

Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle



**PRATIQUES
CLÉS**
pour les praticiens
de la RRC



Aide humanitaire
et Protection civile



Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle : Pratiques clés pour les praticiens de la RRC

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) 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 FAO, 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 du/des auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement les vues ou les politiques de la FAO.

ISBN 978-92-5-208326-9 (version imprimée)

E-ISBN 978-92-5-208327-6 (PDF)

© FAO, 2014

La FAO encourage l'utilisation, la reproduction et la diffusion des informations figurant dans ce produit d'information. Sauf indication contraire, le contenu peut être copié, téléchargé et imprimé aux fins d'étude privée, de recherches ou d'enseignement, ainsi que pour utilisation dans des produits ou services non commerciaux, sous réserve que la FAO soit correctement mentionnée comme source et comme titulaire du droit d'auteur et à condition qu'il ne soit sous-entendu en aucune manière que la FAO approuverait les opinions, produits ou services des utilisateurs. Toute demande relative aux droits de traduction ou d'adaptation, à la revente ou à d'autres droits d'utilisation commerciale doit être présentée au moyen du formulaire en ligne disponible à www.fao.org/contact-us/licence-request ou adressée par courriel à copyright@fao.org.

Les produits d'information de la FAO sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications) et peuvent être achetés par courriel adressé à publications-sales@fao.org.

Auteurs	Martin Smith, Giovanni Muñoz et Javier Sanz Alvarez
Coordinateurs de la série	Javier Sanz Alvarez et Erin O'Brien
Photographie	© FAO/Javier Sanz Alvarez, sauf autrement indiqué
Design et composition	Handmade Communications, design@handmadecom.co.za
Traducteur	Litera

Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle



Ce document fait partie de la série *Un guide de terrain pour la Réduction des risques de catastrophes en Afrique australe : Pratiques clés pour les praticiens de la RRC* dont la production a été coordonnée par le Bureau sous régional de la FAO pour la G-RRC en Afrique australe. Cette série regroupe des contributions de COOPI, de la FAO, d'OCHA, d'ONU-Habitat et comprend les documents techniques suivants :

- Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle (FAO)
- Champs Écoles Paysans (FAO)
- Gestion de la Diversité des Cultures (FAO)
- Variétés de Semences Appropriées pour les Agriculteurs à Petite Échelle (FAO)
- Systèmes Appropriés de Stockage des Semences et des Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle (FAO)
- Hôpitaux Sûrs (COOPI)
- Technologie Mobile appliquée à la Santé (COOPI)
- Systèmes de Gestion des Connaissances et des Informations (COOPI)
- Architecture pour la Réduction des Risques de Catastrophes (ONU-Habitat)
- Réduction des Risques de Catastrophes pour la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (FAO)
- Systèmes d'Alerte Précoce au Niveau Communautaire (OCHA & FAO)

Ce document porte sur des activités d'aide humanitaire mis en œuvre avec l'assistance financière de l'Union européenne. Les opinions qui y sont exprimées ne doivent être considérées, en aucune façon, comme traduisant l'opinion officielle de l'Union européenne, et la Commission européenne ne sera tenue responsable quant à l'usage qui pourrait être fait des informations qu'il contient.



Aide humanitaire
et Protection civile

La Direction générale de l'aide humanitaire et de la protection civile de la Commission européenne (ECHO), finance les opérations de secours aux victimes de catastrophes naturelles et de conflits en dehors de l'Union européenne. L'aide est distribuée de manière impartiale, aux victimes directement, indépendamment de leur race, de leur groupe ethnique, de leur religion, de leur sexe, de leur âge, de leur nationalité ou de leur affiliation politique.

Préface de ECHO

La région de l'Afrique australe et de l'Océan Indien est extrêmement vulnérable aux cyclones, aux inondations, à la sécheresse et aux tempêtes tropicales. Ces chocs climatiques récurrents affectent négativement les moyens de subsistance et les économies très sensibles de la région et affaiblissent la capacité des communautés à se remettre entièrement, les rendant encore plus fragiles et plus vulnérables aux catastrophes naturelles ultérieures. La nature et les caractéristiques de ces phénomènes climatiques sont en train de changer : elles deviennent imprévisibles, de plus en plus fréquentes, et gagnent en intensité et en ampleur à cause du changement climatique. La vulnérabilité de la région est aggravée par les effets conjugués des facteurs socioéconomiques tels la prévalence du VIH, l'extrême pauvreté, l'insécurité grandissante ainsi que la croissance et les tendances démographiques (notamment la migration intra-régionale et l'urbanisation croissante).

L'Aide humanitaire et Protection civile de la Commission européenne (ECHO) s'est impliqué activement dans la région depuis 2009 par le biais du programme de Préparation aux Catastrophes de l'ECHO, appuyant des interventions pour la réduction des risques de catastrophe dans les domaines de la sécurité alimentaire et l'agriculture, des infrastructures et de l'architecture adaptatives, de la gestion des informations et de la connaissance, de l'eau, de l'hygiène, de l'assainissement et de la santé. Ce programme est articulé sur deux objectifs :

- La préparation aux situations d'urgence en renforçant les capacités locales à se préparer et à gérer durablement les aléas climatiques notamment par l'élaboration de plans de préparation saisonniers, la formation, la constitution de stocks d'urgence et d'équipements de secours ainsi que par l'établissement de Systèmes d'Alerte Précoce.

- L'autonomisation des communautés à travers des approches multisectorielles et multi-niveaux intégrant comme composante essentielle la RRC et aboutissant à une amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

Ces interventions sont en cohérence avec les stratégies et les cadres nationaux et régionaux.

Pour DIPECHO, la réussite se mesure, entre autres, par la replicabilité. A cet effet, une assistance technique sous forme de lignes directrices élaborées à l'intention des agents intervenant dans la RRC constitue un produit très appréciable des interventions de DIPECHO dans la région. ECHO a également appuyé des partenaires régionaux, à savoir COOPI, la FAO, ONU-Habitat et UN-OCHA afin de renforcer la résilience des populations vulnérables de l'Afrique australe en offrant à ces organisations des financements pour tester sur le terrain et établir de bonnes pratiques et élaborer un boîte à outils en vue de la reproduction de ces pratiques en Afrique australe. Le Bureau de la Commission Européenne pour les Affaires Humanitaires et ses partenaires veulent réaliser de manière durable et efficace les deux objectifs grâce aux pratiques définies dans la présente boîte à outils qui vise le renforcement de la résilience des populations les plus vulnérables de la région.

Cees Wittebrood

Chef d'Unité, Afrique de l'Est, de l'Ouest et du Sud
Direction Générale de l'Aide Humanitaire et de la Protection
Civile (ECHO)
Commission Européenne



Préface

de la FAO

La région de l'Afrique australe est vulnérable à une grande diversité d'aléas qui sont d'origine environnementale pour la plupart (sécheresse, cyclones, crues), mais aussi, aux maladies humaines et animales, aux ravageurs, aux chocs économiques et, dans certaines zones, aux troubles et à l'insécurité sociopolitique. Le profil de risque de la région est en pleine évolution, à mesure que de nouveaux facteurs prennent petit à petit de l'importance, notamment les taux de croissance démographique élevés et la tendance vers une urbanisation, une migration et une mobilité accrues, etc. Le changement climatique influera de plus en plus sur les aléas naturels. Dans la région, les catastrophes sont souvent composites et récurrentes et ont un impact dramatique sur les moyens de subsistance et l'économie et les environnements des pays d'Afrique australe, sapant la croissance et des acquis de développement durement obtenus.

Le renforcement de la résilience des moyens de subsistance aux menaces et aux crises est l'un des Objectifs Stratégiques de la stratégie de la FAO (Objectif stratégique 5 ou SO5). La FAO cherche spécifiquement à renforcer la résilience dans les secteurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire et nutritionnelle qui figurent parmi les secteurs les plus durement touchés par les aléas naturels. La mise en œuvre de pratiques agricoles adaptées permettrait d'atténuer l'impact des chocs et des catastrophes et faciliterait grandement le redressement. Le renforcement de la résilience passe donc par un renforcement des capacités des communautés, des autorités locales et des autres parties prenantes.

En collaboration avec ses partenaires, la FAO mène un travail intensif visant à renforcer la résilience des communautés exposées aux aléas en Afrique australe ; ce travail a permis d'améliorer la base de connaissances et de documenter de bonnes pratiques. Cette boîte à outils vise à diffuser des méthodes et des technologies améliorées sur des aspects essentiels de l'agriculture, tels que les variétés de semence adaptées, l'irrigation, les systèmes de stockage, l'occupation des terres et l'utilisation de l'eau et l'approche Champ Ecole Paysan, en espérant que les différentes parties prenantes s'en serviront pour améliorer leurs efforts de renforcement de la résilience. Nous estimons que pour réussir le travail de renforcement de la résilience, il est essentiel d'adopter une approche multisectorielle et de tisser de solides partenariats. C'est pour cette raison que cette boîte à outils traite aussi d'aspects non agricoles des bonnes pratiques de résilience. Les documents sur ces sujets sont des contributions des partenaires de la FAO, notamment UN-OCHA, ONU-Habitat et COOPI, et rehausse sans aucun doute l'utilité de cette collection.

David Phiri
Coordinateur Sous-régional
Bureau Sous-régional de la
FAO pour l'Afrique australe
Harare

Mario Samaja
Coordinateur Senior
Bureau Sous-régional de la RRC de
la FAO pour l'Afrique australe
Johannesburg

Index

Acronymes et Abréviations.....	05
1. Introduction.....	06
2. Exemples Pratiques de Technologies d'Irrigation Courantes.....	09
3. Principes et Pratiques Essentiels pour la Sélection et l'Installation	31
4. Formations des Exploitants Agricoles et Démonstrations	41
5. Bibliographie et Documentation Supplémentaire Utile.....	45

Acronymes et Abréviations

AUE	association des usagers de l'eau
CEP	champs écoles paysans
CME	composante maîtrise de l'eau
E&M	exploitation et maintenance
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FdF	formation des formateurs
FP&V	formation participative et vulgarisation
GEEA	gestion de l'eau au niveau de l'exploitation agricole
Ha	hectare
km	kilomètres
L	litre
LIR	lutte intégrée contre les ravageurs
m	mètre
m²	mètre carré
m³	mètre cube
NRL	Service d'aménagement et de gestion des ressources en eau de la FAO
OG	organisation Gouvernementale
ONG	organisation non-gouvernementale
PVC	polychlorure de vinyle
PSSA	Programme Spécial de Sécurité Alimentaire (FAO)
R/GRC	réduction/gestion des risques de catastrophe
TEP	tuyaux en polyéthylène
US\$	Dollar américain

1. Introduction

Contexte et justification

Les situations d'urgence récurrentes en Afrique australe¹ causées par les aléas naturels et biologiques, tels que les inondations, les sécheresses, les cyclones, les ravageurs et les maladies, exposent un segment important de la population à des niveaux élevés de vulnérabilité. Cette vulnérabilité est encore davantage aggravée par les troubles civils, le VIH/SIDA et la récession économique. Le changement climatique, et notamment la plus grande fréquence et la plus forte intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, affecte le secteur agricole, augmentant ainsi les risques auxquels font face les populations rurales, dont la majorité dépend de l'agriculture pour leur subsistance et leur sécurité alimentaire.

Les programmes d'urgence internationaux ont beaucoup fait pour atténuer les impacts immédiats des phénomènes extrêmes et des situations d'urgences en répondant aux besoins immédiats en matière d'alimentation et d'hébergement, et pour atténuer leurs effets néfastes sur la vie des gens et leurs moyens de subsistance.

Il est nécessaire de ne pas centrer l'attention uniquement sur les interventions mais aussi sur le renforcement de la résilience² des communautés vulnérables, par la prévention et la réduction des impacts associés aux

événements perturbateurs, et par une meilleure préparation des populations à réagir afin de réduire leurs vulnérabilités. La réduction/gestion des risques de catastrophe (R/GRC) et l'adaptation au changement climatique tiennent une place élevée dans la stratégie institutionnelle de la FAO afin d'aider les gouvernements à mieux réagir face aux catastrophes naturelles grâce à des mécanismes politiques, institutionnels et de coordination appropriés d'une part, et d'autre part de renforcer les capacités aux niveaux nationaux et locaux pour évaluer, réduire et s'adapter au changement climatique et aux risques de catastrophe.

Pour renforcer la résilience des petits exploitants agricoles exposés aux risques de catastrophes naturelles récurrentes, les interventions



1 Angola, Botswana, Comores, RDC, Lesotho, Madagascar, Malawi, Mozambique, Namibie, Afrique du Sud, Swaziland, Zambie, Zimbabwe

2 La capacité d'un ménage à maintenir un certain niveau de bien-être (ex : être à l'abri de l'insécurité alimentaire) en résistant aux chocs et aux pressions

de la FAO promeuvent la diffusion de méthodes et de technologies de RCC touchant les aspects essentiels des secteurs de l'agriculture et de la sécurité alimentaire, incluant entre autres, l'agriculture de conservation, la production végétale, les variétés de semence appropriées, l'utilisation et la gestion du sol et de l'eau, la fourniture d'intrants agricoles, les assurances, la réhabilitation environnementale, le reboisement de protection et l'irrigation.

Objectif et justification

Pour rétablir la production alimentaire et créer un système agricole qui garantisse une meilleure sécurité alimentaire et des revenus durables, la FAO cherche à capitaliser ses expériences au cours des dernières années dans les programmes de Réduction/Gestion des Risques de

Catastrophe, et de fournir des conseils pratiques pour l'introduction de techniques et de technologies efficaces qui puissent aider les communautés fortement exposées aux risques à surmonter les menaces récurrentes.

L'introduction de techniques appropriées pour la maîtrise de l'eau dans le domaine agricole, incluant l'irrigation, serait un moyen intéressant pour rétablir rapidement la production et les revenus, et pour augmenter significativement la résilience des populations locales face aux urgences futures.

Même si les interventions pour chaque type d'urgence seront différentes, l'introduction de techniques d'irrigation constituera, dans la plupart des cas, une option intéressante :

- Après les inondations et les cyclones qui se produisent pendant la saison des pluies, l'introduction de l'irrigation dans la saison sèche



qui suit permettra aux exploitants agricoles d'avoir une récolte de plus, ce qui facilitera leur redressement.

- En situation de sécheresse, l'irrigation aidera à surmonter le déficit de précipitations et la production agricole peut substantiellement augmenter grâce à un accès stable à l'eau.

Diverses technologies d'irrigation ont fait leurs preuves dans des conditions différentes de climat, de sol et de disponibilité de ressources en eau. La sélection de technologie appropriée selon un contexte agro-écologique donné est un facteur déterminant du succès ou de l'échec.

L'introduction de nouvelles technologies chez les petits exploitants agricoles a souvent échoué étant donné que les exploitants agricoles mais aussi les organisations d'aide n'ont qu'une expérience et des connaissances techniques limitées pour assurer la sélection, l'installation et la gestion des équipements et des installations d'irrigation dans un environnement social et agro-écologique donné. Cela conduit à l'inefficacité, au gaspillage des ressources et/ou aux défaillances techniques de l'équipement fourni.

Application prévue

Ce document présente les pratiques essentielles aux responsables de la mise en œuvre et au personnel de terrain engagé dans les différents programmes de RRC. Il constitue une introduction aux différentes techniques d'irrigation qui se sont avérées performantes chez les petits exploitants agricoles en Afrique australe.

Des exemples pratiques de technologies d'irrigation courantes sont présentés avec des illustrations, les principes de conception, les exigences techniques ainsi que les contraintes communément observées dans l'introduction des technologies. Des estimations des

investissements nécessaires et des coûts d'exploitation sont également données pour chaque technique d'irrigation. Les principes, les principales étapes et les procédures à réaliser pour réussir l'introduction des techniques d'irrigation sur le terrain y sont décrites. Pour davantage d'informations sur les instructions détaillées et les aspects techniques de la conception, de l'installation, de la gestion et de la maintenance, consultez la bibliographie et documentation supplémentaire.

Ces lignes directrices sont fondées sur une large revue des réussites et des échecs des techniques d'irrigation introduites dans le cadre des Programmes Spéciaux pour la Sécurité Alimentaire³ sur une période de plus de 15 ans, principalement en Afrique. Ces expériences montrent que le processus d'introduction et de familiarisation des exploitants agricoles aux techniques d'irrigation dès les phases de planification est un facteur déterminant de la réussite (ou de l'échec). A cet égard, il faudrait accorder une attention particulière au contexte socioéconomique, ainsi qu'aux outils et aux pratiques (tels que les champs écoles paysans) en vue d'aider les exploitants agricoles à adopter les nouvelles technologies et à s'y ajuster. La question de l'accès au crédit et aux marchés doit également être soigneusement examinée en vue de la pérennisation de ces technologies sur le long terme.

³ Le Programme Spécial de Sécurité Alimentaire de la FAO (PSSA) a été lancé en 1996 au lendemain du Sommet Mondial de l'Alimentation de 1996 avec l'objectif particulier d'améliorer la sécurité alimentaire et de réduire la faim. Sur une période de plus de 15 ans, le programme a introduit des technologies nouvelles et améliorées qui ont entraîné une augmentation rapide de la production et des revenus agricoles dans plus de 100 pays. Les technologies de maîtrise de l'eau formaient un élément essentiel de la série des technologies introduites. La revue peut être téléchargée sur le site web de la FAO : <http://www.fao.org/docrep/014/i2176e/i2176e00.pdf>

2. Exemples Pratiques de Technologies d'Irrigation Courantes

Cette partie décrit diverses technologies d'irrigation courantes.

Chaque technologie est accompagnée de :

- Illustrations,
- Principes de conception,
- Exigences techniques,
- Contraintes couramment rencontrées,
- Estimations des investissements nécessaires et des coûts d'exploitation.



Figure 1 : Irrigation à l'aide d'un arrosoir

Arrosoir

L'arrosoir constitue une technique d'irrigation simple et accessible qui est compréhensible et largement pratiquée par les petits exploitants agricoles pour la production de légumes. La technologie ne nécessite que peu d'investissement, mais demande un travail intense et ne permet que l'irrigation d'un(e) petit(e) jardin/surface (50 à 100 m².)

Tableau 1 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation d'arrosoir

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none">• Source d'eau (rivière, ruisseau, canal, drain, puits de surface à ciel ouvert) à proximité immédiate (< 50m)	<ul style="list-style-type: none">• Disponibilité des arrosoirs dans le commerce• Accès au marché local pour les produits horticoles	<ul style="list-style-type: none">• Haute intensité de main-d'œuvre• Accès à une source d'eau proche

L'irrigation avec un arrosoir ou un seau (Figures 1 & 2) apporte aux petits exploitants agricoles un moyen simple de cultiver des produits irrigués. Dans la plupart des cas, les arrosoirs sont fabriqués localement à partir de fer galvanisé, de plastic, ou parfois avec des matériaux locaux disponibles tels que les calebasses. Le transport des arrosoirs de la source d'eau vers les cultures représente un travail important et un

arrosage quotidien est nécessaire. En général, la source d'eau ne devrait pas être éloignée de plus de 50 m de la zone à irriguer, ne devrait pas être trop profonde et devrait être facile d'accès pour le remplissage de l'arrosoir. Un réservoir rempli par une petite pompe est quelques fois construit pour faciliter l'accès (Figure 3). Normalement, les jardins irrigués sont situés le long de rivières ou de ruisseaux ou aux endroits où l'eau de surface ou l'eau souterraine peut être facilement atteinte. Le volume de travail pour transporter l'eau de la source vers le champ limite la surface qui peut être irriguée correctement par un ménage, en général entre 50 et 100 m².

Les arrosoirs peuvent être fournis dans un grand nombre d'interventions d'urgence, généralement pour la production de légumes à petite échelle par des groupes – souvent des groupes de femmes. Pour qu'il soit possible de générer des revenus supplémentaires à partir de

la vente de légumes, il est important d'avoir des marchés à proximité ; de ce fait, la plupart des jardins potagers irrigués sont généralement situés autour des centres urbains et des foyers de peuplement.

Coûts

Les arrosoirs peuvent coûter 5 US\$ la pièce ou moins. Un arrosoir permet d'irriguer environ 100m², ce qui revient à 500 US\$ par hectare (ha). Quelques fois des coûts supplémentaires sont nécessaires pour rendre la source d'eau accessible en installant une pompe, un réservoir, ou pour améliorer un puits à ciel ouvert.

Les coûts de main-d'œuvre sont plus importants cependant et, suivant la distance entre la source d'eau et les champs, peuvent varier entre 1 200 US\$–1 500 US\$/ha par saison (pour une hypothèse de 1 US\$/jour de travail et un besoin en eau de 3 000 m³/ha de culture).



© FAO/Oliver Asselin



© FAO/A. Casset

Figure 2 (à gauche) : Arrosage avec un seau

Figure 3 (à droite) : Utilisation d'un arrosoir pour prendre de l'eau à partir d'un réservoir en béton

Pompe à pédale

Conçue à l'origine en Asie, la pompe à pédale a été introduite à grande échelle dans un grand nombre de pays africains et a été promue par plusieurs agences internationales ainsi que des ONG spécialisées qui ont montré le potentiel de cette technique de micro-irrigation. Cette technique qui nécessite un investissement relativement modeste d'environ 100 US\$ permet aux petits exploitants agricoles d'irriguer une surface plus importante qu'avec la méthode traditionnelle de l'arrosoir. En pompant l'eau d'une profondeur maximale de 7m, l'utilisation de la pompe à pédale permet généralement d'irriguer une surface de 2 000 à 3 000 m² pour au moins quatre heures de pompage chaque jour, avec un débit d'environ 1L par seconde.

La technologie de la pompe à pédale a fait l'objet de beaucoup d'évaluation depuis sa première introduction dans les années 70, et une gamme de modèles ont été créés par différentes organisations, dont la FAO, à partir du même concept mais en utilisant des matériaux différents et en améliorant la conception et la fabrication. Il existe deux principaux types selon la façon dont l'ouverture de refoulement fonctionne : la pompe à pédale à pression (Figure 5) et la pompe à pédale gravitaire (Figure 4). La pompe à pression s'est avérée plus performante étant donné qu'elle peut être branchée à un tuyau souple qui permet l'arrosage direct des cultures.

La diffusion de la technologie a été facilitée par la promotion de la fabrication locale, souvent par des projets financés séparément et avec l'assistance d'ONG internationales spécialisées.



© W3W, Suisse



© M Smith

Figure 4 (à gauche) : Pompe à pédale gravitaire en béton

Figure 5 (à droite) : Arrosage à l'aide d'une pompe à pédale à pression

Cependant, l'enthousiasme de départ pour la pompe à pédale s'est tempéré quand la technologie a connu des revers et s'est avérée moins durable comme plusieurs programmes l'ont démontrés. Ces contraintes incluaient :

- La mauvaise qualité des fabrications locales et les pannes fréquentes ;
- L'insuffisance de conseils techniques pour l'installation et l'exploitation de l'équipement ;
- Le travail considérable à fournir chaque jour pour pomper l'eau ;
- Les limites, en particulier pour le modèle gravitaire, étant donné que l'eau, en petite quantité, ne peut pas toujours être transportée vers les cultures en fonction de la distance ;
- La position surélevée requise pour faire fonctionner la pompe à pédale, en particulier avec les premiers modèles, qui peut être gênante pour les femmes ; et
- Le partage de pompe à pédale entre groupes d'utilisateurs s'est avéré peu réussi.

La pompe à pédale a connu plus de succès dans les projets d'aménagement de zones humides. En effet, l'eau souterraine s'y trouve à une faible profondeur (<3 m) et l'utilisation de la pompe a été combinée à l'aménagement de puits. La pédale à pression a été également combinée avec un système de distribution de tuyaux à faible pression et de tuyaux souple pour distribuer l'eau par aspersion.

Tableau 2 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de pompe à pédale

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • La source d'eau (de surface ou souterraine) devrait être proche de la zone irriguée • La hauteur de refoulement ne doit pas dépasser 7m. • L'élargissement des zones de jardinage existantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitants agricoles habitués à l'irrigation de jardin et ayant accès à un marché • Capacité de fabrication locale et de services après-vente • Démonstration et services de conseil pour le système amélioré d'irrigation de champ 	<ul style="list-style-type: none"> • Travail intensif et limité à 3–4 heures/jour • Surface limitée de 200 à 3 000 m² • Mauvaise qualité des fabrications locales • Système inadéquat d'irrigation de champ

Coûts

L'investissement nécessaire pour la pompe à pédale à pression, incluant un jeu de tuyaux souples pour la prise d'eau et l'ouverture de refoulement, est d'environ 120 US\$ par lot de pédales irrigant 2 500 m², ce qui revient environ à 500 US\$/ha ; le coût de la main-d'œuvre nécessaire pour pédaler par saison est estimée à 150 US\$ par jeu ou 600 US\$/ha.

Motopompe

La motopompe a révolutionné l'agriculture irriguée et apporté une importante contribution à la sécurisation de la production alimentaire et des revenus pour les petits exploitants agricoles d'un grand nombre de pays.

Grâce à la disponibilité de petites motopompes à bas prix (Figure 6), la technologie devient attrayante et performante, convenant aux exploitants agricoles travaillant individuellement ou en collectivité. Les exploitants agricoles individuels peuvent élargir leurs parcelles de jardin pour irriguer une surface plus large grâce à la motopompe, alors que les collectivités d'exploitants agricoles peuvent irriguer une surface commune ou collective. L'équipement s'est avéré fiable pourvu qu'il soit correctement entretenu et que des pièces de rechange soient disponibles. Néanmoins, le coût et l'accès au carburant constituent



© Stephan Abric/Practica Foundation

Figure 6 : Petite pompe à moteur à essence 1,5 cheval-vapeur

une contrainte pour les petits exploitants agricoles. Les pompes de plus grande taille posent souvent des problèmes de gestion étant donné qu'irriguer des zones plus larges nécessitent de préférence soit un bon système d'acheminement et de distribution avec des canaux revêtus, soit des tuyaux en PVC à basse pression, soit des ouvertures de refoulement à tuyau souples pour les petits systèmes de pompe.

Tableau 3 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de motopompes

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none">• Sources d'eau de surface ou souterraine suffisantes à proximité des zones irriguées• Profondeur d'eau ne dépassant pas 7m à l'emplacement de la pompe• Opportunité d'élargissement de la surface irriguée pour les exploitants agricoles individuels• Assurance de bonne gestion et de coopération entre exploitants agricoles pour les utilisations collectives	<ul style="list-style-type: none">• Motopompe disponible dans le commerce avec services de maintenance et de rechange• Accès à un approvisionnement régulier en carburant à un prix abordable• Accès aux marchés pour les produits agricoles• Services de conseil pour la sélection, l'installation, les pratiques d'irrigation de champ et l'entretien.• Attention adéquate au système d'acheminement (revêtement des canaux ou système de tuyaux à basse pression)	<ul style="list-style-type: none">• Coûts d'investissement élevés• Disponibilité du carburant• Coûts d'exploitation• Problèmes de gestion dans les systèmes de pompe de grande envergure• Faible efficacité d'irrigation à cause du manque de connaissance des pratiques d'acheminement de l'eau et d'irrigation de champ

Un grand nombre de systèmes d'irrigation villageois et à petite échelle ont été équipés de motopompes pour des surfaces de 5 à 200 ha, mais

l'organisation des exploitants agricoles en « associations des usagers de l'eau » (AUE) pour assurer l'exploitation et l'entretien a été difficile et un grand nombre de projets ont échoué à cause de la mauvaise coopération entre exploitants agricoles.

Coûts

Les petites motopompes de faible puissance de refoulement pourvues de petits moteurs à essence ou diesel d'une capacité de deux à cinq chevaux et d'un débit typique de deux à 5 L/seconde se sont avérées rentables. Le prix de ces pompes centrifuges a significativement diminué à cause des importations en provenance de la Chine et de l'Inde, et se situe généralement entre 200 US\$ et 500 US\$, ce que les petits exploitants agricoles mieux établis peuvent se procurer, leur permettant d'irriguer une surface importante d'un à cinq hectares. Les coûts d'exploitation sont constitués principalement par le coût du carburant qui est estimé à 500 US\$/ha par saison.



© FAO-TCOF
Figure 7 : Petit motopompe suffisante pour irriguer 2,5 ha

Pompes solaires

Les pompes solaires permettent d'éviter les coûts élevés du carburant des motopompes. Les pompes électriques associées aux unités de production d'énergie solaire se sont avérées fiables et leurs coûts d'entretien sont faibles. Cependant, la production énergétique des panneaux solaires est limitée, et dans la plupart des cas, une pompe électrique fonctionnant à l'énergie solaire ne peut irriguer que la surface d'un petit jardin de 0,3 à un hectare.

L'unité de pompe solaire (Figure 8) inclut les panneaux solaires, un bloc de batterie et une unité régulatrice de courant pour le stockage de l'énergie, ainsi qu'un moteur électrique connecté à la pompe à eau. Pour une bonne irrigation, l'eau doit être stockée dans un réservoir à eau ou une citerne qui est branché à un système de tuyaux à basse pression ou à un système de goutte-à-goutte.



© M. Smith
Figure 8 : Panneaux solaires, pompe et réservoir d'eau potable et d'irrigation de jardin

Tableau 4 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de pompes solaires

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Source d'eau (rivière, puits) d'une profondeur inférieure à 10 m • Aménagement de puits tubulaire en cas d'eau souterraine • Ensoleillement suffisant (8–12 KWh/m²/jour) 	<ul style="list-style-type: none"> • Panneaux et pompes disponibles dans le commerce • Construction de réservoir pour constituer une réserve pour 2–3 jours afin d'augmenter le débit et en prévision des périodes de faible ensoleillement • Système de tuyaux à basse pression ou d'irrigation goutte-à-goutte • Services de conseil technique compétents pour la conception et l'installation 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'investissement élevés • Débit faible • Seules de petites surfaces de jardin (de 0,3 à 1 ha) peuvent être irriguées

Coûts

Les investissements sont très élevés et souvent difficiles à justifier d'un point de vue économique. Les estimations pour le coût des batteries et des régulateurs électriques, ainsi que des motopompes électriques et du réservoir à eau varient de 10 000 US\$ à 15 000 US\$/ha. Il faut y ajouter des coûts supplémentaires en cas de branchement à un système de tuyaux à faible pression ou d'irrigation au goutte-à-goutte qui conviennent plus pour transporter efficacement l'eau à faible débit de la pompe vers les cultures.

Les coûts d'exploitation et d'entretien d'un système solaire sont limités aux coûts d'exploitation et d'entretien de base (50–100 US\$/

ha). Ainsi, l'énergie solaire pour le pompage d'eau d'irrigation ne peut être intéressante que pour un investissement à long terme.

Puits peu profonds

L'eau souterraine est une source d'eau fiable et accessible pour l'irrigation. Plusieurs technologies peu coûteuses ont été développées, notamment le revêtement de puits à ciel ouvert et les puits tubulaires peu profonds afin d'améliorer l'accès à l'eau souterraine pour l'irrigation ou la consommation d'eau potable. La profondeur de l'eau et les variations de sa profondeur et de sa quantité peuvent être des contraintes étant donné que les systèmes de pompe courants ne permettent pas de pomper l'eau d'une profondeur supérieure à sept mètres.

Il faut aussi former les équipes locales de forage et de conseil technique et assurer la diffusion des procédures appropriées. Certaines ONG internationales en Afrique australe se sont engagées avec succès



© FAO-TCOF

Figure 9 : Aménagement d'un puits ouvert

dans la promotion de technologies de puits peu profonds et dans le renforcement des capacités des artisans locaux.

Puits à ciel ouvert

Depuis toujours, les exploitants agricoles ont aménagé des puits à ciel ouvert, de profondeur allant de 15 à 20 m (Figure 9), pour la consommation d'eau potable et pour l'irrigation de jardin en utilisant des seaux (Figure 2). L'aménagement de puits à ciel ouvert est le plus courant, en particulier dans les fonds de vallée et les zones humides où l'eau souterraine est à faible profondeur ce qui permet aux exploitants de creuser simplement des puits à ciel ouvert pour l'irrigation avec des seaux. Etant donné que les puits à ciel ouvert s'effondrent facilement dans les sols sablonneux instables, les techniques de construction de puits ont été améliorées par le revêtement des puits avec des couronnes

en béton (Figure 10), des briques ou une maçonnerie de pierre, permettant à l'eau souterraine d'être exploitée à de plus grandes profondeurs.

Tableau 5 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de puits

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur d'eau souterraine jusqu'à 15–20m • Structure de sol stable pour les puits sans revêtement • Revêtement nécessaire pour les puits de profondeur supérieure à 2m dans les sols sablonneux 	<ul style="list-style-type: none"> • Artisans locaux avec expérience traditionnelle en forage de puits • Stabilisation de puits par revêtement nécessaire pour les sols instables (sable) • Conseil technique pour la fabrication de couronne en béton et les procédures d'installation 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible débit • Petite surface à irriguer • Connaissances techniques pour le revêtement et la fabrication de couronnes en béton • Protection et visibilité pour éviter des accidents



© FAO/Olivier Asselin

Figure 10 : Revêtement d'un puits ouvert

Coûts

Le coût d'un puits à ciel ouvert peut varier considérablement selon la profondeur du puits et l'équipement nécessaire pour son forage ; les coûts peuvent varier de 500 US\$ à 1 500 US\$ par puits à ciel ouvert équipé d'un revêtement en béton. Traditionnellement, le forage de puits à ciel ouvert avec ou sans revêtement de brique peut être moins coûteux et réalisé la plupart du temps par les artisans locaux.

Puits tubulaires peu profonds

Les puits tubulaires peu profonds sont relativement nouveaux et constituent une technique prometteuse pour l'Afrique australe. Ils se

sont avérés particulièrement efficaces avec un tubage en PVC, qui est largement disponible actuellement, même en zone rurale. Plusieurs techniques nouvelles et rentables pour le forage de puits tubulaires ont été élaborées en fonction des différentes conditions hydrogéologiques, ce qui permet le forage dans différents types de sol, tels que dans les couches de sable et de roche dure.

Les techniques d'aménagement de puits peu profonds incluent :

- Le forage de puits tubulaire avec une tarière
- Le forage *Rota Sludge* pour les puits tubulaire
- Le forage par percussion
- Le forage à érosion par jet
- Le forage par battage
- Le forage *Rotary*

Les ONG internationales spécialisées ont joué un rôle important dans l'introduction des puits tubulaires peu profonds et dans la formation des entrepreneurs locaux sur les nouvelles techniques d'aménagement, telles que la technologie *Rota Sludge*. Grâce à la formation des foreurs locaux, les technologies sont accessibles aux exploitants agricoles à un coût abordable.

Coûts

Le coût de forage de puits tubulaires de surface équipés avec des tuyaux en PVC de 150mm et réalisés par des équipes de forage formées localement, peut-être de seulement 300–400 US\$ par unité. Avec une motopompe (± 250 US\$), ils peuvent irriguer généralement un hectare de légumes. Les puits tubulaires de profondeur supérieure à 30 m nécessitent un équipement de forage spécialisé et des pompes multiétagées. Ainsi le prix d'une telle pompe de puits en profondeur peut dépasser 10 000 US\$ par unité.

Systèmes de transport par canal et tuyau

Le transport de l'eau de la prise d'eau jusqu'aux cultures est un élément essentiel du système d'irrigation et est souvent réalisé par un simple canal gravitaire en terre. Les pertes en eau dans de tels systèmes peuvent être considérables à cause de l'évaporation et de l'infiltration dans le fond du canal, en particulier dans les sols sablonneux. De plus, si les dispositifs de régulation de l'eau sont inexistants ou inadéquats, la distribution d'eau ne sera pas contrôlée, ce qui peut entraîner la rupture du canal et la perte d'eau. En termes d'efficacité, les systèmes gravitaires à ciel ouvert s'accompagnent d'une perte de 40 % en général. La majeure partie de l'eau peut ainsi se perdre ce qui constitue un gaspillage de l'énergie de pompage et ne permet pas d'irriguer autant que prévu, ou autant que possible.

Lorsqu'on fournit des pompes d'irrigation aux exploitants agricoles sans leur donner de conseil technique sur la façon de distribuer l'eau dans les champs et dans les cultures, il en résulte fréquemment des pertes élevées en eau, une performance décevantes, la salinité et de fréquentes pannes.

De ce fait, il est important d'accorder suffisamment d'attention à l'aménagement et à la conception des canaux pour tout système d'irrigation et de déterminer quel système devrait être utilisé, quelles types d'améliorations devraient ou pourraient être apportées, et quels dispositifs de régulation devraient être inclus.

Les systèmes de distribution par tuyau sont très efficaces, mais nécessitent un investissement important et beaucoup d'énergie. Quelques principes de base d'aménagement et les principales caractéristiques techniques sont présentés ci-après, mais la conception et l'installation des deux systèmes nécessitent un appui et des conseils techniques prenant en compte la situation particulière.

Système de canal gravitaire à ciel ouvert

La prise d'eau dans un système de canal à ciel ouvert se fait soit à partir d'une structure de détournement, soit à partir de pompes. Pour les zones plus larges où l'eau doit être transportée sur plusieurs kilomètres, un réseau de canaux secondaires et tertiaires est nécessaire. Pour ces derniers, une disposition et une conception appropriées sont nécessaires en prenant en compte les dispositifs de régulation pour contrôler le débit et les niveaux de l'eau dans les canaux ainsi que la distribution de la quantité appropriée d'eau à chaque segment du canal, conduit de distribution et tuyau de sortie. Pour réduire les pertes d'eau dans le canal et pour prévenir l'érosion, en particulier dans les sols sablonneux et instables, le revêtement des canaux (Figure 11) devrait être envisagé pour au moins une partie du système de

canaux. Les dispositifs de régulation du canal (Figure 12) incluent les régulateurs de débit et de niveau d'eau, les structures de dénivellation, les prises et les sorties d'eau, ainsi que les ponts et les siphons pour les traversées de route et les croisements d'installations de drainage (consultez l'Annexe 1 pour obtenir davantage d'informations sur la planification de ces systèmes).

Un appui technique adéquat est nécessaire pour assurer la conception et l'installation adéquates d'un système de canal d'irrigation, même pour de petites zones irriguées de moins d'un hectare. Au-delà de l'aménagement et la construction du système de canaux, les fermiers doivent suivre une formation sur l'exploitation et l'entretien du système, incluant des conseils sur le moment et la quantité d'eau qui doit être appliquée aux différentes cultures.



©FAO/Antonello Proto



©FAO/Alberto Conti

Figure 11 (à gauche) : Revêtement de maçonnerie en briques d'un canal d'irrigation

Figure 12 (à droite) : Régulation d'un canal à l'aide d'un seuil déversant et des admissions d'eau dans les champs

Tableau 6 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de système de canal

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> • Structure de prise d'eau fiable (pompe, barrage, source, détournement) • Approvisionnement en eau adéquat pour la zone irriguée • Bon potentiel d'élargissement de la zone irriguée • Faible efficacité d'utilisation d'eau du système de transport actuel 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonds adéquats disponibles pour la construction • Assistance technique adéquate pour la conception et services de conseil technique pour les exploitants agricoles • Maçons locaux à former sur les petits dispositifs de régulation • Groupes d'usagers d'eau motivés, prêts à contribuer substantiellement aux travaux d'excavation et de construction 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts d'investissement élevés • Faible motivation des membres des AUE à déboursier pour l'exploitation et l'entretien • Conflits sur l'utilisation de l'eau entre les utilisateurs en amont et les utilisateurs en aval • Complexité de la distribution d'eau • Manque de services d'appui technique compétents pour l'exploitation et la maintenance

La construction du système de canaux inclut les travaux d'excavation des canaux d'irrigation et de drainage, ainsi que des dispositifs de régulation du débit. De plus, il se peut qu'il faille revêtir une partie du système de canal en terre afin de réduire les pertes en eau et pour assurer le transport de l'eau sur les sections de canaux difficiles (Figure 13).

Coûts

Partant de l'hypothèse de coûts des travaux d'excavation équivalant à 4 US\$ par m³ et des ouvrages en béton revenant à 150 US\$ par m³ pour le revêtement et les dispositifs de régulation, la construction des canaux

pourrait avoisiner 600–800 US\$ par ha, incluant le revêtement partiel (10 %) et de petits dispositifs de régulation. Pour réduire les coûts, les entrepreneurs locaux devraient réaliser la plus grande partie possible du travail. Si des entrepreneurs nationaux ou internationaux réalisent la conception et la construction, les coûts seront substantiellement plus élevés et les coûts d'investissement pourront varier de 3 000 US\$ à 8 000 US\$/ha.

Système de tuyau à basse pression

Le système de distribution en tuyau à basse pression (*système californien*) s'est avéré être une technologie d'irrigation efficace pour les petits exploitants agricoles et pour les groupes de petits exploitants agricoles, destiné au transport efficace de l'eau vers les champs et les cultures (Figure 14). En général, la plupart des matériaux (tuyaux en PVC ou PEP, tuyaux souples) sont disponibles localement et les exploitants agricoles peuvent installer le système avec une assistance technique minimale, ou avec l'aide de techniciens d'irrigation privés formés localement.



© FAO-TCOF
Figure 13 : Erosion d'un canal à la sortie d'une pompe motorisée

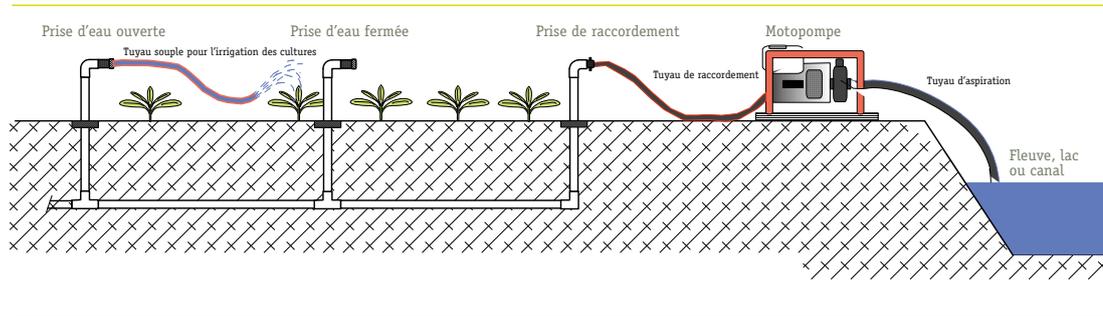


Figure 14 :
Disposition d'un
réseau de conduites
à basse pression
Source : Adaptation du dessin original du M. Smith



© M Smith



© M Smith

Figure 15 (à gauche) : Système de tuyaux
de PVC enfouis et sorties reliées à un tuyau
flexible

Figure 16 (à droite) : Arrosage à l'aide d'un
tuyau flexible

Tableau 7 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de système de tuyaux à basse pression

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> Alimentation en eau disponible à partir d'un dispositif de pompage d'eau (pompe à pédale, petite motopompe) ou d'un petit réservoir Zone irriguée peu éloignée de la source d'eau Etendue de la surface irriguée >5 000 m² avec possibilité d'élargissement Peut être combiné avec l'irrigation de saison sèche pour les rizières 	<ul style="list-style-type: none"> Pompe à pédale ou motopompe disponible Tuyaux en PVC et accessoires de tuyauterie disponibles localement Conseil technique sur la conception, l'installation et l'exploitation du système 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts d'investissement élevés au départ Rupture des conduites ascensionnelles

Associé à une petite motopompe ou une pompe à pédale à pression, ou grâce à la gravité et un petit réservoir surélevé, le système transporte et distribue l'eau directement aux zones irriguées (> 0,5 ha) et champs, effectuant l'irrigation par rotation des différents tuyaux de sortie. Les tuyaux de sortie ou les prises d'eau sont placé(e)s à des intervalles réguliers (±20 m.) dans un système souterrain en PVC. Les ouvertures de refoulement peuvent être directement ouvertes sur les champs ou branchées à un tuyau souple qui peut être déplacé pour irriguer chaque champ et culture (Figure 15). L'introduction des systèmes de tuyau à basse pression a été menée à bien dans plusieurs pays africains, la plupart avec l'assistance d'agences techniques.

Coûts

L'investissement nécessaire pour les systèmes de tuyau à basse pression est encore élevé, pour un coût d'environ 1 000 US\$ à 1 500 US\$/ha, mais peut facilement être récupéré étant donné que la répartition des ressources en eau et l'exploitation facile assurent une utilisation plus

précise et efficace de l'eau, donnant des rendements plus élevés, des économies d'eau et des surfaces irriguées plus larges.

Systèmes d'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion a été largement introduite dans les projets communautaires et individuels pour couvrir des surfaces petites ou grandes. La technique utilise un système complet d'irrigation incluant une pompe, des tuyaux de distribution, et des dérivations de conduite mobiles sur lesquelles les asperseurs sont placés. Le système est d'une efficacité élevée en termes d'utilisation de l'eau, il est facile à installer, et l'équipement est largement disponible sur le marché. Néanmoins, les coûts d'investissement élevés, ainsi que les coûts élevés de carburant pour le fonctionnement des pompes à pression, constituent des contraintes majeures et sont souvent la raison pour laquelle la mise en œuvre de la technologie a échoué ou a été abandonnée.

Tableau 8 : Conditions, exigences et contraintes pour l'utilisation de systèmes d'aspersion

Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> Alimentation en eau suffisante à partir de rivière, de lac, de réservoir ou de source d'eau souterraine Mobilité du système d'irrigation Irrigation d'appoint vent faible 	<ul style="list-style-type: none"> Equipement disponible dans le commerce Système de pompe pressurisé (2–3 bar) Energie peu coûteuse disponible Conseil technique pour la conception, l'installation et l'exploitation du système 	<ul style="list-style-type: none"> Coût énergétique élevé Coût d'investissement élevé Coûts de main-d'œuvre pour déplacer les dérivations de conduite

Dans l'irrigation par aspersion, une pompe capte l'eau d'une source d'eau (rivière, lac, canal ou puits) et transporte l'eau sous une importante pression (2–3 bar) dans un système de tuyau, qui est partiellement souterrain et partiellement apparent à la surface du sol pour se raccorder rapidement à des tuyaux légers, qui peuvent être déplacés sur le champ (Figure 17). Les asperseurs sont placés sur les lignes d'asperseurs des dérivations de conduit et l'eau est aspergée en cercle sur les cultures au travers des têtes de pulvérisation (Figure 18). Les pertes en eau sont faibles (<30 %) et le système peut être déplacé facilement. Aucun nivellement de champ n'est nécessaire et il faut peu d'efforts physiques pour déplacer les conduites de transport mobiles le long du champ et pour brancher les prises d'eau aux canalisations principales souterraines.

Le système se décline en diverses tailles et conceptions et il peut également être utilisé par des petits exploitants agricoles. A cause de la mobilité de l'équipement, l'utilisation des systèmes d'asperseurs marche bien pour l'irrigation d'appoint dans les lieux où les précipitations sont

irrégulières ou inappropriées, ce qui peut sauver ou donner un coup de pouce à la production des cultures pendant les périodes de sécheresse.

Les contraintes majeures du système d'irrigation sont l'investissement considérable et les coûts d'exploitation. En particulier, les coûts élevés en carburant et les exigences énergétiques du système pressurisé font de lui l'une des options les plus coûteuses et il s'est avéré être non économique pour la plupart des productions alimentaires cultivées par des petits exploitants agricoles.

Coûts

Les coûts d'investissement pour le système d'asperseur incluent une motopompe ayant la capacité de produire la pression suffisante, ainsi que les dérivations de conduit à raccordement rapide avec les colonnes montantes des asperseurs et le système de tuyau pressurisé. Les estimations des coûts d'investissement sont d'environ 3 000–5 000 US\$/ha. A cause de la pression élevée nécessaire, les coûts d'exploitation



© FAO/Alberto Conti



© M. Smith

Figure 17 (à gauche) : Ligne d'aspersion latérale amovible

Figure 18 (à droite) : Tête de gicleur rotative

sont élevés à cause des coûts de carburant, qui atteignent 800–1 000 US\$/ha par saison.

Système d'irrigation au goutte-à-goutte

Dans l'irrigation au goutte-à-goutte, l'eau est directement versée sur les cultures par de petits goutteurs placés sur des tuyaux souples en polyéthylène longeant les rangées de culture. Le système peut être très efficace en termes d'utilisation d'eau, atteignant jusqu'à 90 %. Le système verse l'eau très précisément sur la culture, ce qui entraîne un rendement de culture optimal. L'utilisation de l'irrigation au goutte-à-goutte marche le mieux pour les exploitations agricoles et les serres de fruits et légumes à visée commerciale.

Les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte familiaux et les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte simplifiés à seau ont été élaborés et introduits commercialement et spécifiquement pour les

petits exploitants agricoles en Afrique australe. Un seau réservoir de 10–15 L ou un ancien fût à carburant de 200–300 L est placé à une hauteur élevée (1–2 m) au-dessus du champ et est connecté à de petits tuyaux et goutteurs (Figure 19) pour irriguer une petite surface de jardin potager de 50 m² dans le cas du seau réservoir, ou de 250–500 m² dans le cas d'une irrigation au goutte-à-goutte avec un réservoir plus large.

Même si la technologie est efficace, les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte pour petits exploitants agricoles ont échoués dans plusieurs cas, étant donné que les exploitants agricoles ne se sont pas suffisamment familiarisés avec les aspects opérationnels de la technologie. Les difficultés incluent le remplissage fréquent du seau ou du réservoir, l'accès aux sources d'eau, le manque de connaissances sur la fréquence d'application d'eau, et le fait de ne pas nettoyer régulièrement le système de filtrage (Figure 20). Ces difficultés ont été les causes de performances décevantes et de pannes de petits systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte.



© FAO-TCOF



© Stephan Abric/Practica Foundation

Figure 19 (à gauche) : Installation de lignes d'irrigation goutte à goutte

Figure 20 (à droite) : Filtre dans un système d'irrigation goutte à goutte

Tableau 9 : Conditions, exigences et contraintes pour la technologie d'irrigation

Technologie d'irrigation	Conditions techniques	Exigences	Contraintes
Kit d'irrigation au goutte-à-goutte familial	<ul style="list-style-type: none"> Optimisation des faibles ressources en eau disponibles (saison sèche ou région aride) Alimentation en eau disponible à partir de puits à ciel ouvert, de pompe manuelle ou d'autre source d'eau Eau de bonne qualité (propre) 	<ul style="list-style-type: none"> Equipement de goutteur disponible dans le commerce Réservoir d'eau de taille suffisante disponible Mécanismes pour pomper l'eau dans le réservoir (pompe à pédale) Conseil technique sur l'exploitation du système d'irrigation au goutte-à-goutte et sur la fréquence d'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> Petite surface à irriguer (< 500 m²) Efforts à fournir pour remplir le réservoir d'eau Bouchage des goutteurs Nettoyage des filtres Coûts d'investissement élevés Manque de connaissances sur le système de goutteur (le sol reste sec)
Système d'irrigation au goutte-à-goutte simplifié avec seau	<ul style="list-style-type: none"> Petit jardin potager (50–100 m²) Eau provenant de puits ou de source d'eau potable 	<ul style="list-style-type: none"> Equipement fabriqué avec des matériaux locaux Conseil technique sur l'exploitation du système 	<ul style="list-style-type: none"> Très petite surface irriguée (50 m²) Remplissage fréquent du seau Manque de connaissances sur le système de goutteur

Coûts

Les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte coûtent environ 8 000–10 000 US\$/ha dans le commerce et les coûts de l'énergie sont estimés à 500–700 US\$/ha.

L'investissement pour un système d'irrigation au goutte-à-goutte simplifié avec seau ou familial est considérable. Même si le coût d'une unité de système à seau (50 US\$) et le coût d'une unité d'irrigation au goutte-à-goutte familiale (300 US\$) sont modestes, les coûts d'investissement par hectare sont encore importants (10 000–12 000 US\$/ha), étant donné que la surface couverte est plutôt petite (50–250 m²). Les coûts de la main-d'œuvre nécessaire pour remplir régulièrement le seau et la citerne d'eau sont également plutôt importants et sont estimés à 500–700 US\$/ha.

Systèmes d'irrigation à petite échelle et systèmes d'irrigation communautaires

Les systèmes d'irrigation à petite échelle et les systèmes d'irrigation communautaires ont été introduits à grande échelle en Afrique australe pour promouvoir l'agriculture irriguée auprès des petits exploitants agricoles. La taille des systèmes peut varier de 5 à 200 ha et les systèmes peuvent inclure des détournements de rivière, des petits barrages et des systèmes de pompe. Les résultats n'ont pas toujours été positifs à cause du manque d'appropriation et de la faible implication de la communauté dans la planification. L'exploitation et la maintenance se sont avérées être un problème majeur, et les coûts d'exploitation étaient souvent trop élevés pour la culture de produits alimentaires pour les petits exploitants agricoles.

On peut distinguer trois types de systèmes d'irrigation à petite échelle et de systèmes d'irrigation communautaires, selon la façon de

mobiliser les ressources en eau pour l'irrigation : les systèmes de détournement de rivière et de ruisseau, les systèmes de pompe, et les systèmes de petit barrage.

Chaque système a sa conception particulière et ses caractéristiques de fonctionnement, qui sont décrits dans les sections suivantes.

Tableau 10 : Conditions, exigences et contraintes pour les systèmes d'irrigation

Technologie WCC	Conditions techniques	Exigences	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> Création ou réhabilitation d'un déversoir de détournement traditionnel 	<ul style="list-style-type: none"> Alimentation en eau suffisante pour deux saisons A distance raisonnable (<2km) de la prise d'eau Association des Usagers de l'Eau (AUE) en place 	<ul style="list-style-type: none"> AUE motivées, prêtes à contribuer substantiellement aux travaux de réhabilitation et à assurer l'exploitation et la maintenance (E&M) Fonds disponibles pour le détournement Assistance technique pour la conception et les services de conseil technique Formation intensive des exploitants agricoles (FP&V) 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts de réhabilitation Motivation des membres de la AUE à déboursier pour l'E&M Passation de marché pour les travaux de construction Services d'assistance à fournir pendant au moins deux ans
<ul style="list-style-type: none"> Petits barrages en terre 	<ul style="list-style-type: none"> Petits ruisseaux Relief terrestre favorable (vallonné) convenant au site du barrage Surface convenable (2–5 ha) à irriguer près du site du barrage Sols convenables pour la construction du barrage à proximité. 	<ul style="list-style-type: none"> AUE motivées, prêtes à contribuer substantiellement aux travaux de construction Fonds disponibles pour la construction du barrage Assistance technique pour la conception et services de conseil technique pour les exploitants agricoles Entrepreneurs spécialisés avec équipement de terrassement 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts d'investissement élevés Durée limitée de la disponibilité d'eau Envasement Risques d'inondation Maintenance élevée Motivation des membres de l'AUE à déboursier pour l'E&M Services d'assistance à fournir pendant au moins plusieurs années
<ul style="list-style-type: none"> Installation de systèmes de pompe pour petits exploitants 	<ul style="list-style-type: none"> Alimentation en eau suffisante Principaux ouvrages en état de fonctionner AUE existante 	<ul style="list-style-type: none"> AUE motivées, prêtes à contribuer substantiellement aux travaux de réhabilitation et à assurer l'exploitation et la maintenance (E&M) Fonds disponibles pour les travaux de réhabilitation Assistance technique des services de conseil technique Formation intensive des exploitants agricoles (FP&V) 	<ul style="list-style-type: none"> Coûts de réhabilitation Motivation des membres de l'AUE à déboursier pour les coûts de carburant et d'E&M Services d'assistance à fournir pendant au moins deux ans

Détournement de rivière et de ruisseau

Dans le passé, les exploitants agricoles ont réalisé de simples détournements de rivière et de ruisseau en construisant de petites barrières de pierre, ou des déversoirs en pieux et en broussailles, dans le lit des cours d'eau. La construction des structures simples et l'excavation des canaux gravitaires sont réalisées par les groupes d'exploitants agricoles qui partagent la prise d'eau. Souvent, le canal de prise parcourt plusieurs kilomètres avant d'atteindre la vallée où les terres irriguées sont situées.

Cependant, ces déversoirs traditionnels sont facilement détruits par les inondations et doivent être partiellement ou entièrement reconstruits presque chaque année. Ces structures nécessitent un entretien important alors que la maîtrise de l'eau est difficile, entraînant de larges variations dans l'alimentation en eau du canal de prise et des canaux. Un grand nombre de programmes d'irrigation à petite

échelle parrainés par le gouvernement et les bailleurs ont amélioré la construction des petits déversoirs de détournement en utilisant des déversoirs et des structures de prise d'eau en béton ou en maçonnerie. Les gabions sont des exemples de déversoirs peu coûteux et durables qui peuvent être réalisés par des communautés d'exploitants agricoles (Figure 21).

La structure de détournement typique (Figure 22) inclut un corps de déversoir avec un bassin d'amortissement pour dissiper l'énergie hydraulique, et une ou deux vannes de prise. Dans la plupart des projets d'irrigation à petite échelle, les canaux principaux et secondaires ainsi que les dispositifs de régulation sont également inclus dans la conception du projet. La plupart des canaux gravitaires ne sont pas revêtus, sauf pour les sections fragiles (sable, sol instable engorgé d'eau).

Le remplacement des déversoirs traditionnels par une structure de prise d'eau construite avec des matériaux durables est la première étape



© M Smith



© M Smith

Figure 21 (à gauche) : Ouvrage de détournement de barrage amélioré avec des gabions

Figure 22 (à droite) : Barrage de détournement avec bassin de tranquillisation, vannes et canal d'admission

pour améliorer la maîtrise de l'eau, réduire la nécessité de reconstruire chaque année, limiter les pertes en eau et permettre l'irrigation de plus grandes surfaces.

Les précipitations déterminent le débit pour les détournements de rivière et de ruisseau. La conception des structures de détournement doit prendre en compte les variations substantielles fréquentes des débits entre la saison sèche et la saison pluvieuse. Des précautions particulières sont à prendre pendant la conception du barrage pour tenir compte des situations extrêmes d'inondation et d'envasement ainsi que de la baisse des débits d'eau pendant la saison sèche. De plus, plusieurs systèmes d'irrigation peuvent être construits sur une même rivière et des situations de conflit peuvent surgir quand des utilisateurs en amont détournent l'eau au détriment des utilisateurs en aval.

Souvent, les gouvernements n'ont que des capacités limitées pour fournir des services et une assistance techniques pour les systèmes d'irrigation à petite échelle ; de ce fait, des firmes d'ingénierie-conseil spécialisés étrangers sont souvent appelées pour réaliser les études et établir la conception des structures, tandis que des entrepreneurs locaux réalisent la construction. La participation des exploitants agricoles dans la conception des travaux est donc souvent minimale. Même s'il est généralement accepté que les exploitants agricoles contribuent à une partie des coûts des travaux (15–20 %) en fournissant la main-d'œuvre (travaux de terrassement) ou les matériaux de construction (ex : sable, gravier), la faible consultation de ces acteurs entraîne un manque d'appropriation et la faiblesse des associations d'usagers de l'eau dès le début.

L'exploitation et la maintenance par l'AUE est un facteur important dans la réussite du programme. Pour réussir, les associations d'usagers de l'eau ont besoin d'assistance en renforcement des capacités pour fixer les règles et les règlements de distribution de l'eau, d'utilisation

de l'eau, d'entretien des structures et de collecte des redevances d'eau pour les travaux de maintenance entre autres.

Coûts

L'investissement dans les systèmes de détournement gravitaires peut varier d'un pays à un autre, et dépendra de la complexité du déversoir, des matériaux utilisés, de la longueur et de la complexité du canal de prise.

Tableau 11 : Projets de détournement d'eau, intervenants et coûts

Type de déversoir de détournement	Conception	Construction	Coût US\$/ha	Remarques
Détournement de ruisseau	Agence O(N)G	Petits entrepreneurs	500–1 000	Petite structure de prise d'eau simple
Nouvelle construction de déversoir de détournement	Consultants	Entrepreneurs	6 000–15 000	Incluant l'excavation du canal, les dispositifs de régulation, les champs
Reconstruction de déversoirs traditionnels	Consultants	Entrepreneur	4 000–6 000	Structures de qualité normalisée
Reconstruction de déversoirs traditionnels	Consultants Agence O(N)G	Petits entrepreneurs AUE	1 500–2 500	Matériaux locaux, structures de qualité inférieure

Réhabilitation de déversoirs existants	Consultants	Entrepreneurs	2 000–3 000	Structures de qualité normalisée
Réhabilitation de déversoirs existants	Consultants Agence O(N)G	Petits entrepreneurs AUE	600–1 500	Matériaux locaux simples

Le fait de donner aux exploitants agricoles de plus grandes responsabilités et de les faire participer à la conception et à la construction du système d'irrigation peut entraîner l'obtention de coûts bien plus bas et augmente significativement l'implication des exploitants agricoles dans l'exploitation et la maintenance du système. Cette approche s'est avérée réussie quand une assistance technique adéquate et régulière est fournie aux exploitants agricoles pendant toute la conception et la mise en œuvre. Il est également important de suivre un calendrier souple adapté pour inclure les exploitants agricoles et prenant en compte leur rythme d'adoption des nouvelles technologies.

La durée de vie d'une structure de détournement construite en béton ou en maçonnerie devrait être d'au moins 10 ans, même si un grand nombre de structures devrait durer au moins 30 ans. Une bonne maintenance et des réparations en temps opportun sont les facteurs déterminants de la durabilité et de la durée de vie de la structure.

Systèmes de pompe

Les pompes d'irrigation peuvent simplifier la conception et la construction, et éviter la construction de longs canaux de prise dans les systèmes de détournement, apportant ainsi une plus grande flexibilité dans la taille du système et dans la sélection de l'emplacement par rapport à la zone à irriguer. Les coûts énergétique nécessaire pour faire fonctionner les pompes seront en grande partie

compensés par la réduction des coûts d'investissements, mais ils se sont cependant avérés être une contrainte majeure dans les systèmes de pompe à petite échelle.

Avec l'installation de la pompe, l'eau peut être tirée d'une source proche, telle qu'une source d'eau de surface ou souterraine. L'eau de surface inclut les rivières, les canaux, les ruisseaux et les lacs. L'avantage des pompes est leur mobilité et leur capacité à s'adapter facilement aux variations des profondeurs d'eau. Pour l'eau souterraine, les pompes sont placées sur des puits tubulaires. Il est possible d'atteindre de grandes profondeurs en utilisant des pompes multiétagées à moteur diesel et des pompes électriques immergées.

Au cours des 30 dernières années, l'irrigation à la pompe s'est considérablement développée dans plusieurs pays africains, en particulier le long des principaux fleuves de l'Afrique de l'ouest (fleuves Niger et Sénégal), ainsi qu'en Afrique australe et orientale le long des rivières, des lacs ou des réservoirs.

La profondeur de la source d'eau est un facteur déterminant dans la sélection de la méthode et du type de pompe à utiliser. L'investissement et les coûts d'exploitations de la pompe et du moteur qui y est branché dépendent de la sélection. La pompe fonctionnera la plupart du temps avec des moteurs diesel. S'il est possible de se brancher au réseau électrique, les moteurs électriques sont plus intéressants.

Coûts

Les coûts d'installation des systèmes de pompe sont généralement considérablement inférieurs à ceux d'une prise d'eau de détournement avec un long canal d'amenée, mais les coûts du carburant et des réparations constituent souvent une contrainte dans un grand nombre de systèmes d'irrigation à petite échelle et doivent être soigneusement examinés en consultation étroite avec les exploitants agricoles.

Les coûts d'exploitation varieront selon l'élévation à laquelle l'eau doit être pompée, qui déterminera la capacité de la pompe ainsi que les coûts en carburant par hectare.

L'estimation des coûts d'investissement pour les systèmes de pompe avoisine 1 500–4 000 US\$/ha. Les systèmes plus larges sont plus coûteux étant donné que les dispositifs de régulation du système de canal deviennent plus complexes et nécessitent des travaux de qualité supérieure ainsi que des techniciens ayant plus de compétences pour l'installation du système.

L'augmentation des coûts d'investissement ne constitue pas une contrainte majeure, mais les coûts de carburant sont élevés et nécessiteront 300–500 US\$/ha par saison.

Petits barrages en terre

La construction de petits barrages peut être une solution intéressante pour stocker l'eau de la saison des pluies en prévision de la saison

sèche en particulier pour le bétail mais aussi pour l'irrigation. Les petits barrages (Figure 23) sont courants dans les régions semi-arides et arides où les précipitations annuelles sont de 600 à 1 200 mm et dont le paysage est vallonné ou à colline. Ces zones conviennent à la construction de petits barrages, en particulier dans les vallées où les petits ruisseaux naturels fournissent l'eau du réservoir formé derrière le barrage.

La longueur et la hauteur du barrage ainsi que le relief particulier du paysage déterminent le volume d'eau pouvant être stocké. En général, la quantité d'eau qui peut être stockée et gardée jusqu'à la saison sèche est limitée, à cause de l'évaporation de l'eau dans le réservoir ainsi que l'infiltration dans le sol, ce qui entraîne des pertes d'eau considérables.

Un petit barrage d'une longueur de 20 m pour deux mètres de hauteur permet d'irriguer 0,5 ha de terre, alors qu'un barrage de 100 m de longueur pour cinq mètres de hauteur suffira pour 20–25 ha.



© FAO/Rodger Bosch



© FAO-TCOF

Figure 23 (à gauche) : Petit barrage de terre

Figure 24 (à droite) : Déversoir en maçonnerie très érodé par les inondations

Le corps du barrage est construit en terre prise à un endroit proche où le sol a une texture et une structure appropriées. Le sol sera bien compacté afin d'assurer la stabilité du barrage et pour réduire au minimum l'infiltration d'eau.

Une attention particulière sera accordée au dimensionnement et à la construction de l'évacuateur en béton ou en maçonnerie afin de fournir un exutoire pour les eaux de crue. L'évacuateur peut-être le point faible de la structure du barrage et subit souvent des dégâts pouvant entraîner l'effondrement du barrage.

Le risque d'effondrement du barrage et la menace de vagues d'inondations destructrices devraient être pris en compte, en particulier si la hauteur du barrage dépasse les cinq mètres. De ce fait, la conception du barrage nécessite des connaissances et des compétences spécialisées afin de déterminer son implantation, sa conception et sa construction dans une perspective de réduction au minimum des risques d'effondrement.

La durée de vie du barrage est déterminée par les risques d'effondrement et d'envasement étant donné que le sol érodé provenant du bassin-versant se déposera et remplira lentement le réservoir du barrage et peut ainsi réduire significativement le volume et la durée de vie effective du réservoir. La lutte contre l'érosion du bassin-versant peut être une solution pour réduire l'envasement, mais elle est coûteuse et non économique en pratique.

Coûts

Les coûts de construction d'un barrage peuvent être importants et sont déterminés par un grand nombre de facteurs. Un petit réservoir d'exploitation agricole peut être construit avec de simples matériels d'excavation et peut revenir à environ 2 500 US\$, alors qu'une construction plus grande coûterait entre 50 000 et 100 000 US\$.



3. Principes et Pratiques Essentiels pour la Sélection et l'Installation

Principes et étapes nécessaires sur le terrain pour assurer la mise en œuvre réussie des techniques d'irrigation

Les questions suivantes peuvent aider à orienter la sélection des technologies d'irrigation à mettre en œuvre sur le terrain :

Est-ce qu'il y a de l'eau disponible pour l'irrigation ? : Diagnostic de l'environnement et évaluation des ressources en eau disponibles pour l'aménagement de l'irrigation. Les informations à collecter porteront sur les aspects suivants :

- Description du climat et des précipitations pendant l'année
- Ressources d'eau de surface et d'eau souterraine disponibles
- Distance entre la source d'eau et les champs à irriguer
- Variabilité des ressources en eau (variations en profondeur et quantité)

Quelles zones peuvent être irriguées avec les ressources en eau disponibles ? : Délimitation de la surface et des zones qui peuvent être irriguées, en tenant en compte de :

- L'adéquation des sols et des terrains à irriguer en termes de planéité et de fertilité
- La distance et le niveau des ressources en eau par rapport aux terres à irriguer



- Le relief, la disposition et la déclivité des champs
- La quantité et la disponibilité de l'eau qui peut être utilisée pour l'irrigation

Quelles techniques d'irrigation sont pertinentes ? : Evaluation si la technique d'irrigation, telle que décrite dans la section 2, peut être introduite avec succès dans les conditions environnementales données (climat, sol, relief) et le contexte agricole, en tenant en compte de :

- Les ressources en eau (quantité, qualité, variations)
- L'accès, la distance et l'élévation des ressources en eau par rapport au champ
- Les coûts et la complexité de l'installation
- Les coûts d'exploitation (main-d'œuvre, coûts de carburant)
- L'équipement et les services d'appui techniques disponibles localement

Quels types de culture pouvons-nous irriguer ? : Evaluation du potentiel, des connaissances traditionnelles et des marchés pour les cultures irriguées

- Traditionnellement, quels produits les exploitants agricoles cultivent-ils ?
- Est-ce que l'irrigation est pratiquée dans la région, pour quelles cultures et en quelle saison ?
- Est-ce que l'irrigation peut-être facilement introduite pendant la saison sèche ? pendant la saison des pluies ?
- Est-ce que les cultures irriguées sont destinées à l'autoconsommation ? Quel pourcentage est vendu ?
- Est-ce qu'il y a un marché pour les cultures irriguées ?

Quel est le contexte social et économique ? : Diagnostic participatif de l'intérêt, de la motivation et de la capacité des exploitants agricoles fortement exposés aux risques à adopter les techniques d'irrigation. Ce diagnostic servira de base à la préparation d'un Plan d'Action pour l'introduction des techniques d'irrigation les plus appropriées en consultation avec les exploitants agricoles. Les aspects suivants seront pris en compte :

- Est-ce que les exploitants agricoles connaissent déjà bien l'irrigation ?
- Quelles sont les techniques d'irrigation (et les pratiques de drainage et de lutte contre les inondations) utilisées actuellement ?
- Quelles sont les techniques d'irrigation qui intéressent les plus les exploitants agricoles et qu'ils priorisent ?
- Quelle est la capacité des exploitants agricoles locaux à mener à bien l'adoption des nouvelles techniques ?
- Quels matériels et intrants sont indispensables aux exploitants agricoles pour installer et exploiter les nouvelles technologies ?
- Quels programmes de formation doivent être élaborés pour surmonter leur manque de connaissance et d'expérience ?

Partant des réponses à ces questions, les activités et les programmes peuvent être élaborés avec les exploitants agricoles :

- Plan d'Action pour l'installation et l'exploitation des techniques d'irrigation, la détermination des priorités, définition du calendrier et des responsabilités de la communauté et des organisations d'aide
- Programme pour la formation et le renforcement des capacités, et les possibilités de mise en œuvre d'un champ école paysan

Quels services d'appui sont disponibles ? : Evaluation des agences publiques et privées qui peuvent assister les exploitants agricoles dans l'introduction de nouvelles techniques :

- Quelles agences gouvernementales peuvent assister les exploitants agricoles dans l'introduction des nouvelles technologies (départements des services agricoles, de vulgarisation, d'irrigation)?
- Est-ce que les ONG et/ou les agences spécialisées dans le développement rural et les technologies d'irrigation peuvent être mobilisées pour aider dans le programme de renforcement de capacités ?
- Est-ce que les équipements d'irrigation (ex : tuyaux, équipement d'irrigation, pompe, aménagement de puits) sont disponibles sur le marché local ?
- Quelles sont les capacités à renforcer et quelles formations sont nécessaires pour le gouvernement et les agences ONG pour qu'ils puissent former les exploitants agricoles et établir les services d'appui nécessaires pour les exploitants agricoles avec les organisations d'aide locales et le secteur privé ?
- Est-ce que des crédits sont disponibles aux exploitants agricoles pour installer, exploiter et entretenir les équipements d'irrigation ?

Considérations et caractéristiques techniques

L'introduction de l'irrigation est un processus complexe : toute une gamme de facteurs détermine la réussite de l'initiative ou l'échec de l'irrigation. Ces facteurs peuvent être d'ordre technique, agricole, social ou économique ; ils peuvent également être en relation avec les conditions climatiques et environnementales qui nécessitent une étude supplémentaire.

Pour assurer la viabilité des technologies d'irrigation, une étude de faisabilité doit être réalisée et inclure une analyse coût-avantage des cultures à produire avec l'irrigation, en tenant compte des coûts d'investissement et des coûts d'exploitation des technologies d'irrigation, ainsi que du coût des intrants agricoles et de la valeur commerciale des cultures à produire.

Afin d'assurer que l'introduction des techniques d'irrigation est menée à bien, il est essentiel d'évaluer le cycle complet du système d'alimentation en eau jusqu'au champ irrigué (Figure 25).



Figure 25 : Analyse schématique du système d'alimentation en eau

Tableau 12 : Principaux éléments et techniques à prendre en compte dans les systèmes d'irrigation habituels

Système d'irrigation	Ressource en eau	Prise d'eau	Transport & distribution	Irrigation de terrain	Fourniture d'eau aux cultures	Drainage, lutte contre les inondations
Irrigation de jardin potager	Rivière	Pompe à pédale	Système de tuyau à basse pression	Tuyau souple	Calendrier d'irrigation	Drains naturels
Système d'irrigation pour petits exploitants	Rivière	Déversoir de détournement	Revêtement partiel Canaux d'évacuation et prises d'eau	Irrigation par bassin et rigoles d'infiltration	Approvisionnement par rotation	Drains secondaires
Système de barrage	Petit barrage en terre	Motopompe	Canal revêtu	Irrigation par rigoles d'infiltration	Rotation et calendrier	Drain naturel
Système d'irrigation par aspersion	Rivière	Motopompe à haute pression	Tuyaux en PVC enfouis, prise d'eau, dérivations de conduite légères et mobiles	Asperseurs	Rotation par 3–6 jours	Drains naturels

Par exemple, dans les cas où on a fourni aux exploitants agricoles une pompe d'irrigation sans système adéquat de transport et de distribution d'eau par un système de canal ou de tuyau adéquatement conçu, il en a souvent résulté des pertes importantes en eau, de mauvaises performances et une réduction de la surface irriguées par rapport aux prévisions.

De même, il faudrait envisager d'introduire des méthodes d'irrigation de champ plus efficaces. Cela inclurait, par exemple, l'introduction de l'irrigation par rigoles d'infiltration, le nivellement des parcelles d'exploitation agricole pour une distribution plus régulière et plus efficace de l'eau dans le champ, ainsi que l'introduction de tuyaux souples pour l'aspersion du champ et des systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte.

Il faut de l'expérience pour irriguer les cultures en temps opportun et en quantité appropriée et l'irrigation dépendra du climat, des précipitations, du sol, de l'étape de croissance des cultures, ainsi que du système d'irrigation de champ et de la technologie d'irrigation utilisés. Les programmes spécialisés d'irrigation informatisés tels que

le programme CROPWAT⁴ de la FAO, peuvent être utilisés pour conseiller les exploitants agricoles sur l'approvisionnement efficace en eau, et le calendrier pour les conditions climatiques données, les cultures, le sol et la méthode d'irrigation de champ.

Les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte, malgré leur potentiel d'efficacité d'irrigation élevée et de forte capacité de production, peuvent avoir de mauvaises performances si les exploitants agricoles ne connaissent pas bien l'importance de respecter les horaires indiqués, la fréquence des irrigations ainsi que la nécessité de nettoyer les filtres.

4 CROPWAT de la FAO est un programme de gestion d'irrigation informatisé pour le calcul de la consommation d'eau des cultures et des besoins en irrigation qui se base sur les données du sol, du climat et des cultures. Le programme permet l'élaboration de systèmes d'irrigation pour différentes conditions de gestion et de stress hydrique, et le calcul de l'approvisionnement en eau pour les différents plans de cultures. Le programme peut être téléchargé sur le site web du Service des Eaux de la FAO : http://www.fao.org/nr/water/infoces_databases_cropwat.html

Pour illustrer les principaux éléments à prendre en compte dans les systèmes d’approvisionnement en eau d’irrigation, le tableau suivant

donne des exemples sur les différentes techniques utilisées en système d’approvisionnement en eau allant de la source d’eau au drain.

Tableau 13 : Aperçu des conditions techniques, des exigences et des contraintes à prendre en considération pour les différentes techniques d’irrigation

Techniques d’irrigation	Conditions techniques	Exigences	Contraintes
Arrosoir	Source d’eau (rivière, puits de surface à ciel ouvert) à distance de marche	Investissement minimal Arrosoirs disponibles dans le commerce	Effort de travail considérable
Pompe à pédale	Source d’eau à une profondeur inférieure à 7m	Renforcement des capacités de fabrication locale Marché de développement	Coûts de main-d’œuvre
Motopompe	Sources d’eau de surface ou d’eau souterraine disponibles Financement des coûts du carburant	Motopompe disponible dans le commerce Accès des produits agricoles aux marchés	Coûts d’investissement Coûts d’exploitation
Aménagement de puits à bas prix	Conditions hydrogéologiques favorables	Formation des équipes de forage locales Marché de développement	Coûts d’aménagement de puits
Pompe à énergie solaire	Source d’eau pas trop profonde Construction de réservoir d’eau	Disponible dans le commerce et services locaux	Débit faible, petites surfaces Investissement élevé
Système de distribution en tuyaux à faible pression	Motopompe ou pompe à pédale disponible Petit réservoir	Assistance pour l’installation par les techniciens locaux	Coûts d’installation
Irrigation au goutte-à-goutte	Ressources d’eau limitées disponibles Réservoir et hauteur manométrique	Personnel formé sur l’installation et les conseils de gestion Disponibilité des pièces de rechange sur le marché local	Coûts d’installation Exploitation efficace
Irrigation par aspersion	Pompage à partir d’une source d’eau proche (eau de surface ou eau souterraine)	Exploitation agricole à vocation commerciale Irrigation d’appoint	Coûts d’installation et d’exploitation élevés

Considérations agricoles

Afin d'assurer que l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation permettra de bonnes récoltes à un rendement optimal, il faut accorder suffisamment d'attention à la sélection des cultures et des variétés appropriées ; au calendrier cultural ; aux pratiques agricoles ; et aux conditions dans lesquelles les cultures croissent. De plus, les exploitants agricoles doivent avoir accès aux intrants agricoles, tels que les semences de qualité, les engrais, les pesticides et les outils, ainsi qu'au crédit pour acheter les intrants nécessaires. Les aspects agricoles à prendre en compte incluent :

La sélection des cultures appropriées pour l'irrigation, notamment :

- Le calendrier cultural des produits couramment cultivés dans la zone pendant la saison des pluies et la saison sèche, les indications d'aléas saisonniers (sécheresse, inondation, ravageurs et maladies)
- Les nouvelles cultures en bonne adéquation avec l'irrigation
- Les cultures destinées à l'autoconsommation et la sécurité alimentaire
- Les cultures destinées au marché
- L'expérience, la motivation et les priorités des exploitants agricoles dans la sélection des cultures

Les pratiques agricoles adéquates et les intrants, notamment :

- Les pratiques agricoles actuelles pour les produits couramment cultivés en termes d'intrants, de main-d'œuvre et d'outils



- Les pratiques agricoles nouvelles ou améliorées à introduire et à appliquer aux cultures irriguées afin d'assurer un niveau de production optimal
- L'évaluation des intrants nécessaires pour obtenir une production optimale, notamment les semences de qualité, les engrais organiques et non organiques, les outils, la disponibilité des intrants et l'accès au crédit.

Considérations économiques

Afin d'assurer la durabilité des technologies d'irrigation, leur introduction avec les équipements associés doit être bien fondée économiquement par rapport aux coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance. Même si l'achat de l'équipement peut être facilité et couvert partiellement ou entièrement par une subvention ou un don, les dépenses engagées pour l'exploitation de l'équipement d'irrigation doivent être couvertes par les petits exploitants agricoles à partir de la vente de leurs produits agricoles. Il serait insensé par exemple de fournir une motopompe à des agriculteurs de subsistance s'ils n'ont pas d'accès à un marché pour vendre leurs produits et ne sont pas en mesure de payer les coûts du carburant pour la pompe.

Lors de l'introduction de technologies d'irrigation, il faut accorder toute l'attention due aux aspects économiques suivants :

Coûts d'investissement

Dans la description des techniques d'irrigation dans la Section 2, des chiffres indicatifs sont donnés pour les coûts d'investissement pour les différentes technologies. Ils sont récapitulés dans le tableau suivant, et pour permettre la comparaison, sont exprimés sous forme de coûts d'investissement par hectare.

Tableau 14 : Coûts indicatifs des investissements en équipements

	Technologie d'irrigation	Coûts indicatifs d'investissement (US\$/ha)	Durée de vie en années
1	Arrosoir	500	2
2	Pompe à pédale	600–750	4–5
3	Motopompe	200–400	5–8
4	Pompe à énergie solaire	10 000–15 000	8–12
5	Système à canal gravitaire	600– 800	10–15
6	Système de distribution à tuyau	1,000–1,500	8–12
7	Puits revêtu à ciel ouvert	500–1 500	10–15
8	Puits tubulaire peu profond	300–500	8–12
9	Irrigation par aspersion	3 000–5 000	5–8
10	Système familial d'irrigation au goutte-à-goutte	10 000–2 000	4–6
11	Système d'irrigation à petite échelle	3 000–8 000	10–12

Les coûts d'amortissement sont constitués par les épargnes annuelles mises de côté pour le remplacement de l'équipement et s'obtiennent par la division des coûts d'investissement par la durée de vie de l'équipement, comme il est indiqué dans le Tableau 14.

Coûts d'exploitation et de maintenance

Les coûts de l'énergie (d'exploitation) sont les coûts du carburant ou de l'électricité pour le fonctionnement des systèmes de pompe. Ils doivent être réglés en argent liquide.

Les coûts de main-d'œuvre sont les coûts d'exploitation liés à la manipulation de l'équipement, comme dans les cas des arrosoirs et des

pompes à pédale, mais aussi les coûts liés au remplissage du réservoir (irrigation au goutte-à-goutte simplifiée à seau) ou au déplacement des lignes d'asperseurs. Pour un grand nombre de petits exploitants agricoles, ils sont constitués par des coûts d'opportunités perdues dépendant de la disponibilité de sa propre main-d'œuvre ou de sa famille. Au cas où la main-d'œuvre est salariée, de l'argent ou des produits sont donnés en compensation.

Les coûts de maintenance concernent les coûts d'entretien régulier et de réparation des équipements d'irrigation. Ex : nettoyage saisonnier et réparation du système de canal ; lubrifiants, filtres et pièces détachées de rechange pour les motopompes. En général, les coûts de maintenance annuels avoisinent les 15 % des coûts d'investissement.

Tableau 15 : Coûts d'exploitation indicatifs

Technologie d'irrigation	Coûts d'exploitation indicatifs (US\$/ha)
1 Arrosoir	1 200–1 500 (main-d'œuvre)
2 Pompe à pédale	600–800 (main-d'œuvre)
3 Motopompe	500–700 (énergie)
4 Pompe à énergie solaire	50–100 (main-d'œuvre)
5 Système de canal à ciel ouvert	120–160 (maintenance)
6 Système de distribution à tuyau	20–40 (maintenance)
7 Irrigation par aspersion	800–1 000 (énergie)
8 Système familial d'irrigation au goutte-à-goutte	500–600 (main-d'œuvre)
9 Systèmes d'irrigation à petite échelle	400–1 000

Accès aux marchés

Afin d'être en mesure de payer les coûts souvent considérables d'exploitation et de maintenance de l'équipement d'irrigation, les exploitants agricoles devraient pouvoir avoir accès aux marchés et vendre leurs produits agricoles à des prix convenables, pour couvrir ces coûts. Pour cette raison, la plupart des systèmes d'irrigation ne peuvent être économiquement viables que pour des cultures à forte valeur, telles que les fruits et les légumes ou les cultures de rente telles que la canne à sucre, le coton, le tabac, etc. L'irrigation complète de cultures alimentaires telles que le maïs, le riz et les haricots s'est rarement avérée viable économiquement, sauf pour les systèmes gravitaires traditionnels.

Accès au crédit

Afin de couvrir les coûts d'achat des intrants agricoles et de financer les coûts d'exploitation de l'équipement d'irrigation, les exploitants agricoles doivent avoir accès au crédit. Même s'il est envisageable d'accorder initialement des subventions dans les situations post-urgence, les institutions de micro-crédit devraient être impliquées dans l'établissement d'un système solide de crédit rural pour rendre l'agriculture irriguée viable économiquement.

Considérations sociales et culturelles

L'expérience a prouvé que l'introduction et l'adaptation de nouvelles technologies chez les petits exploitants agricoles est un processus complexe au cours duquel il faut accorder une attention suffisante à la familiarisation des exploitants agricoles avec l'installation et l'exploitation de l'équipement ainsi qu'avec la production et la commercialisation de leurs produits. Les considérations sociales tiennent une place importante : par une approche participative, les

exploitants agricoles doivent être totalement impliqués et coopérer dans la sélection, la conception et l'installation de l'équipement ; un programme de suivi doit également être établi pour assurer que l'exploitation et la maintenance de l'équipement soient convenablement faites, que les pratiques culturales soient appliquées dans l'objectif d'optimiser la production et que les exploitants agricoles aient accès aux marchés pour écouler leurs produits agricoles.

Les évaluations participatives des aspects sociaux et culturels, associée à une planification concertée, se sont avérées être la meilleure approche pour impliquer complètement les exploitants agricoles dans la sélection, la conception et l'installation des équipements. Une formation suffisante et un programme de renforcement des capacités seront établis comme il est prévu dans la Partie 4, pour assurer que l'exploitation et la maintenance de l'équipement sont convenablement effectuées.

Les normes sociales et les coutumes locales en matière de production culturale et d'utilisation du sol doivent également être prises en considération. Il faudra accorder une attention particulière aux problèmes de genre lors de l'introduction des technologies d'irrigation, étant donné que les exploitants agricoles de sexe masculin mais aussi ceux de sexe féminin auront des responsabilités spécifiques dans les travaux agricoles et d'irrigation. La planification, l'exploitation et la maintenance doivent entièrement tenir compte des connaissances traditionnelles en matière de gestion d'eau et de production agricole, et les utiliser comme base pour la sélection des technologies et des cultures adéquates.

Considérations climatiques et environnementales

En Afrique australe, la production agricole et la sécurité alimentaire sont en grande partie dépendantes des conditions climatiques et des phénomènes



météorologiques extrêmes. Elles sont considérablement affectées par les aléas naturels et biologiques tels que les inondations, les sécheresses, les cyclones, les ravageurs et les maladies. En particulier, la production des cultures pluviales peut varier considérablement d'une année à une autre et dépend de la variation des précipitations, étant donné que des années sèches peuvent succéder à des années de fortes précipitations. Le changement du climat, et l'augmentation de la fréquence et de la gravité des phénomènes météorologiques extrêmes, ont affecté le secteur agricole, qui y est particulièrement sensible. Ils aggravent les risques auxquels les populations rurales sont confrontées dont la majorité dépend de l'agriculture pour leur subsistance et la sécurité alimentaire.

Il faudrait mener une analyse du climat en termes de variabilité des précipitations et de la température, ainsi que de leur impact sur la production des cultures pluviales mais aussi des cultures irriguées. L'impact de la sécheresse sur la production et sur les besoins en irrigation des cultures peut être estimé avec l'aide de modèles de culture informatisés tels que le programme CROPWAT de la FAO. Les données historiques du climat peuvent être obtenues à partir des archives météorologiques locales ou à partir des banques de données climatiques disponibles telles que le programme CLIMWAT de la FAO.⁵

Les aspects relatifs à la sécurité alimentaire et à la préparation de la population locale aux aléas naturels tels que les sécheresses et les inondations devront être pris pleinement en compte dans le plan d'action à préparer avec les exploitants agricoles en vue de l'introduction des technologies d'irrigation et de la production agricole irriguée.

Les aspects environnementaux liés aux conséquences de l'augmentation de l'utilisation d'eau à cause de l'irrigation et de la pratique d'une agriculture plus intensive devront recevoir toute l'attention qui leur est due et faire l'objet d'un suivi étroit.

L'introduction de l'irrigation entraîne l'augmentation de l'utilisation des ressources hydrauliques de surface ou souterraine. La diminution du débit des rivières ou l'abaissement du niveau des eaux souterraines est susceptible d'affecter les utilisateurs en aval et pourrait causer le déclin de ressources naturelles de valeur dans les zones humides et les vallées en aval. L'approvisionnement en eau potable des humains et des animaux pourrait également en être affecté et cela pourrait causer des conflits entre les différents utilisateurs de ces ressources naturelles.

La production agricole intensive avec irrigation peut aussi augmenter l'utilisation, et même entraîner l'abus, de produits chimiques agricoles ce qui aurait des impacts graves sur l'environnement et la santé.



⁵ La base de données CLIMWAT de la FAO peut être téléchargée à partir du site web du Service des Eaux de la FAO : http://www.fao.org/nr/water/infores_data-bases_climwat.html

4. Formations des Exploitants Agricoles et Démonstrations

Les démonstrations et la formation doivent être incluses dans le programme de R/GRC. Elles auront un maximum d'efficacité si elles sont mises en œuvre sur une période prolongée, couvrant un calendrier agricole complet par exemple, et si elles sont réalisées en groupes dans lesquels les exploitants agricoles auront les opportunités d'évaluer ensemble les avantages des nouvelles technologies. Les formations en groupes capitalisent les connaissances et les expériences existantes, et renforcent la coopération entre les exploitants agricoles dans l'utilisation des équipements et dans la gestion durable des ressources en eau. La planification participative allant de l'analyse

des problèmes jusqu'à la définition d'une solution est une approche performante.

L'approche Champs Ecoles Paysans⁶

Elaboré à l'origine en Asie dans le cadre du Programme de Lutte Intégrée contre les Ravageurs (IPM), le concept de l'approche CEP est une méthodologie performante de formation des exploitants agricoles et de vulgarisation parce qu'elle est axée sur la consultation et la participation lors de l'introduction de nouvelles pratiques et technologies dans les communautés agricoles.

Un CEP (Figure 26) est généralement constitué d'un groupe de 25 exploitants agricoles soigneusement sélectionnés, qui suivront un programme de formation intensive sur la durée d'une saison culturale entière. Pendant cette formation, des pratiques et des technologies agricoles améliorées font l'objet de démonstrations. Au cours des sessions hebdomadaires, les progrès dans le développement des cultures seront notés et étroitement suivis, de la plantation à la récolte. Les résultats et les contraintes seront abondamment discutés et feront l'objet de rapport. La méthodologie CEP est fondée sur les connaissances existantes des exploitants agricoles, l'observation, l'expérience et l'apprentissage par



Figure 26 :
Agriculteur participant à une formation champs école paysan

⁶ Consultez également le document *Champs Écoles Paysans* dans la série actuelle.

la pratique. Les séances de formation CEP sont facilitées par le personnel de vulgarisation technique (Figure 27). Le personnel de vulgarisation technique aura auparavant suivi une formation intensive pour formateurs pendant toute une saison, et sera déjà habitué aux aspects techniques et communicationnels du programme.

Même si à l'origine la méthodologie a été élaborée pour enseigner aux exploitants agricoles comment lutter durablement contre les ravageurs et les maladies, le conception du CEP pour la LIR a évolué pour intégrer les pratiques d'amélioration de la production des cultures, de fertilisation et de conservation du sol, ainsi que la gestion de l'eau dans les exploitations agricoles et les technologies d'irrigation.

Programme de formation participative et de vulgarisation de la gestion de l'eau dans les exploitations agricoles

Basé sur l'approche CEP, le programme de Formation Participative et de Vulgarisation de la Gestion de l'Eau dans les Exploitations Agricoles (FP&V/GEE)⁷ a été élaboré par la FAO dans le cadre du Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire, en vue d'introduire de manière holistique les technologies d'irrigation, la maîtrise de l'eau et les pratiques culturales améliorées avec irrigation. Le programme est spécifiquement axé sur le renforcement des capacités du personnel technique et des agents de vulgarisation, et a pour objectif de promouvoir la coopération entre

⁷ L'approche FP&V/GEEA est décrite en détail dans le manuel et dans les directives préparés et publiés par le Service des Eaux de la FAO (NRL) dans la série de céderoms *Land and Water No 14: Participatory training and extension in farmers' water management*.

exploitants agricoles dans la gestion de l'eau en établissant et en formant des associations des usagers de l'eau.

Une évaluation du système agricole et des ressources en eau disponible est réalisée via des consultations et des diagnostics avec les exploitants agricoles. Les opportunités pour les nouvelles technologies d'irrigation seront déterminées à partir de cette évaluation et feront l'objet d'un accord. Une fois les technologies identifiées, un plan d'action est établi et mis en œuvre avec la pleine participation des exploitants agricoles et avec l'appui technique des agences techniques impliquées. L'installation et l'exploitation des technologies d'irrigation font l'objet de démonstration pendant une série de séances de formation durant au moins deux saisons. Une attention particulière est accordée aux pratiques agricoles et aux intrants nécessaires aux cultures irriguées en plus de la mise en œuvre des nouvelles technologies, afin d'assurer une production et un rendement maximal.

Il est crucial de former le personnel technique pendant tout le processus. Avant de former les exploitants agricoles, le personnel



Figure 27 :
Vulgarisateur
agricole dans un
champ école paysan

d'appui – c'est-à-dire le personnel technique d'irrigation mais aussi les agents de vulgarisation – suivent une formation technique intensive et reçoivent des instructions détaillées sur les procédures à suivre pour la formation des exploitants agricoles. La formation du personnel technique est réalisée à chaque saison par une formation interne. Un système de compte-rendu intensif permet un suivi étroit et l'évaluation des résultats pendant la formation des exploitants agricoles.

Services d'appui technique

Les réussites et les échecs dans le domaine des nouvelles technologies d'irrigation dépendent largement de la capacité des instituts et des agences à qui la mise en œuvre du programme R/GRC est confiée. Les bons résultats peuvent résulter directement d'une bonne organisation institutionnelle et de services d'appui efficaces.

Les services d'appui techniques sont indispensables dans :

- La sélection, la conception et la mise en œuvre des technologies d'irrigation ;

- L'introduction des pratiques agricoles appropriées pour optimiser la production des cultures irriguées ;
- Les programmes de démonstration, de formation des exploitants agricoles et de vulgarisation ; et
- La création et le renforcement des groupes d'exploitants agricoles.

En fonction de la structure institutionnelle d'un pays, plusieurs agences et organisations nationales (ONG, secteur privé) peuvent être impliquées dans un programme d'irrigation.

Les organisations gouvernementales peuvent inclure :

- L'agence de l'irrigation, responsable des politiques en matière d'irrigation et de ressources en eau, de la sélection, de la conception et de la mise en œuvre des technologies de maîtrise de l'eau et des conceptions techniques, de la construction, de l'exploitation et de la maintenance des infrastructures d'irrigation ;
- L'agence agricole, responsable du conseil et des services techniques concernant les pratiques et les intrants agricoles appropriés aux



cultures irriguées, qui est en relation avec la recherche et la vulgarisation agricoles ; et

- Les départements ou unités de vulgarisation, directement responsables des contacts directs avec les exploitants agricoles pour le transfert des connaissances.

Les organisations gouvernementales manquent souvent de ressources et de capacité pour fournir des services d'appui efficaces, en particulier au niveau du terrain. Le personnel gouvernemental d'appui aux formations est essentiel pour la mise en place des capacités nécessaires afin de mener à bien les programmes de démonstration et de formation des exploitants agricoles.

Dans plusieurs pays, les ONG ont joué un rôle important dans l'introduction et l'élaboration de technologies innovantes ainsi que dans la formation et le renforcement des capacités des groupes d'exploitants

agricoles. Plusieurs ONG internationales se sont spécialisées dans l'élaboration de technologies innovantes de maîtrise de l'eau adaptées aux conditions des pays en développement, et ont fourni une précieuse assistance dans l'introduction des nouvelles technologies d'irrigation.

Le secteur privé peut jouer un rôle important en assurant des services d'appui durable, et des services de vente et après-vente d'équipements d'irrigation – en particulier pour les pompes d'irrigation, les systèmes d'irrigation par aspersion et au goutte-à-goutte et les systèmes solaires. Cependant, il est nécessaire de former et de conseiller ces sociétés sur la conception, l'installation et l'exploitation de ces équipements. Les secteurs privés de la plupart des pays de l'Afrique australe sont actifs dans la vente d'intrants et d'équipements agricoles. Ils pourraient faire davantage de profits en fournissant des services de conseil technique, en vendant/louant des équipements d'irrigation ou agricoles, et/ou en vendant les intrants nécessaires pour l'agriculture irriguée, rendant ainsi le marché et l'activité plus intéressants pour le secteur privé.

Il est possible de faire connaître davantage aux organisations de crédit rural le potentiel de l'agriculture irriguée et de les conseiller pour qu'elles accordent des crédits aux exploitants agricoles pour l'acquisition et l'exploitation d'équipements d'irrigation.

Finalement, les programmes d'aide internationaux (ex : PSSA de la FAO), souvent en coopération étroite avec les ONG spécialisées, ont bien réussi l'établissement et la promotion des capacités des petites sociétés privées à fabriquer des équipements d'irrigation (pompes à pédale, Figure 28), à concevoir et à installer des équipements d'irrigation ; ainsi qu'à former les équipes locales sur l'aménagement des puits. Elles sont également partie prenante aux côtés du gouvernement et du secteur privé de ces initiatives pour assurer la durabilité et les gains à long terme des exploitants agricoles participants.



Figure 28 :
Fabrication d'une
pompe à pédale
métallique

5. Bibliographie et Documentation Supplémentaire Utile

FAO. 1985–1996. Water Service (NRLW). Irrigation Manuals for Agricultural Extension Workers, Nos 1 to 10. (<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/fwm/Manual1.pdf>: Manual 2–10)

FAO. 1986. Water Service (AGLW). Water Lifting, FAO Irrigation And Drainage Paper 43. (<http://www.fao.org/docrep/010/ah810e/ah810e00.htm>).

FAO. 1992 & updated 2008. Water Service (AGLW). CROPWAT – a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper No 46. (updated version 8.0), Rome. (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html).

FAO. 1993 & updated 2008. Water Service (AGLW). CLIMWAT for CROPWAT (English), Irrigation and Drainage Paper No 49. (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_climwat.html).

FAO. 2003. Water Service (NRLW). Manual and Guidelines on Participatory Training and Extension in Farmers' Water Management. Land and Water CD-Rom No 14. Rome. (<http://www.fao.org/landandwater/lwdms.stm#cd14> ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/fwm/Manual_Module1.pdf;/Module2-5).

FAO. 2004. Water Service (NRLW). Irrigation Manuals for Agricultural Engineers, 1 to 14. Rome. Land and Water Media CD-Rom No 37. (http://www.fao.org/nr/water/docs/FAO_LandandWater_37.zip).

FAO. 2006 (July). Emergency Operations and Rehabilitation Division (TCE). Final Report, Evaluation of Emergency Small Scale Irrigation Projects in Southern Africa, by Felix Dzvurumi, (Consultant).

FAO. 2008. Water Service (NRLW). Manual on small earth dams, FAO Irrigation and Drainage Paper No 64: Rome. (<http://www.fao.org/docrep/012/i1531e/i1531e.pdf>).

FAO. 2011. Food Security Support Programme (TCSF). Review of water control technologies in the FAO programmes for food security. Rome. (www.fao.org/docrep/014/i2176e/i2176e00.pdf).

FAO. 2014. Guidelines for Planning Irrigation and Drainage Investments (<http://www.fao.org/docrep/007/w1037e/w1037e00.HTM>).

FAO/IFAD. 2008. Water and the Rural Poor, Interventions for improving livelihoods in sub-Saharan Africa. Rome. (www.fao.org/nr/water/docs/FAO_IFAD_rural-poor.pdf)

FAO/IPTRID. 2001. Appropriate water-lifting technologies in West Africa – Annex G, by F. Gabelle, Nouveaux Équipements pour la Petite Irrigation en Afrique de l'Ouest et du Centre Bilan. Rome.

International Water Management Institute (IWMI). 2006 (April). Southern Africa Regional Office. Final Report on the Agricultural Water Management Technologies for Small Scale Farmers in Southern Africa: An Inventory and Assessment of Experiences, Good Practices and Costs. Pretoria, South Africa.

Kickstart International. 2009. Money Maker Irrigation Pumps, Helping Small Farmers out of Poverty. B2Brochure. Kenya.

NETAFIM. CD-Rom. Installation Manual of the Family Drip Irrigation Kit. South Africa.

Practica Foundation. Manuals on well drilling and development. Netherlands. (<http://www.practica.org/wp-content/uploads/services/publications/>)

World Bank. 2006. Investing in Smallholder Irrigation, Agricultural and Rural Development Notes. Washington. (<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/9607>).

World Bank. 2011. Lessons learned in the development of smallholder private irrigation for high-values crops in West Africa. Washington.





Financé par :



Aide humanitaire
et Protection civile

Coordinateur :



UN HABITAT
FOR A BETTER URBAN FUTURE



ISBN 978-92-5-208326-9



9 789252 083269

I3765F/1/06.14