

Sénégal : Les énergies renouvelables dans les chaînes de valeur agricoles

*Modèle d'analyse de rentabilité :
Pompage d'eau à l'énergie
solaire photovoltaïque pour un
programme d'irrigation à grande
échelle répondant à une forte
demande d'eau*



INTRODUCTION

Ce Modèle d'analyse de rentabilité étudie la viabilité d'un investissement au Sénégal dans un système de pompage d'eau d'irrigation fonctionnant à l'énergie solaire photovoltaïque (PV), par comparaison à des systèmes fonctionnant au diesel ou à l'électricité du réseau. La modélisation porte sur des systèmes de pompage d'eau fonctionnant au diesel, à l'électricité du réseau et au PV pour des parcelles cultivées de grande superficie¹ : 50 et 250 hectares (ha).

La parcelle de 50 ha est modélisée sous la forme d'un système d'irrigation mutualisé, où le panneau solaire et la pompe sont partagés. Il intègre 60 cultivateurs travaillant chacun des parcelles d'une superficie de moins d'un hectare, soit la taille de parcelle la plus répandue dans le pays, où 90 % des cultivateurs travaillent moins de 5 ha de terre². L'exploitation de 250 ha correspond à une grande entreprise agroalimentaire, secteur en pleine croissance au Sénégal répondant à la priorité désignée par le gouvernement de promouvoir un secteur agricole moderne et diversifié, afin d'augmenter les exportations et les revenus commerciaux.

1) Un second Modèle d'analyse de rentabilité étudie la faisabilité des pompes solaires pour les systèmes d'irrigation de petites surfaces cultivées : 0,1, 1 et 5 ha ; consultable sur www.get-invest.eu

2) Recherche du Centre de politique et d'économie de l'environnement de l'Afrique (CEEPA)

GET.invest bénéficie du soutien de



Pour les deux tailles d'exploitation, nous avons modélisé des cultures grandes consommatrices d'eau comme le riz paddy, la banane et la canne à sucre.

Au niveau mondial, le marché de l'irrigation fonctionnant à l'énergie solaire présente un potentiel de croissance significatif. Une étude publiée récemment prédisait une augmentation globale du nombre d'unités installées de quelque 120 000 en 2014 à près d'1,5 million en 2022³. Pour le Sénégal, le Guide du développeur GET.invest qui accompagne cette étude estime le marché potentiel à plus de⁴ 55 millions EUR, eu égard à l'expansion considérable des superficies irriguées.

On estime à 497 500 ha la superficie du Sénégal présentant un potentiel relativement prometteur pour l'irrigation. Ces zones sont concentrées autour du fleuve Sénégal au nord, sur la région des Niayes à l'ouest et sur le bassin arachidier au centre. La superficie irriguée totale a récemment été estimée à 95 400 ha dont 26 000 ha pour les cultures maraîchères et 69 400 ha pour les cultures céréalières (surtout le riz).

Les systèmes d'irrigation de taille moyenne couvrant des superficies de quelques hectares à plusieurs dizaines d'hectares utilisent souvent des systèmes fonctionnant au combustible diesel. Il peut s'agir de fermes privées, d'entreprises ou d'exploitations organisées en groupes ou associations (systèmes d'irrigation groupée de taille moyenne). On retrouve la plupart de ces systèmes sur les rives et la vallée du fleuve Sénégal et dans la région de culture de la banane, dans les vallées du fleuve Gambie. L'eau est généralement pompée dans les réservoirs d'eau superficielle.

Les grands systèmes d'irrigation au Sénégal, de quelques centaines d'hectares à plusieurs milliers d'hectares, sont généralement mis en place et financés par l'État, les bénéficiaires acquittant une redevance d'utilisation de l'eau. Sur la durée, la gestion de certains systèmes est transférée à l'agriculteur et aux associations de villages. Dans ce cas, l'eau est généralement pompée au moyen de pompes électriques ou diesel de forte capacité (plus de 50 kW) avant d'être transportée par gravité dans les canaux d'irrigation. Cette catégorie comprend par exemple les grandes exploitations horticoles (150 à 350 ha), les

producteurs privés de riz (dont une de 7 000 ha) et l'industrie du sucre.

Même lorsque les exploitations et systèmes d'irrigation de taille moyenne et grande disposent d'un accès au réseau électrique, le combustible diesel représente toujours près d'un tiers des besoins en énergie du pompage, en raison des pannes fréquentes qui rendent le réseau indisponible.

Dans ce contexte, l'abondance de la ressource en énergie solaire au Sénégal, combinée à la baisse progressive de tarif des panneaux PV et à l'émergence de nouveaux systèmes de financement peut créer des conditions favorables à l'irrigation solaire pour certaines grandes exploitations agricoles, pour les systèmes d'irrigation mutualisée et l'agroalimentaire.

PUBLIC CIBLE

- **Les moyennes et grandes exploitations agricoles, les associations d'agriculteurs et les entreprises de l'agroalimentaire** qui envisagent le pompage solaire dans l'objectif de baisser leurs dépenses d'exploitation, entre autres avantages potentiels
- **Les développeurs de projets et les financeurs** susceptibles d'être intéressés par un marché de l'irrigation à l'énergie solaire estimé à plus de 55 millions EUR et souhaitant identifier leur possible clientèle future

PRÉSENTATION DE LA TECHNOLOGIE

L'Annexe A apporte des informations plus détaillées.

3) HYSTRA (2017) Reaching Scale in Access to Energy : Lessons from Practitioners. Disponible sur : www.hystra.com/a2e/ – consulté en janvier 2019

4) Voir le « Guide du développeur » de notre dossier, consultable sur www.get-invest.eu

HYPOTHÈSES ET PRINCIPAUX PARAMÈTRES

Trois solutions de pompage sont modélisées, pour fournir à deux tailles de parcelle (50 ha et 250 ha) avec un volume d'eau d'irrigation compris entre 73 et 84 m³/ha/jour⁵. Ce volume d'eau correspond à des cultures grandes consommatrices d'eau comme le riz paddy, la banane et la canne à sucre.

Pour la parcelle de 50 ha avec 60 agriculteurs, on tient compte de deux saisons de cultures par an, pour un total de 274 jours d'irrigation de mars à novembre. Pour la parcelle de 250 ha exploités par une entreprise agroalimentaire, on tient compte de trois saisons de culture par an, pour un total de 364 jours d'irrigation. Dans les deux cas, les besoins spécifiques d'irrigation sont ajustés pour chaque saison en fonction de la température et de la pluviométrie.⁶

Le Modèle tient compte des informations disponibles publiquement concernant les types de pompes les plus fréquents sur le marché sénégalais, notamment en termes de caractéristiques et de tarifs. Nous avons sélectionné dans les catalogues des fournisseurs des pompes adaptées pour répondre aux besoins estimés de débit et de hauteur dynamique pour chaque profil. Nous tenons compte d'une hauteur de 15 m pour accorder une tolérance aux pertes du système et garantir une pression d'eau suffisante pour alimenter les différentes technologies d'irrigation disponibles (pivot central, pulvérisateur, goutte-à-goutte, ruissellement et tuyaux⁷) et la compatibilité aux systèmes intégrant des réservoirs de stockage d'eau.

Pour assurer la sécurité de l'approvisionnement, la capacité du panneau solaire PV associé est dimensionnée en cohérence avec la pompe. Une pompe a besoin d'une certaine puissance pour produire la pression et le débit souhaités. Le panneau PV doit donc être dimensionné de façon optimale pour fournir la puissance requise. Un système PV de plus forte capacité, bien que plus cher, permettra à la pompe de démarrer plus rapidement et de fonctionner plus longtemps pendant les périodes de faible ensoleillement.

De manière générale, la demande d'eau et la hauteur dynamique requise dépendent fortement des conditions présentes sur le site et des variétés cultivées. Même si toutes les hypothèses formulées reflètent une configuration typique du Sénégal, certains facteurs peuvent varier de façon significative et donc influencer les résultats obtenus et la viabilité financière. Le **Tableau 1** synthétise les principaux paramètres système utilisés.

TABLEAU 1. Principaux paramètres de configuration

VARIABLES D'ENTRÉE	VALEURS	
Taille de parcelle (ha)	50	250
Jours d'irrigation	274	364
Besoin d'irrigation (m ³ /ha/jour)	Maximum — 84 Minimum — 78	
Besoin d'irrigation (m ³ /jour)	Maximum — 4 191 Minimum — 4 009	Maximum — 20 955 Minimum — 19 500
Puissance de la pompe (kW)	47	244
Hauteur dynamique (m)	15	15
Capacité PV (kWp)	59	304

Dépenses d'investissement et d'exploitation

Dans tous les cas étudiés, les dépenses d'investissement couvrent le coût direct de la pompe. Comme le matériel est directement disponible au Sénégal, le calcul ne tient pas compte de droits d'importation. Pour la pompe solaire, le coût du panneau solaire est inclus. Pour les pompes électriques, le coût associé au raccordement au réseau est pris en compte à hauteur de 34 000 EUR⁸ dans les deux cas. On suppose que les trois options présentent des coûts similaires en termes d'installation, de

5) FAO (1986) Gestion des eaux en irrigation : Les besoins en eau d'irrigation. Accessible sur : <https://bit.ly/2TFqvea> – consulté en janvier 2019

6) On a utilisé pour ce Modèle les données climatiques de la région de Dakar, qui fournissent une moyenne représentative du climat du pays.

7) L'Annexe A contient des informations plus détaillées sur les méthodes d'irrigation citées

8) Le coût du raccordement au réseau est obtenu en multipliant la distance moyenne entre les parcelles de culture et le réseau au Sénégal (4,52 km) par un coût moyen au kilomètre (7 669 EUR) pour une ligne d'alimentation de 33 kV

logistique, de transport et de travaux de génie civil. Ces données n'ont donc pas été prises en compte dans la comparaison.⁹

Les dépenses d'exploitation et de maintenance des systèmes d'irrigation solaires sont faibles, et représentent environ 2 % et 2,5 % des dépenses d'investissement pour la pompe et le panneau solaire, respectivement. Les dépenses d'exploitation et de maintenance des pompes diesel sont plus élevées, et représentent environ 10 % des dépenses d'investissement, en plus du coût du combustible estimé à 0,92 EUR/litre. Pour les pompes électriques, l'électricité fournie par le réseau est considérée comme étant une dépense d'exploitation. Les calculs s'appuient sur le tarif « moyenne tension » de la Senelec¹⁰ déterminé par la Commission de régulation du secteur électrique (CRSE), en appliquant pour les deux parcelles une somme mensuelle fixe. D'autres tarifs peuvent s'appliquer si l'électricité est fournie par un autre opérateur que la Senelec.

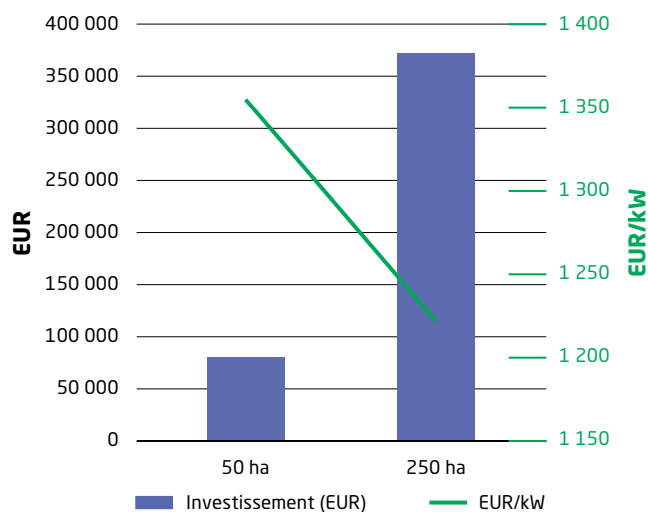
De manière générale, le besoin de remplacement des installations de pompage dépend de la fiabilité du système et de l'environnement opérationnel (par exemple, qualité de l'eau, qualité du diesel, exposition directe au rayonnement solaire, température excessive) et du niveau de maintenance assurée. En nous appuyant sur notre connaissance du secteur et sur nos entretiens avec des fournisseurs de pompes, nous avons estimé la durée de vie des installations à 10 ans pour le projet. Les deux scénarios ne tiennent compte d'aucun coût de remplacement de matériel pendant ces 10 années.

Le **Tableau 2** synthétise les dépenses d'investissement et d'exploitation du système de pompage. Sans surprise, les pompes solaires nécessitent un investissement initial plus élevé mais bénéficient de dépenses d'exploitation moins importantes. La **Figure 1** compare le coût d'investissement total d'une pompe solaire PV et le coût par kW, pour faire apparaître l'impact des économies d'échelle.

TABLEAU 2. Dépenses d'investissement et d'exploitation

VARIABLES D'ENTRÉE		VALEURS	
Taille de parcelle (ha)		50	250
Investissement (EUR)	Diesel	30 000 (500 per farmer)	150 000
	PV	79 289 (1,321 per farmer)	371 776
	Réseau	59 692 (995 per farmer)	159 692
Dép. d'expl. dont combustible (EUR/an)	Diesel	20 034	126 754
	PV	1 732	8 044
	Réseau	10 285	59 653

FIGURE 1. Coût de la pompe solaire PV (pompe et panneau PV)



Scénarios de financement¹¹

Ce Modèle d'analyse de rentabilité n'intègre aucune subvention ou financement concessionnel. Nous vous invitons à consulter les

9) Même s'il existe certains écarts de coûts, nous avons retenu cette approche par souci de simplification. Ce Modèle d'analyse de rentabilité permet de comparer directement le coût des différentes solutions de pompage (solaire, diesel, réseau électrique) pour les besoins de l'irrigation au Sénégal.

10) La Senelec est la Société nationale d'électricité du Sénégal. Voir le Guide du développeur, consultable sur www.get-invest.eu, qui apporte des informations complémentaires sur les tarifs de la Senelec

11) Voir le « Guide du développeur », consultable sur www.get-invest.eu pour de plus amples informations sur les différentes options de financement

Études de cas du dossier, qui présentent un scénario de financement concessionnel. Le **Tableau 3** synthétise les hypothèses de financement utilisées pour notre étude :

TABLEAU 3. Hypothèses de financement

VARIABLES D'ENTRÉE		VALEURS	
Taille de parcelle (ha)		50	250
Ratio endettement/ fonds propres	%	50/50	70/30
Coût moyen pondéré du capital (CMPC), avant impôts, réel	%	15	14
Taux d'intérêt, réel ¹²	%	12,5	12,5
Taux attendu de ren- tabilité des capitaux propres, réel	%	17,5	17,5
Période de grâce du prêt	années	2	2
Durée de rembourse- ment du prêt	années	5	7

ANALYSE FINANCIÈRE

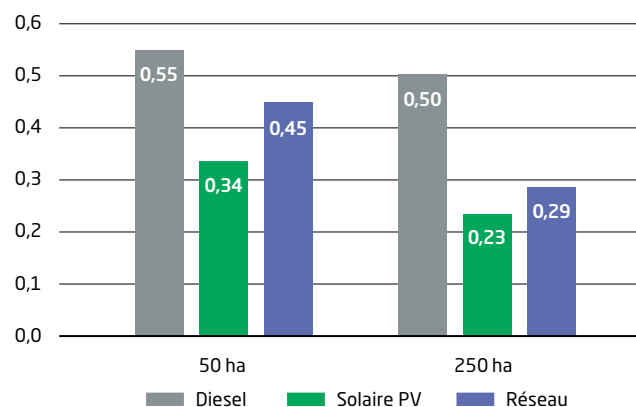
Coût normalisé de l'énergie (LCOE, levelised cost of electricity¹³ et valeur actualisée nette (VAN)¹⁴ des économies de coûts

La **Figure 2** synthétise les résultats des calculs de LCOE en prenant pour taux d'actualisation le coût moyen du capital pondéré réel avant impôts. Le **Tableau 4** synthétise la VAN des économies résultant de l'utilisation du solaire PV par rapport à l'utilisation de pompes fonctionnant au diesel et à l'électricité du réseau.

Sur le plan du LCOE, il apparaît clairement qu'investir dans une pompe PV est une meilleure solution pour les scénarios d'irrigation des parcelles de 50 ha et 250 ha par rapport à l'utilisation de pompes fonctionnant au diesel et à l'électricité du réseau. Dans chaque cas, la VAN est positive au taux d'actualisation retenue, sauf pour la pompe raccordée au réseau d'électricité sur la parcelle de 250 ha, où la VAN des économies résultant de l'utilisation d'une pompe solaire PV est négative. Ce résultat s'explique par le coût initial plus élevé de la pompe solaire, qui entraîne un remboursement d'emprunt plus élevé, mais également par les tarifs de revente de l'électricité en vigueur à la date de rédaction de cette étude. En réalité, l'attractivité du pompage solaire PV dépend des conditions spécifiques de chaque exploitation. Il est donc important de prendre en compte les variables présentées plus en détail dans la suite de ce document.

Il est important de noter que si l'on intègre la qualité du service de fourniture d'électricité et les pannes du réseau, il faut prévoir un équipement de secours pour la production d'électricité, ce qui peut faire pencher davantage encore la balance des coûts en faveur du pompage solaire PV (pour plus d'informations, se reporter à la section consacrée à l'analyse de sensibilité).

FIGURE 2. LCOE (EUR/kWh) des différentes pompes pour les deux superficies



12) Sur la base des taux nominaux moyens des banques commerciales

13) Le LCOE sert ici d'indicateur de comparaison du coût de l'électricité dans les différents scénarios. Le LCOE est le rapport entre le total des coûts sur la durée de vie et la production d'électricité sur la durée de vie du projet, les deux grandeurs étant actualisées à une année commune en appliquant un taux d'actualisation adapté

14) La VAN correspond à la différence entre la valeur actualisée des flux de trésorerie futurs du projet et l'investissement initial. La valeur actualisée est la valeur courante d'une future somme d'argent ou d'un flux de trésorerie futur, en appliquant un taux d'actualisation théorique représentant le risque d'investissement

TABLEAU 4. VAN des économies résultant de l'utilisation du solaire PV contre diesel et électricité

		PARCELLE 50 HA	PARCELLE 250 HA
VAN des économies résultant de l'utilisation du solaire PV contre : (EUR)	Pompe diesel	18 485	225 018
	Pompe raccordée au réseau d'électricité	11 628	- 3 668

Analyse d'équilibre budgétaire

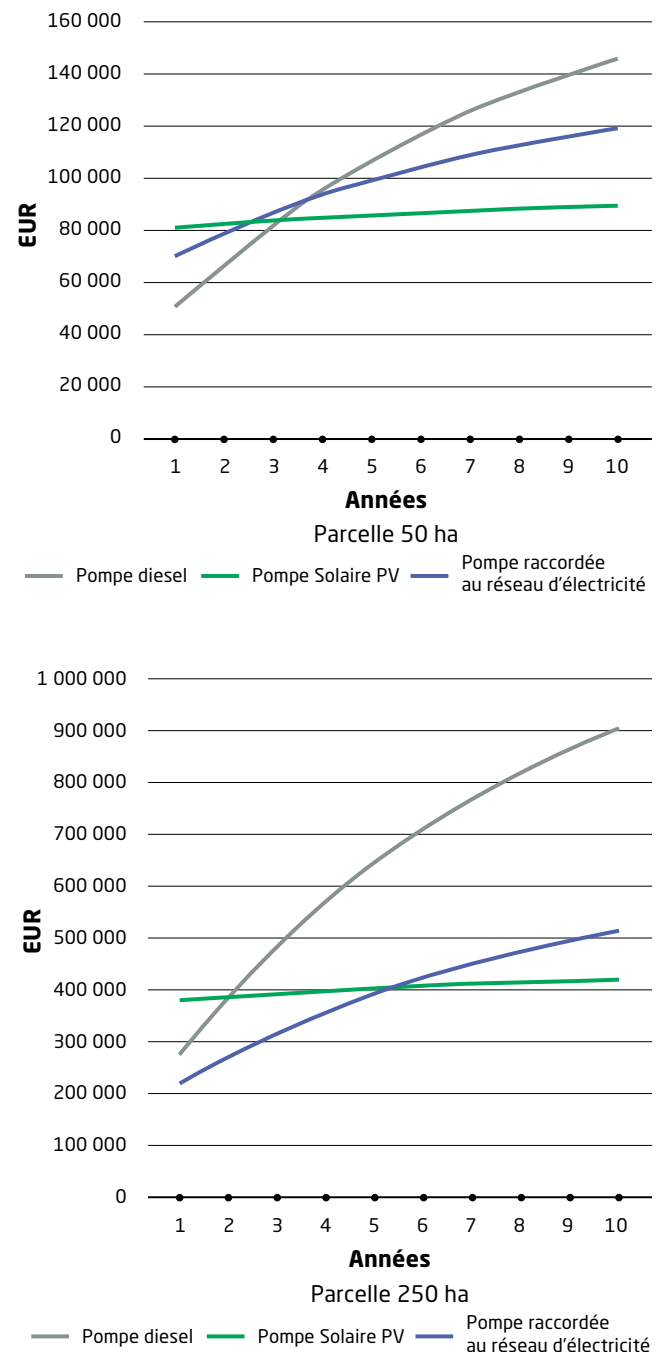
The break-even analysis of the cumulative total discounted expenses (CAPEX and OPEX) is presented to illustrate the relative economic feasibility of each scenario.

L'analyse d'équilibre budgétaire du total cumulé des dépenses actualisées (dépenses d'investissement et d'exploitation) est présentée pour illustrer la faisabilité économique relative de chaque scénario.

La **Figure 3** synthétise les résultats. Les pompes PV deviennent manifestement plus intéressantes que les pompes diesel après quatre ans pour la parcelle de 50 ha et après deux ans pour la parcelle de 250 ha. De manière générale, on observe que l'attractivité supérieure des pompes d'irrigation solaire s'explique par le coût élevé du combustible nécessaire pour les pompes diesel.

Par rapport à la solution du raccordement au réseau d'électricité, les pompes PV deviennent plus intéressantes après trois ans pour les installations sur une superficie de 50 ha et après six ans pour une superficie de 250 ha. Pour la pompe fonctionnant à l'électricité, le coût du raccordement représente une part significative de l'investissement de départ. La section consacrée à l'analyse de sensibilité, ci-après, en présente rapidement les raisons.

FIGURE 3. Équilibre budgétaire des différentes solutions de pompage pour les deux scénarios



ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Nous avons réalisé une analyse de sensibilité sur deux variables, afin de tester leur incidence sur la performance économique de l'investissement dans un système de pompage d'eau. Les variables sont :

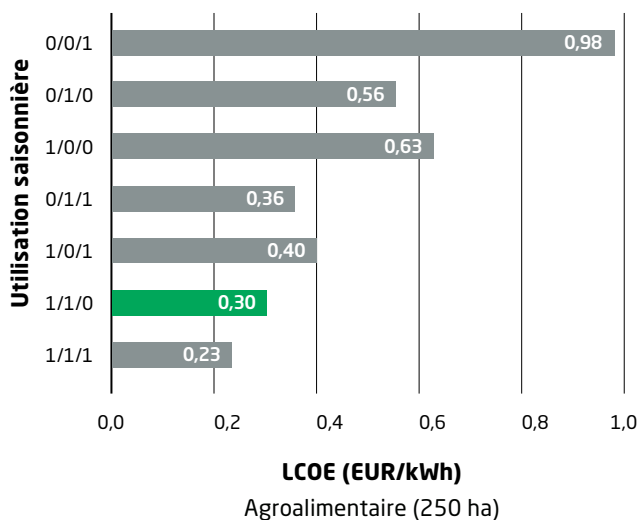
- Le nombre de saisons de culture
- Le prix du module solaire PV

Variable 1 – Effet du nombre de saisons de culture sur le LCOE de la pompe PV

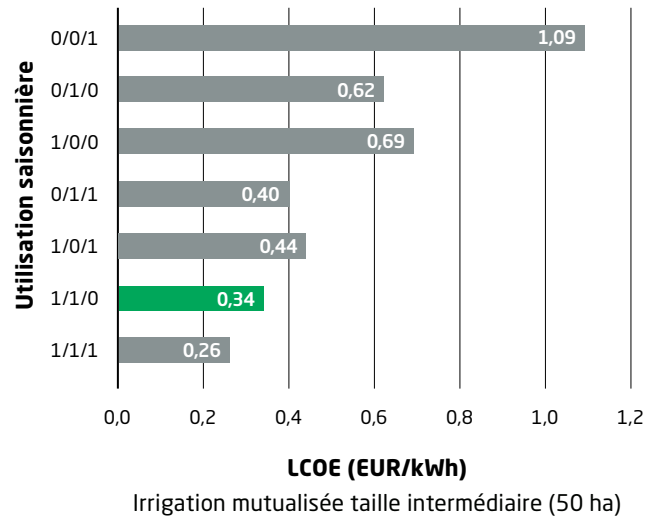
Le nombre de saisons de culture (1 à 3)¹⁵ exerce une influence non négligeable sur la performance économique des pompes d'irrigation solaire. L'utilisation d'électricité et la consommation de combustible diesel augmente avec le nombre de saisons de culture, augmentant ainsi le potentiel d'économie associé aux pompes solaires PV, et vice versa.

La **Figure 4** présente le LCOE d'une pompe d'irrigation solaire pour différents scénarios de saisons de culture. Les derniers chiffres de LCOE rapportés figurent en rouge. Il est clair que le choix du solaire devient moins rentable économiquement à mesure que les périodes de culture raccourcissent.

FIGURE 4. LOCE des pompes PV en fonction du nombre de saisons de culture (Saison 2 / Saison 1 / Saison 3)



15) Les scénarios s'appuient sur une année comportant trois saisons de culture : Saison 1 (sec et chaud, contre saison chaude) de mars à juin, Saison 2 (humide, hivernage) de juillet à novembre et Saison 3 (sec et froid, contre saison froide) de décembre à février.



Variable 2 – Effet du prix des modules PV sur le LCOE des pompes solaires par rapport aux pompes fonctionnant au diesel et à l'électricité

Les coûts associés à l'utilisation d'une pompe solaire sont directement corrélés à l'investissement initial nécessaire à l'acquisition du panneau solaire. Même si la technologie solaire PV devient de moins en moins chère, le prix des panneaux achetés au titre d'un investissement individuel reste une variable critique. Nous avons donc étudié l'effet du prix d'un module PV sur le LCOE d'une pompe solaire dans le cadre d'une analyse de sensibilité. Les résultats sont présentés par comparaison au LCOE fixe d'une pompe diesel ou raccordée au réseau à la **Figure 5**.

On constate que pour les deux parcelles, le prix des modules PV doit augmenter d'au moins 100 % (50 ha) et 50 % (250 ha) pour que le choix du pompage électrique devienne plus intéressant en termes de LCOE pour les hypothèses modélisées.

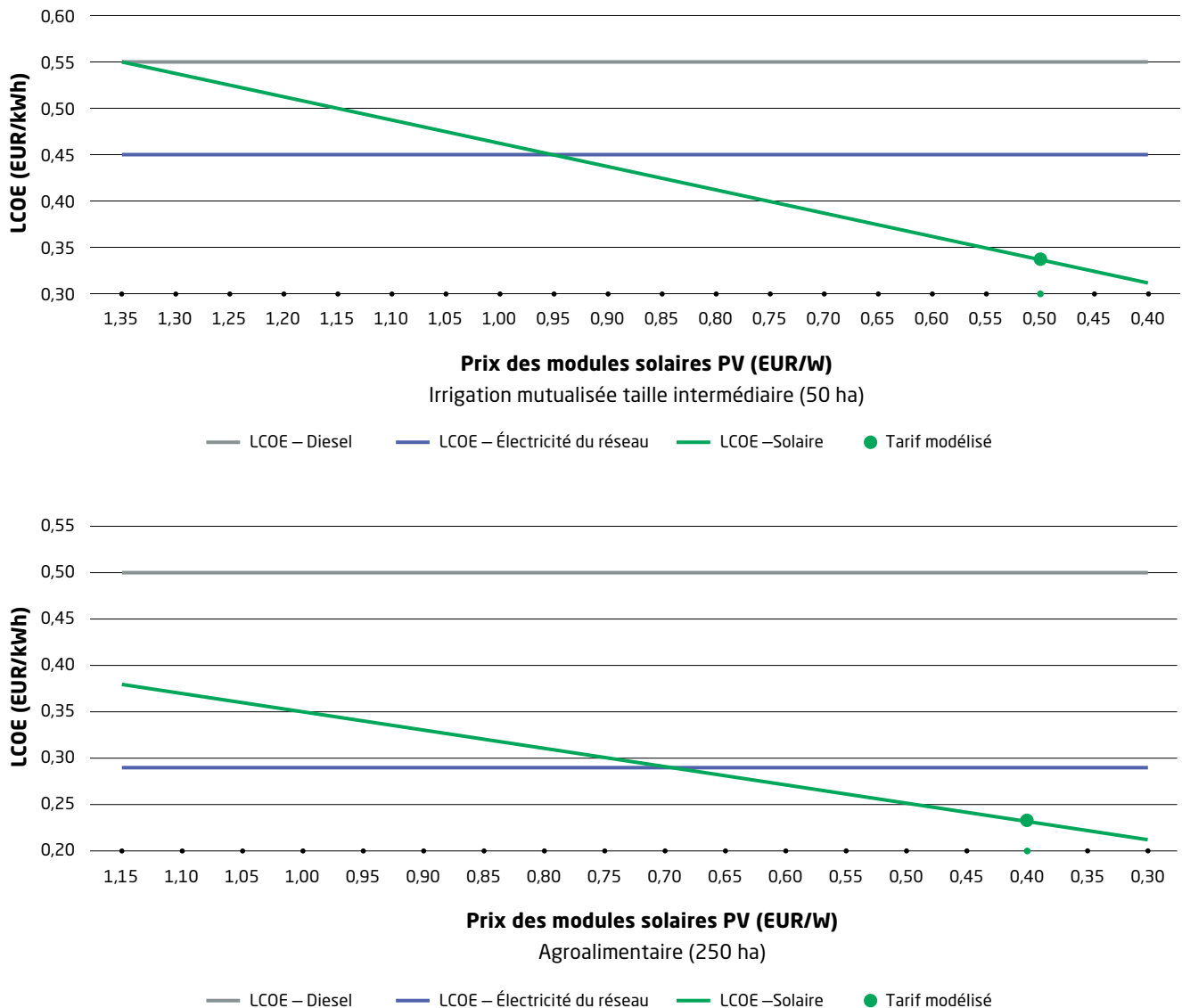
Note à propos des coûts du raccordement au réseau et d'un groupe électrogène diesel de secours

L'écart de LCOE entre la pompe solaire PV et la pompe électrique se resserre si l'on ne tient pas compte du coût d'un nouveau raccordement au réseau d'électricité. Hors coût de raccordement au réseau, le LCOE de la pompe électrique diminuerait à 0,30 EUR/kWh (contre 0,45 EUR/kWh) pour la parcelle de 50 ha, à comparer au coût de 0,34 EUR/kWh pour le solaire. Cette baisse significative s'explique par le coût élevé du raccordement au réseau. Par conséquent, dès lors qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer un nouveau raccordement au réseau ou s'il existe déjà

un raccordement, le choix du solaire devient moins attractif, compte tenu des tarifs de vente d'électricité et des autres hypothèses retenues. De même, pour la parcelle de 250 ha, le LCOE de la pompe raccordée au réseau passe de 0,29 EUR/kWh à 0,26 EUR/kWh contre un LCOE de 0,23 EUR/kWh pour le solaire PV.

Bien souvent, l'exploitant doit intégrer l'impact du coût d'un groupe électrogène diesel de secours pour pallier les pannes du réseau. Si l'on ne tient pas compte du coût d'un nouveau raccordement au réseau mais que l'on retient l'hypothèse de 30 % d'indisponibilité du réseau, le LCOE de la pompe électrique augmente à 0,36 EUR/kWh et 0,33 EUR/kWh respectivement pour les parcelles de 50 ha et 250 ha, ce qui fait pencher la balance en faveur de la solution de pompage solaire PV.

FIGURE 5. Sensibilité du LCOE des pompes solaires PV en fonction du prix des modules PV (EUR/W) par comparaison au LCOE statique des pompes diesel et électriques



À RETENIR

- La décision d'investir dans un système d'irrigation fonctionnant à l'énergie solaire doit être étudiée au cas par cas, en évaluant avec soin les différents facteurs critiques comme la demande d'eau et les contraintes de hauteur dynamique, en fonction de la configuration du site et de la nature des cultures. Il est tout aussi important d'étudier l'impact de l'irrigation sur les rendements futurs, y compris sur la possibilité de réaliser des récoltes supplémentaires, mais également les méthodes de financement de l'investissement initial.
- Le coût initial d'acquisition d'une pompe d'irrigation solaire implique une décision d'investissement importante, même pour les principaux acteurs du secteur émergent de l'agroalimentaire. Pour les deux tailles de parcelle modélisées dans cette étude, la dépense d'investissement, pompe et panneaux solaires inclus, s'élève à environ 79 000 EUR (50 ha) et 372 000 EUR (250 ha).
- L'investissement dans la technologie de pompage solaire PV peut s'avérer rentable pour les deux tailles de parcelle modélisées dans cette étude si on la compare au pompage diesel. Si on la compare à la solution des pompes électriques raccordées au réseau, la VAN des économies réalisées grâce au solaire est légèrement négative pour la superficie de 250 ha.
- L'analyse d'équilibre budgétaire du total cumulé des dépenses actualisées (investissement et exploitation) montre que les pompes PV deviennent intéressantes après quatre ans (50 ha) et après deux ans (250 ha) par rapport au pompage diesel. Les pompes PV atteignent l'équilibre avec les pompes électriques raccordées au réseau dans les trois ans (50 ha) et dans les six ans (250 ha).
- L'analyse de sensibilité démontre que certains paramètres ont un rôle essentiel :
 - a) Le nombre de saisons de culture (1 à 3) peut exercer une influence significative sur la rentabilité économique des pompes d'irrigation solaire. Les pompes PV deviennent plus intéressantes à mesure que le nombre de saisons augmente, et donc le taux d'utilisation. Cette relation s'explique par les besoins en eau, pour lesquels certains paramètres comme la nature des cultures et la situation géographique (pluviométrie et température) sont importants. Ces considérations sont centrales pour les grandes exploitations de l'agroalimentaire, dont on suppose qu'elles sont opérationnelles 364 jours par an ;
 - b) Le prix des panneaux PV pour un projet donné est critique pour déterminer son attractivité financière. Pour que le LCOE d'une pompe électrique soit compétitif par rapport à celui d'une pompe solaire, il faudrait que le prix des modules augmente d'environ 100 % (50 ha) et 50 % (250 ha). Dans les deux cas, mais plus particulièrement dans le dernier cas, il serait essentiel d'en analyser finement les incidences avant de réaliser un investissement ;
 - c) Pour la solution d'une pompe fonctionnant à l'électricité du réseau, le coût du raccordement représente une part significative de l'investissement de départ, soit plus de 50 % de la dépense d'investissement pour une parcelle de 50 ha. Il est important de tenir compte également du coût d'un groupe électrogène diesel de secours pour la pompe électrique. Si l'on écarte le coût du raccordement au réseau, mais en retenant l'hypothèse de 30 % d'indisponibilité du réseau, le solaire PV reste la solution la plus attractive pour les deux scénarios de superficie.

ANNEXE A

Présentation de la technologie

L'irrigation fonctionnant à l'énergie solaire repose sur la technologie PV qui convertit l'énergie solaire en énergie électrique pour alimenter une pompe intégrant un moteur à courant continu (CC) ou alternatif (CA). La technologie ressemble à tout autre système de pompage d'eau traditionnel, hormis le fait que la source de puissance est l'énergie solaire.

Schématiquement, un groupe de pompage d'eau solaire (Figure 6) comporte trois composants principaux : les panneaux PV, la pompe solaire et le régulateur. Certains systèmes comportent également des installations de stockage, reposant sur des méthodes de stockage d'eau physique (par exemple réservoir surélevé) et/ou de stockage d'énergie, c'est-à-dire des batteries. Cependant, comme elles sont relativement chères, les batteries sont plus rarement utilisées pour le stockage d'énergie que les autres solutions, comme les réservoirs surélevés, les petits barrages d'irrigation ou les systèmes de conduites (que l'on utilise pour canaliser l'eau par exemple dans les cultures de riz paddy).

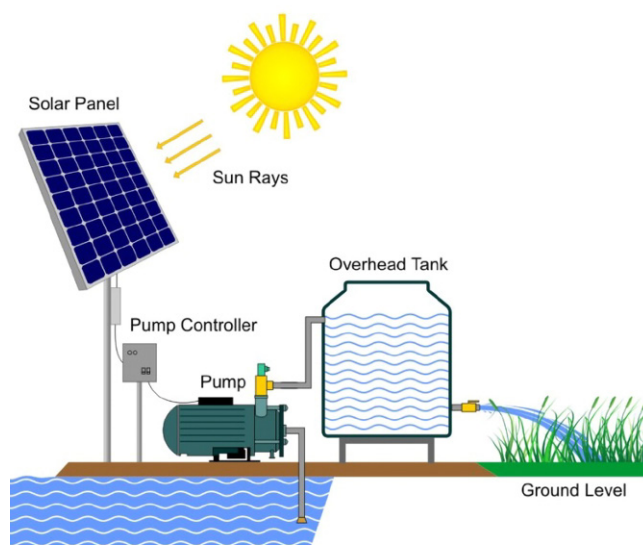
Le système comporte également la structure d'installation, le câblage, les canalisations, le contacteur à flotteur. Pour protéger les équipements critiques (dont la pompe et le panneau de commande) contre le risque de vandalisme et de vol, ces éléments sont souvent logés dans une structure de sécurité fermant à clé.

Il existe trois catégories de pompes à eau solaires, en fonction de l'application : pompe immergée, de surface, flottante. La pompe immergée prélève de l'eau dans les puits profonds, la pompe de surface dans les puits peu profonds, sources, mares, rivières ou réservoirs, et la pompe flottante est utilisée dans les réservoirs pour sa capacité à s'adapter à la hauteur d'eau.

Pour utiliser l'eau pompée dans les moyennes et grandes exploitations du Sénégal, différentes méthodes d'irrigation sont envisageables : pivot central, pulvérisateur, goutte-à-goutte, ruissellement et tuyaux.

L'irrigation permet d'apporter de l'eau aux cultures sur le terrain afin d'augmenter les rendements. À cet égard, l'irrigation au tuyau est inefficace, car seule une petite quantité de l'eau déversée sur le champ est absorbée par les plantes cultivées. Par comparaison, l'irrigation par pulvérisateur est plus efficace, tandis que l'irrigation au goutte-à-goutte est généralement considérée comme étant la plus efficace. Ainsi, en comparant directement les méthodes d'irrigation pour un même résultat, si l'on place l'irrigation au goutte-à-goutte à 100 %, la pulvérisation demanderait 133 % et l'utilisation d'un tuyau 250 %.

FIGURE 6. Représentation schématique d'une pompe de surface PV¹⁶



16) Auteur inconnu, « Système de pompage d'eau solaire ». Sans autorisation. Lien : <https://greenlifesolution.in/solar-photovoltaics/solar-water-pumping-system/> – consulté en avril 2019

À PROPOS DES ÉCLAIRAGES MARCHÉ GET. INVEST

La première série des Éclairages Marché GET.invest est publiée au début de l'année 2019, dédiée à quatre segments du marché des énergies renouvelables dans trois pays différents, à savoir : les applications des énergies renouvelables dans la chaîne de valeur agricole (Sénégal), production de puissance captive pour consommation propre (Ouganda), mini-réseaux (Zambie) et systèmes solaires indépendants (Zambie).

Chaque dossier d'Éclairage Marché comprend **a)** un Guide du développeur, fournissant la méthode, **b)** des Modèles d'analyse de rentabilité et **c)** des Études de cas. Le Guide du développeur permet au lecteur de découvrir le marché et ses acteurs, de comprendre le cadre réglementaire en vigueur. Il pose les jalons, pas à pas, qui permettront de lancer un nouveau projet, ou une nouvelle activité. Le Modèle d'analyse de rentabilité examine les paramètres économiques d'un projet et formule des scénarios d'investissement hypothétiques mais réalistes. Il indique par conséquent les critères d'un projet/d'une activité viable, qui donneront au lecteur les moyens d'identifier les opportunités de projet/d'activité les plus rentables. L'Étude de cas analyse la viabilité de projets/activités opérationnels ou à fort potentiel pour mettre en lumière les enseignements acquis et les tendances du secteur.

Les Éclairages marché GET.invest proposent ainsi la synthèse d'une quantité considérable de données qui pourront soutenir une première prospection de marché et des études de faisabilité préalables. La lecture croisée du guide, des modèles et des études de cas fournira une vue d'ensemble complète de la problématique. Les différents produits peuvent être consultés sur www.get-invest.eu.

À PROPOS DE GET.INVEST

GET.invest est un programme européen qui encourage les investissements dans des projets promouvant les énergies renouvelables et décentralisées. Le programme cible les développeurs d'affaires et de projets du secteur privé, les financeurs et les régulateurs dans l'objectif d'un développement durable des marchés de l'énergie.

Différents services sont proposés, dont l'aide au développement de projets et d'affaires, la mise à disposition d'informations, la mise en relation, l'aide à la mise en œuvre des processus réglementaires. L'offre est proposée au niveau mondial, sur différents segments de marché.

GET.invest bénéficie du soutien de l'Union européenne, de l'Allemagne, de la Suède, des Pays-Bas et de l'Autriche. Il travaille en collaboration étroite avec différentes initiatives et associations professionnelles du secteur de l'énergie.

EXPRIMEZ-VOUS

Nous serons heureux de connaître votre avis sur les Éclairages marché. N'hésitez pas à poser vos questions ou à nous faire part de vos remarques en écrivant à l'adresse info@get-invest.eu.

AVERTISSEMENT

Les informations de ce document proviennent de sources et d'entretiens sélectionnés avec soin. GET.invest ne peut toutefois garantir qu'elles sont complètes et exactes ; GET.invest exclut par conséquent toute mise en cause de sa responsabilité au motif de l'utilisation d'informations inexactes ou incomplètes. Le contenu du présent document ne reflète pas nécessairement les opinions de GET.invest ou des pays mentionnés. GET.invest n'endosse ni ne recommande aucun produit, procédé ou service commercial dont il est fait mention dans ce document. Ce document n'a pas vocation à remplacer une étude de projet ou analyse commerciale spécifique.

CONTACT

GET.invest
E info@get-invest.eu
I www.get-invest.eu

Lieu et date de publication : Bruxelles, juin 2019
Crédits photographiques : © GIZ, sauf indication contraire