



FICHE TECHNIQUE

LES BONNES PRATIQUES
D'AGRICULTURE
INTELLIGENTE
FACE AU CLIMAT
ET D'AGROÉCOLOGIE



L'IRRIGATION PHOTOVOLTAÏQUE

POUR SOUTENIR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE
ÉPROUVÉE PAR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

INTRODUCTION



Cette fiche technique a été réalisée dans le cadre du projet **Global Climate Change Alliance+ (GCCA+)** Afrique de l'Ouest

(financé par l'Union Européenne et mis en œuvre par Expertise France, sous le leadership politique et institutionnel de la CEDEAO, et avec le partenariat technique du CILSS) et notamment de la démarche de capitalisation de 15 projets pilotes d'agriculture intelligente face au climat (AIC) et d'agroécologie (AE) portés par des organisations de la société civile.

La présente fiche est rédigée sur la base du travail réalisé dans le cadre du projet GCCA+ AO par les ONG TENMIYA et PRACTICA. Elle tente de capitaliser les principaux enseignements issus de :

- L'intervention « Projet de solutions solaires innovantes pour la petite irrigation dans la commune de Boghé » (Wilaya du Brakna)¹.
- Les enseignements du projet dont elle s'inspire (Projet « Solutions de pompage solaire pour l'irrigation à des profondeurs intermédiaires pour les petits producteurs de la région des Niayes » au Sénégal.
- Les échanges avec les parties prenantes (Mairie de Boghé, Tenmiya, Practica, bénéficiaires et autres acteurs), et la documentation disponible.

Cette fiche présente non pas une technique spécifique, mais l'approche globale de mise en œuvre d'un « système d'exploitation » dans son ensemble. Dans ces conditions, elle présente les caractéristiques suivantes :

- Sur la base des exemples en Mauritanie et au Sénégal, elle présente un modèle de petits périmètres de sécurité alimentaire, réduits et peu coûteux pour des zones rurales ou périurbaines où les populations souffrent de pauvreté et d'insécurité alimentaire, soumises à un climat difficile et des ressources en eau souterraine limitées (pour les zones éloignées du fleuve Sénégal).
- Puis elle propose des éléments pour guider la mise en place de projets de même type, dans d'autres régions ou pays (un modèle de principe, des concepts technico économiques, une approche pour une étude faisabilité, et des conditions à prendre en compte pour une mise à l'échelle.)

1. voir « Carte d'identité » du projet en Annexe 1

2 // PRINCIPE DE CONCEPTION DU PROJET PPSA

2.1. PROBLÉMATIQUES AGRICOLES DE LA ZONE

La ville de Boghé est une commune de 18 000 habitants, agro-sylvo-pastorale ayant une forte proportion d'éleveurs. La zone périurbaine dispose de terres fertiles et, le long du fleuve Sénégal, d'une ressource en eau abondante. Il n'y a pas encore de tensions dans le domaine foncier, mais on observe un accroissement des superficies cultivées qui justifie la nécessité de mettre en valeur des zones plus éloignées du fleuve non encore exploitables pour préserver l'avenir. L'idée est de privilégier la productivité et d'éviter une exploitation extensive des terres disponibles.

Sur le plan climatique, on distingue trois principales saisons culturelles :

- Hivernage (saison des pluies) : Juillet à octobre ;
- Saison sèche froide : Novembre à février ;
- Saison sèche chaude : Mars à juin.

Au cours de l'année, la température varie généralement de 18 °C à 42 °C et est rarement inférieure à 15 °C ou supérieure à 45 °C. Le total des précipitations est d'environ 300 mm.

La production agricole associe classiquement le maraîchage (irrigué) et les céréales traditionnelles (culture pluviale). Les activités d'élevage jouent partout un rôle important. Les spéculations pratiquées en maraîchage sont variables : oignon, poivron, aubergine, piment, patate douce, menthe, carotte, tomate, navet, chou, salade, bissap, betterave. Les principales spéculations, en termes de superficies cultivées sont : la menthe (36%), l'aubergine (15 %) l'oignon (14 %), le poivron (13 %) et le piment (10%). Les techniques mises en œuvre sont sommaires et

les outillages sont uniquement manuels. Quelle que soit la saison culturale et le type d'opérateur (privé ou coopérative), les productions sont principalement orientées vers la commercialisation (environ 80 % des produits mis sur le marché).

La population exprime le sentiment d'une nette dégradation des conditions climatiques au cours des dernières décennies : réduction quantitative de la pluviométrie, décalage et caractère aléatoire des saisons, accidents climatiques (inondations, tornades, etc.) et de son fort impact négatif sur les habitudes culturelles et les conditions de vie.

2.1.1. Contraintes principales

Accentués par les changements climatiques, un certain nombre de problèmes pèsent sur la mise en place d'actions de développement agricole :

- les difficultés croissantes de maintien des formes traditionnelles d'agriculture (pluviale et contre-saison) du fait de l'évolution défavorable du climat,
- l'évolution socioéconomique de la population (déséquilibre croissant entre urbains et ruraux, part relative des agriculteurs-éleveurs décroissante) ;
- une population de jeunes, diplômés ou non, en recherche d'emploi (caractère saisonnier de l'activité agricole problématique) ;
- l'accroissement du déséquilibre alimentaire local (beaucoup de légumes importés du Maroc) avec une plus grande dépendance vis-à-vis de l'extérieur ;
- des besoins croissants en revenus monétaires (monétarisation, évolution des solidarités familiales, etc.)





Figure 1 : Exemple de disposition

2.1.2. Le projet : Petits périmètres privés pour la sécurité alimentaire

Le modèle d'aménagement mis en œuvre par le projet regroupe un ensemble de techniques complémentaires afin :

- de contribuer à l'amélioration de la résilience des petites exploitations maraîchères face aux risques de changements climatiques, et le renforcement la sécurité alimentaire dans la commune de Boghé (augmentation des disponibilités alimentaires tout au long de l'année (produits frais), génération de nouveaux revenus pour les ménages agricoles)
- de co-construire des solutions d'irrigation solaires résilientes face aux changements climatiques, renforçant les capacités des acteurs locaux à proposer des services et des solutions d'irrigation innovantes appropriées au contexte local et ayant un potentiel d'intégration dans le plan de développement local pour une mise à l'échelle future.



Tableau 1 : Caractéristiques techniques et organisationnelles des périmètres SA

OPTIONS RETENUS	JUSTIFICATION / BÉNÉFICES / COMMENTAIRES
<p>Un accès superficiel à la nappe par forage manuel (la technique de forage manuelle ne permet pas de dépasser des profondeurs de l'ordre de 20 m)</p>	<p>Les forages manuels peu profonds (quand les caractéristiques de la nappe et du type de substrat l'autorisent) permettent localement d'étendre la zone pouvant être mise en culture (auparavant limitée aux zones proches du fleuve). La technique retenue présente les avantages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Souplesse lors de la réalisation (présence d'artisans locaux) permettant une limitation des coûts d'investissement, • Limitation des besoins en énergie et (donc) en panneaux solaires, et utilisation de pompes légères (peu coûteuses) • Autonomie de chaque périmètre vis à vis de l'exhaure et réduction des coûts de conduite de l'eau (taille des réseaux) • Possibilité de multiplier les points d'exhaure à moindre coût et réduction des risques de surexploitation de la nappe.
<p>Un pompage au « fil du soleil », c'est-à-dire avec un minimum de stockage (pas de château d'eau, mise en pression réduite)</p>	<p>Ce mode de pompage permet de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'irriguer directement les parcelles pendant les heures de jour • de réduire l'énergie nécessaire du fait de l'absence de mise en pression (pas de château d'eau) • des économies d'eau et une réduction des risques de surexploitation de la nappe <p>Le système ne permet pas directement d'irriguer en dehors des heures « d'ensoleillement efficace » mais des bassins tampons peuvent être remplis lors des heures de pompage (voir ci-dessous)</p>
<p>Des bassins « sénégalais », peu coûteux, permettent d'étendre les horaires d'irrigation.</p>	<p>Outre la possibilité de disposer d'une réserve d'eau en cas d'incapacité momentanée à pomper, ce dispositif permet de limiter les doses d'irrigation (irrigation à l'arrosoir, évitant tout gaspillage). Le faible coût des bassins, réalisés sur place et déplaçables, permet d'en augmenter le nombre à volonté, dans la limite de capacité d'exhaure.</p>
<p>Une distribution de l'eau à la parcelle localisée et basse pression, pour optimiser l'utilisation de l'eau</p>	<p>Mise en place de dispositifs de type goutte à goutte assurant une irrigation localisée qui évite le gaspillage d'eau</p>

OPTIONS RETENUS	JUSTIFICATION / BÉNÉFICES / COMMENTAIRES
<p>Une culture continue tout au long de l'année, grâce à l'eau disponible, permettant d'occuper la main d'œuvre et d'augmenter le taux d'intensification</p>	<p>La sécurisation de l'approvisionnement en eau tout au long de l'année permet d'étendre la période de culture également sur toute l'année, avec, pour certaines spéculations, plusieurs cycles par an. (En limitant le développement d'activités agricoles extensives aux conséquences négatives pour l'environnement)..</p>
<p>Clôtures et brise vent</p>	<p>Dans des zones où l'activité d'élevage est importante (bétail souvent non surveillé), des clôtures efficaces sont indispensables pour protéger les cultures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'approche à Boghé a consisté à choisir des parcelles disposant déjà de clôtures (financées par anciens projets). Ceci doit être pris en compte dans une optique de mise à échelle : des modèles de clôtures peu coûteuses sont à tester (en particulier des haies vives d'épineux), avec un stade intermédiaire de clôtures « mortes ». • Concernant les brises vent, la faible durée du projet n'a pas permis l'installation d'un quadrillage de brise vent efficace. Dans un contexte de ressources rares en eau et d'évapotranspiration forte (chaleur, vent) aggravé par les changements climatiques, une action visant à généraliser les brise vent constitue une condition importante de l'extension des parcelles et d'une exploitation continue permettant de répondre aux objectifs.
<p>Deux sous modèles producteurs privés (exploitation familiale) et coopératives féminines</p>	<p>Ces sous-modèles correspondent à deux situations observées. Ils ne sont pas exclusifs l'un de l'autre, mais correspondent à deux types de situation et de demande.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le modèle « familial » fournit une solution pour les familles vulnérables : il ne fait que consolider des situations fréquentes où l'absence de ressources en eau permanentes conduit à une sous-exploitation des terres du fait d'un calendrier discontinu et à une période d'inactivité annuelle contraignant les jeunes à un exode temporaire pour trouver à s'employer. • Le modèle « communautaire » permet d'accroître la résilience des groupes de femmes : sécurisation alimentaire des familles et revenus monétaires (commercialisation).

Au départ, le modèle « pilote » ne concerne que le niveau de base (jardin maraîcher). Ici, la solution d'irrigation solaire « type » est composée d'un forage manuel, d'une pompe immergée centrifuge, d'un système d'irrigation plus ou moins localisée (goutte à goutte et/ou bandes d'aspersion), sans château (et sans mise en pression), mais avec des bassins de stockage au sol, dont le dimensionnement est déterminé par le débit de la source, qui est de l'ordre de 3 à 4 m³/h dans les conditions de la nappe exploitée à Boghé..

C'est la solution la plus appréciée des producteurs et elle présente un potentiel de développement très intéressant. Une approche complémentaire peut comporter une vision territoriale, incluant un groupe de périmètres sous forme d'un allotissement (voir « Mise à l'échelle »).

3 // CONTRIBUTION DU PROJET À L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'action menée comporte plusieurs volets complémentaires qui contribuent à lutter contre les conséquences des changements climatiques :

- **Augmenter la résilience** face à la variabilité climatique : l'évolution du calendrier cultural (cultures désormais possibles toute l'année) entraîne aussi une meilleure utilisation des superficies agricoles soumises à la pression de l'accroissement démographique ;

- **Lutter contre la raréfaction** de la ressource en eau :

- Sécurisation de l'approvisionnement en eau d'irrigation avec des charges faibles (mais un coût d'investissement initial important) grâce à l'utilisation de l'énergie photovoltaïque (pas de charges proportionnelles, à la différence du pompage thermique²)

- L'apport localisé de l'eau à la parcelle réduit les pertes, ainsi que les coûts et réduit les charges de main d'œuvre : il est facteur d'intensification par optimisation de l'utilisation des ressources en eau.

- Même s'il ne s'agit pas d'un résultat poursuivi, le pompage dans la nappe est considéré comme apportant une amélioration significative de l'approvisionnement en eau potable

- **S'adapter au décalage des saisons de cultures** : L'adoption de variétés irriguées (légumes, cultures fourragères, fruits) adaptées aux nouveaux calendriers climatiques (variétés à cycle court et/ou résistantes à des périodes de sécheresse, variétés permettant de décaler/prolonger les calendriers de production : produits maraichers adaptés à la saison pluvieuse) est un facteur puissant d'adaptation.

- **Faire face aux évènements extrêmes** avec les brise-vent : ceux-ci permettent notamment de :

- Réduire les effets mécaniques du vent sur les plantes (verse, branches brisées, ...)

- Réduire la demande climatique en eau (Réduction ETR) et ainsi optimiser la gestion de la ressource en eau ;

- Limiter les conséquences des accidents climatiques, tels que les vents de sable (flétrissure, accidents de fécondation/fonte des fleurs, ...)

- Protéger les cultures des animaux divagants ;

- Limiter l'ensablement des parcelles ;

2. Attention toutefois que les coûts ne sont pas nuls, puisqu'il faut prévoir la maintenance (Onduleur, pompe, principalement, qui peuvent être amortis 5-7 ans, canalisations en fonction des choix techniques).

Pour les différentes parties prenantes, le projet est d'abord perçu comme une action de développement socioéconomique qui vise à sécuriser la situation des populations particulièrement démunies et vulnérables. Il prend en compte de nombreuses contraintes et améliore les conditions d'existence des bénéficiaires. Son rôle en matière d'adaptation aux changements climatiques est peu mis en avant, car l'urgence perçue est d'abord la réduction de la pauvreté et l'amélioration de la situation alimentaire. L'amélioration des conditions de vie, et notamment des revenus, participe aussi à améliorer les capacités d'adaptation aux changements climatiques dans le moyen terme.

Il existe quelques limites à la mise en œuvre :

- difficultés des productrices à s'adapter à une exploitation continue avec des conditions climatiques non habituelles : risque d'avortement floral (effet de pluies violentes ou, à l'inverse, de sécheresse à des stades végétatifs critiques, risque renforcés des prédateurs (oiseaux granivores, criquets) s'il n'y a pas de discipline collective pour les assolements, ...
- Les pratiques d'irrigation conseillées s'appuient sur un calcul des doses/périodicité établi a priori par le projet. Une démarche complémentaire visant à renforcer l'encadrement et instaurer un réel pilotage de l'irrigation (gestion quantitative de l'irrigation en fonction de la demande climatique, l'état végétatif des cultures et prenant en compte la capacité du sol à retenir l'eau) serait un complément permettant de renforcer aux réalisations actuelles.

4 // MÉTHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE

4.1. LE CHOIX DES PARTENAIRES, DES BÉNÉFICIAIRES ET DES SITES

4.1.1. Choix des partenaires

Pour le cas de Boghé, le porteur de projet (Tenmiya) s'appuie sur son partenaire technique (Practica) et sur la Commune. La Commune hôte a été consultée et associée dès le départ aux réflexions et démarches de mise en œuvre par Tenmiya et Practica pour la conception et la mise en œuvre du projet (commune associée formellement comme partenaire au projet via la signature d'un protocole). Le partenaire technique a pris attache avec les faitières regroupant dans la zone d'intervention les associations de producteurs et maraichers, afin :

- d'avoir un accès permanent aux producteurs ;
- de bénéficier de l'expérience et des conseils de la profession.



4.1.2. Choix des bénéficiaires

Dans les différents cas, le choix des sites et bénéficiaires est réalisé en commun entre les différents partenaires, sur la base d'un cahier des charges établi dès le départ, sur des critères de différentes natures :

• Critères socioéconomiques et contraintes locales

- Expérience de l'activité et motivation
- Localisation dans les zones visées pour l'aménagement communal ;
- Critères socioéconomiques définis en commun, sur la base des attentes des partenaires :
- Nature des bénéficiaires : Hommes/femmes, Jeunes, Statut privé ou coopératif,
- Situation familiale (vulnérables, autonomes financièrement, ...), disponibilité de main d'œuvre, ...

• Critères techniques :

- La profondeur de l'eau entre 7 et 20 m
- Type de sol et faisabilité des forages manuels, débit de la ressource disponible, minimum 4 m³/h
- Le régime foncier du jardin : (propriétaire ou non, statut sécurisé ?) ;
- La situation et l'accès au jardin afin de faciliter le suivi et les démonstrations ;
- Le statut d'exploitant privé individuel du producteur
- La superficie minimale aménageable de 3000 m²

• Autres critères :

- Caractéristiques des sols et topographie, orientations des bassins versants ;
- Nature du substrat, caractéristiques de la nappe ;
- Eloignement par rapport aux agglomérations, au marché et autres zones d'activités.

Au terme du processus de préparation de la mise en œuvre, la relation entre les différentes parties la collaboration doit être formalisée en une convention reliant les bénéficiaires, les services chargés de leur suivi, et les responsables du projet. Le renforcement des capacités des acteurs (STD/Services Techniques Décentralisés et collectivités territoriales) sera t un facteur important de succès.

Notons que les interventions dites « sociales » sont considérées comme essentielles pour le succès des projets : un processus de communication et d'intermédiation sociale doit être conduit à toutes les phases de mise en œuvre.

4.1.3. Choix des sites

DOMAINE	ACTION
Sécurisation du foncier	Condition indispensable avant toute intervention pour assurer la durabilité de l'investissement pour les bénéficiaires. Les terres disponibles ont tendance à se réduire sous l'effet de la croissance démographique et de l'urbanisation « centrifuge » des centres ruraux. Le marché des terres se développe et les prix augmentent en périphérie des centres urbains.
Ressources en eau d'irrigation	Un des critères de base de l'installation d'un tel projet est naturellement la présence d'une nappe d'eau accessible par forage manuel et exploitable durablement. Un suivi précis de la nappe (profondeur et son évolution au cours de l'année, rabattement dans les forages en cours d'exploitation, ... doit être réalisé régulièrement.

4.1.4. Autres caractéristiques importantes³

Lors de la conception et de la mise en œuvre il faut également prendre en compte les éléments suivants :

- Marché et réseau d'accès/évacuation des produits, environnement commercial.
- Financement et contribution des bénéficiaires - Une contribution en nature ou en espèces est en général considérée comme une condition d'appropriation par les bénéficiaires.
- Les conditions de durabilité politique, institutionnelle, technique sont réunies, et la rentabilité financière est suffisante pour fournir des revenus aux familles et permettre la maintenance du dispositif.

4.2. LES ÉTAPES DE LA DÉMARCHE

La démarche des projets de ce type est classique, comme suit :

4.2.1. Phase d'identification :

- Appréciation de la perception de la population locale pour anticiper d'éventuels conflits sociaux potentiels ou existants,
- Création d'une cellule de gestion/pilotage regroupant les parties prenantes.

Un des aspects primordiaux est d'arriver à une appréciation par rapport aux attentes de la population et / ou des différents groupes impliqués. C'est au cours de cette phase que sont déterminés de façon consensuelle les grands principes de l'intervention.

4.2.2. Phase de faisabilité

• Actions préparatoires :

- Actions préparatoires avec les bénéficiaires et acteurs : Le succès de telles interventions est le résultat d'une action conjointe en matière technique et sociale. Les aspects « soft », doivent être considérés par les partenaires comme prioritaires /essentiels.

- Même si les approches d'un tel projet sont d'abord « techniques », l'analyse passe nécessairement par une phase d'information et concertation avec les bénéficiaires et autres parties prenantes. L'approche retenue prévoit deux types de bénéficiaires et de gestion : Privé (familial) ou communautaire. Dans les deux cas, il est nécessaire de s'appuyer sur des responsables locaux à même de gérer de façon efficace et durable les futures installations.

- Le suivi : s'agissant d'approches encore pilotes, un suivi du comportement et des performances est indispensable

- La question du genre et des populations vulnérables : une attention particulier est apportée à la situation des populations vulnérables

3. Non détaillées dans la présente fiche, car elles en dépassent l'objet.

Pour l'étude de faisabilité proprement dite, les principales rubriques à traiter sont, classiquement, les suivantes :

• **Analyse des besoins et des attentes – acceptabilité sociale :**

- Caractéristiques du milieu

- Ressources en terre, en eau, en main d'œuvre ;

- Analyse spécifique du sol : fertilité et capacité à l'irrigation (pour l'optimisation mode d'irrigation)

- Environnement de l'activité (Amont, aval)

- Identification des partenaires et fournisseurs (entreprises de forage, semences, intrants, matériel photovoltaïque et matériel d'irrigation).

• **Définition du projet :**

- Modèle d'exhaure, modèle d'irrigation, modèle agronomique

- Organisation

• **Quantification des effets potentiels et Analyse économique et financière**

- Analyse financière au niveau de chaque jardin/périmètre ;

- Analyse économique au niveau du projet dans son ensemble.

5 // ÉLÉMENTS DE COÛT ET DE RENTABILITÉ

Les éléments de coûts sont variables selon le pays et le contexte. Ils devront être réexaminés pour chaque nouveau projet.

Un exemple d'analyse des coûts selon la méthode préconisée est détaillé dans le document « Solutions d'irrigation solaire à des profondeurs intermédiaires pour les petits producteurs de la région des Niayes au Sénégal / PRACTICA (présenté en annexe de la présente note).

Les calculs disponibles de résultat d'exploitation mettent en évidence une marge nette significative (environ 1,5 millions de FCFA sur une superficie de 3000 m²).

L'activité maraîchère est rentable avec les solutions d'irrigation solaires testées, mais c'est une activité à risque.

Dans ces conditions, la principale problématique n'est pas la rentabilité de l'irrigation solaire mais la capacité du producteur à mobiliser l'investissement initial, et le renouvellement.

6 // LES PERSPECTIVES

6.1. LA MISE À L'ÉCHELLE

Parmi les bénéficiaires et partenaires, l'la perspective d'une d'extension du modèle est générale. Toutefois, cette vision future est d'abord perçue comme passant par une extension des superficies et la multiplication des forages.

- Pour les autorités communales, cette extension peut permettre de répondre à certains défis locaux : Amélioration de la qualité de vie des populations,
- Emploi (notamment pour les jeunes)
- Approvisionnement à partir de la production locale des populations urbanisées, au détriment des importations

Dans la pratique, la question de la mise à l'échelle dans la zone passe donc plus par une réflexion globale, incluant à la fois les projets individuels et des ambitions plus larges, en termes de développement territorial.

En première approche, une démarche synthétique cohérente permettant d'assurer un développement harmonieux du territoire dans son ensemble, lorsque les ressources (notamment nappe superficielle étendue) pourrait passer par les étapes suivantes :

- Compléter et encadrer la démarche « à la demande » (financement de petits périmètres GCCA+AO en fonction des attentes des producteurs et des besoins exprimés) par une vision d'aménagement « par le haut » visant à :

- Délimiter, au niveau de la commune ou du groupe de communes, de façon volontariste, les zones du terroir à privilégier, car bien adaptées aux besoins du modèle (ressources en eau, situation vis-à-vis des habitations et du marché, situation foncière, ...)

- Procéder, en particulier dans les situations foncières tendues, à un « pré-aménagement », voire quand il s'agit d'implanter de nouvelles exploitations (jeunes, etc.), à un lotissement avec rééquipement (parcellaire de principe, voirie, clôture, ...) permettant de mettre en œuvre un dispositif d'attribution transparent et équilibré.

6.2. LES CONDITIONS D'AMÉLIORATION DU MODÈLE

6.2.1. Economie de l'eau

Les principales sources d'économie d'eau pour le modèle testé sont la réduction de l'évapotranspiration et l'efficience de l'irrigation (distribution à la parcelle en fonction des besoins de la plante).

Afin de limiter l'évapotranspiration et de protéger les cultures contre l'ensablement, il est primordial que les projets d'irrigation tiennent compte des éléments suivants :

- Intégrer de façon systématique des techniques de brise-vent dans les périmètres (niveau parcelle, périmètre, groupe de périmètre), avec des règles d'application simples (en termes de hauteur /distance protégée, perméabilité à l'air, etc.).
- Avoir une réflexion poussée sur le choix rationnel des espèces en fonction de leurs effets/utilité : intégrer chaque fois que possible des arbres fruitiers et des espèces à double fin (protection contre le vent, fertilisation azotée, fourrages, fruits, produits ligneux, produits médicinaux, ...).
- Envisager également des cloisonnements des périmètres en matériaux végétaux inertes (roseaux, seccos, ...).

En parallèle, il est nécessaire de mettre en place un dispositif de pilotage de l'irrigation permettant d'optimiser la consommation d'eau (et donc d'améliorer la productivité). La plupart des périmètres visités ne sont exploités que partiellement et une bonne gestion de l'eau pourrait permettre d'accroître les superficies.

Certains systèmes sont moins économes (les bandes d'aspersion notamment qui irriguent toute la superficie, à la différence du goutte à goutte ou l'arrosoir/planche qui fournissent une irrigation localisée).

La connaissance des besoins en eau en fonction des conditions climatiques et de l'état de la végétation, ainsi que les doses d'irrigation fournies peut être affinée, par une analyse préalable théorique permettant un dimensionnement optimal de l'infrastructure, puis une gestion en cours de campagne (pilotage simple de l'irrigation selon la méthode du suivi hydrique). Un « conseil/avertissement » à l'irrigation peut être instauré quand la technicité des producteurs n'est pas suffisante. Des logiciels élaborés sont disponibles pour rationaliser ce pilotage : Cropwat⁴, Climwat⁵, notamment. Une approche pragmatique, sous la responsabilité de l'encadrement agricole devrait permettre de mettre en place un dispositif efficace.

6.2.2. Modèles d'exploitation

Au stade de réflexion actuel, il est possible de travailler à adapter le modèle de périmètre en fonction des caractéristiques et attentes des bénéficiaires.

Une telle approche pourrait se fonder sur une déclinaison du modèle initial, en 3 sous-modèles selon les bénéficiaires, de façon à garantir dès le départ une bonne adaptation au contexte et aux capacités financières et de gestion des bénéficiaires comme suit :

- **Modèle « commercial »** pour les opérateurs privés qui peuvent contribuer significativement à l'investissement : possibilité de dégager des recettes financières permettant de constituer des provisions pour renouvellement (approche technologique « haute », incluant un réseau de distribution (Goutte-à-Goutte ou autre) ;

- **Modèle « familial » ou de « survie »** : modèle comportant un simple de dispositif de « bassins sénégalais », répartis dans toute la parcelle (1 bassin pour 4 parcelles ?) avec arrosage à l'arrosoir pour disposer d'un système moins coûteux et plus résilient (pas de réseau importé à renouveler, simple plomberie plastique et bassins à entretenir, main d'œuvre familiale pour arroser, économie maximale d'eau) ;

- **Modèle intermédiaire (« Vivrier »)** pour les coopératives, combinant les deux systèmes, à adapter finement aux caractéristiques de l'exploitation lors de la mise en œuvre.

4. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/fr/>

5. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/fr/>



7 // POUR ALLER PLUS LOIN



CONTACTS

TENMIYA - E Nord Tevragzeina 380 BP 757, Nouakchott - Mauritanie
Tél : +222 45 25 19 01 - association.tenmiya@tenmiya.com
Site web : <http://www.tenmiya.com>

PRACTICA - Geulweg 16, 3356 LB Papendrecht, Pays-Bas - tél : +31(0) 786 150 125
(Nombreuses publications techniques téléchargeables)



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PRACTICA

<https://www.comite-costea.fr/innovation/pompage-solaire-pour-les-petits-exploitants/>

<https://www.practica.org/wp-content/uploads/Manuel-pompage-solaire-adductions-eau-potable-rural.pdf>

<https://www.practica.org/fr/publications/solutions-dirrigation-solaire-a-des-profondeurs-intermediaires-pour-les-petits-producteurs-de-la-region-des-niayes-au-senegal/>
<https://www.practica.org/wp-content/uploads/Solutions-de-pompage-pour-lirrigation-a-des-profondeurs-intermediaires-pour-les-petits-producteurs-de-la-region-des-Niayes-Senegal.pdf>

<http://www.environnement.gov.mr/fr/index.php/pages/changement-climatique-et-resilience>

https://agricade/wp-content/uploads/2021/02/CRP_Mauritania_FR_20210208.pdf

Référentiels Practica : <https://www.practica.org/wp-content/uploads/Referentiels-techniques-GCCA.pdf>

Application d'aide au dimensionnement des systèmes d'exhaure solaire (disponible sur le Google Play Store pour les téléphones Android) : https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.hiemsteed.practica_sips

FAO (pilotage de l'irrigation) :

<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/fr/>

<https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/climwat-for-cropwat/fr/>

Cette fiche technique a été réalisée dans le cadre du projet GCCA+AO (financé par l'Union Européenne et mis en œuvre par Expertise France, sous le leadership politique et institutionnel de la CEDEAO, et avec le partenariat technique du CILSS) et notamment de la démarche de capitalisation de 15 projets pilotes d'agriculture intelligente face au climat (AIC) et d'agroécologie (AE) portés par des organisations de la société civile.

ANNEXES

Les ordres de grandeur de coûts ci-dessous (extraits du même document) sont donnés à titre d'illustration (données du projet « Sénégal » cité)

OBJET	COMMENTAIRE
Investissement global	<p>Selon la solution solaire d'irrigation retenue l'investissement initial minimal se situe dans une fourchette comprise entre 1,5 et 2,5 millions de FCFA (2 585 à 4 374 USD) pour une superficie irriguée de 3000 à 3500 m² soit un coût par hectare de 5,1 à 5,6 millions de FCFA (8 850 à 9 720 USD).</p> <p>NB : Dans la bande sahélienne le coût d'investissement pour l'irrigation tous types d'aménagements confondus se situe dans un intervalle de 2 à 11 millions de FCFA/hectare³² (3 450 à 18 960 USD /hectare).</p>
Mobilisation des eaux souterraines - Intérêt du forage manuel	<p>Dans le choix de la solution d'investissement minimale, la part consacrée à la mobilisation des eaux souterraines (forage + pompage solaire) atteint de 67% à 74% de l'investissement global. Les conditions géologiques favorables pour les techniques manuelles de forage maintiennent cette part à un niveau acceptable, en tirant vers le bas le coût global de la solution. Le coût serait beaucoup plus élevé (3 à 4 millions FCFA, soit 5250 à 7000 USD) avec des techniques motorisées.</p>
Coût de production de l'énergie	<p>Le coût de la production de l'énergie est globalement équivalent quelle que soit la pompe : 900 FCFA/kW (1,55 USD/kW) à 1160 FCFA/kW (2 USD/kW) installé.</p> <p>La légère variation provient du coût d'installation et du coût des supports des panneaux solaires.</p> <p>Sur le marché de Dakar le prix d'achat du panneau solaire est compris entre 410 (0,7USD) et 530 FCFA/W37 (0,91 USD/W).</p>

OBJET	COMMENTAIRE
Coût de production de l'énergie selon la pompe	<p>Pour une production journalière de 15 m³ (3000 à 3500 m² irriguée) la pompe Difful de fabrication chinoise est 3 fois moins chère que sa concurrente d'origine Européenne. L'écart de prix se réduit à 2 pour un type de pompe équivalent (hélicoïdal). Si on compare le coût d'achat par unité de puissance (Watt) les pompes d'origine asiatique sont environ 2 fois moins chères que celles fabriquées en Europe.</p> <p>A volume de production journalier (10 m³/jour) et à puissance équivalente la pompe mini volanta fabriquée au Burkina Faso est deux fois plus chère qu'une pompe d'origine européenne. Pour ce même volume une pompe immergée centrifuge d'origine asiatique achetée localement³⁸ est 3 fois moins chère.</p>
Type de pompe	<p>A performances égales les pompes manufacturées en Chine sont 3 fois moins chères que leurs concurrentes européennes. Pour une en superficie de 2000 à 3500 m² le prix plancher du pompage solaire est de 550 000 FCFA (948 USD) jusqu'à 1,3 millions de FCFA (2256 USD) prix plafond. 72% des producteurs enquêtés³⁹ lors d'une séance de démonstration se disent être en capacité d'investir plus 500 000 FCFA (862 USD) dans le pompage</p> <p>La production de pompe en Afrique pour l'exportation dans la sous-région semble ne pas être une filière commercialement compétitive par rapport aux pompes importées de Chine. Par contre la fabrication en Chine ou en Inde de la pompe mini volanta et son assemblage en Afrique n'est pas à exclure, la faisabilité de ce modèle est à l'étude.</p>

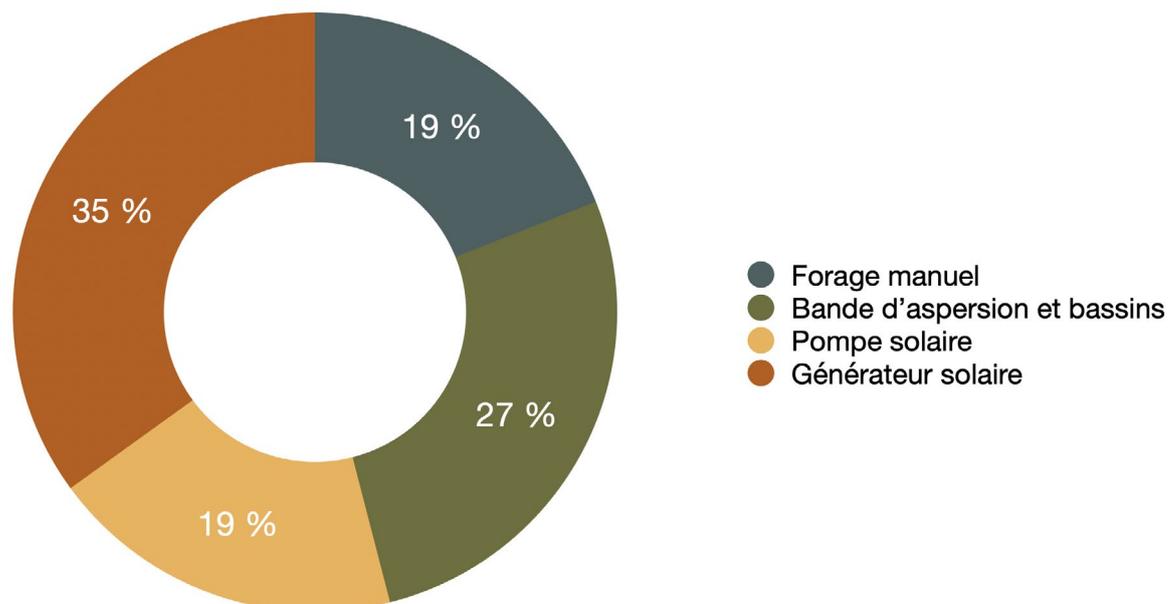
• Rentabilité potentielle /durabilité

L'analyse financière s'appuie sur l'étude d'un compte d'exploitation consolidé à partir des données économiques recueillies sur les 4 sites pilotes, afin de dégager des tendances ou des ordres de grandeur assortis de marge d'incertitude sur la rentabilité du pompage solaire dans le contexte de l'étude. Cette approche permet de lisser les résultats économiques dépendants d'une multitude de facteurs : attaque phytosanitaire, maîtrise des techniques culturales, qualité du sol, motivation du producteur, évènement social.

La solution d'irrigation solaire retenue est celle composée d'un forage manuel, de la pompe immergée centrifuge Difful et des bandes d'aspersion + bassins, pour l'irrigation d'une superficie totale de 3000 m² (ressource en eau disponible est de 3 à 4 m³/h).

C'est la solution la plus appréciée des producteurs et elle présente un potentiel de développement très intéressant.

Figure 4 : Structure des investissements (cas des Niayes)



• Conclusion

Le calcul du résultat d'exploitation permet de dégager une marge nette d'environ 1,5 millions de FCFA (2585 USD) sur une superficie de 3000 m².

L'activité maraîchère est rentable avec les solutions d'irrigation solaires testées, mais c'est une activité à risque dont le revenu peut considérablement varier d'un producteur et d'une campagne à l'autre.

La principale problématique n'est pas la rentabilité de l'irrigation solaire mais la capacité du producteur à mobiliser l'investissement initial dans le cas d'une nouvelle installation, ou la question du financement du remplacement des installations « vitales » de la solution d'irrigation solaire : la pompe.

Le faible coût des pompes d'origine chinoise et les résultats d'exploitation confortables dégagés renforcent l'effort d'investissement et la bancabilisé du producteur, vis-à-vis des organismes de prêt, pour le renouvellement de la pompe, tout en réduisant le montant restant à financer « à crédit ».



INTRA-ACP GCCA+ PROGRAMME An initiative of the ACP Group of States funded by the European Union's European Development Fund

CONTACTS

Agence Régionale pour l'Agriculture et l'Alimentation (ARAA CEDEAO)
83, rue des pâtures, Super Taco - Lomé - Togo
Courriel : araa@araa.org

En savoir plus sur le projet GCCA+ Afrique de l'Ouest : www.araa.org

- - -

CILSS - Centre Régional AGRHYMET (CRA)
Boulevard de l'Université
BP 11011 Niamey - Niger
Courriel : administration.agrhymet@cilss.int

<https://agrhymet.cilss.int/>