2016) : Surface meteorology and Solar Energy (« Météorologie de surface et énergie solaire »). Avec la coopération de l'Atmospheric Science Data Centre. Extrait de <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>

Outils SPIS

CONCEVOIR – Outil de collecte des données du site

CONCEVOIR – Outil de dimensionnement de la pompe

CONCEVOIR – Outil de sélection du contrôle de pertinence de la pompe

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

PRÉSERVER L'EAU – Outil sur les besoins en eau

IRRIGUER – Outil « sol »

FINANCER – Outil de calcul de l'amortissement

FINANCER – Outil d'analyse de l'exploitation

GLOSSAIRE

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].
Rabattement	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]
Irrigation goutte à goutte	Abaissement du niveau d'eau résultant du pompage.
Émetteur	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.
Évaporation	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 ».
Évapotranspiration (ET)	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.
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) Pompe immergée : combinaison moteur/pompe conçue pour être installée entièrement sous la surface de l'eau.

	Pompe de surface : pompe non immergée et placée jusqu'à environ 7 mètres maximum au-dessus de la surface de l'eau.
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	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 : 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 ; l'irrigation en bassin : l'eau est amenée sur une surface entièrement plane entourée de digues et 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.
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].