



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

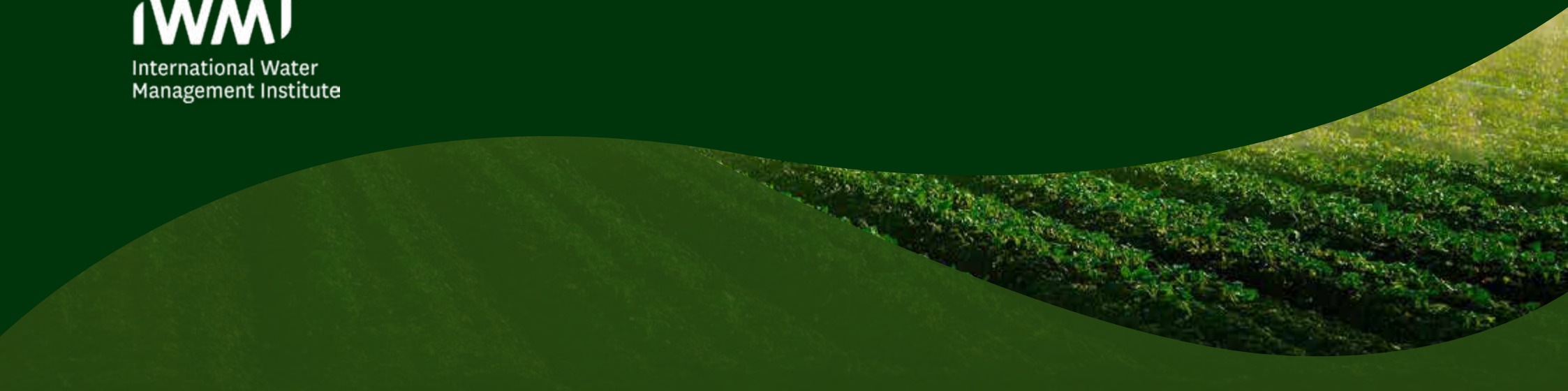
*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

TECHNOLOGIES D'IRRIGATION À PETITE ÉCHELLE ET DE GESTION DE L'EAU POUR LA TRANSFORMATION AGRICOLE AFRICAINE

Adebayo Oke, Kalifa Traore, Aïssata Delphine Nati-Bama,
Henry Igbadun, Bashir Ahmed, Fentaw Ahmed et Sander Zwart



International Water
Management Institute



TECHNOLOGIES D'IRRIGATION À PETITE ÉCHELLE ET DE GESTION DE L'EAU POUR LA TRANSFORMATION AGRICOLE AFRICAINE

Adebayo Oke, Kalifa Traore, Aïssata Delphine Nati-Bama,
Henry Igbadun, Bashir Ahmed, Fentaw Ahmed et Sander Zwart

LES AUTEURS

Dr. Adebayo OKE (Nigeria) est chercheur principal en ingénierie de l'irrigation et des ressources en eau à l'Institut de recherche et de formation agricole de l'Université Obafemi Awolowo à Ibadan, dans l'État d'Oyo, au Nigeria.

Dr. Kalifa TRAORE (Mali) est directeur de recherche à l'Institut d'économie rurale (IER) à Bamako, Mali.

Aïssata Delphine NATI-BAMA (Burkina Faso) est chercheuse senior en irrigation à l'Institut de l'environnement et de la recherche agricole (INERA) à Ouagadougou, Burkina Faso.

Dr. Henry IGBADUN (Nigeria) est professeur en science du sol à l'Institut de recherche agricole de l'Université Ahmadu Bello à Zaria, dans l'État de Kaduna, au Nigeria.

Dr. Bashir AHMED (Soudan) est chercheur principal en gestion de l'eau d'irrigation et télédétection à l'Agricultural Research Corporation à Wad Madani, Soudan.

Dr. Fentaw AHMED (Éthiopie) est chercheur principal retraité en gestion des eaux agricoles à l'Institut éthiopien de recherche agricole (EIAR) à Addis-Abeba, en Éthiopie.

Dr. Sander ZWART (Pays-Bas) est chercheur principal sur l'eau et l'adaptation au changement climatique à l'Institut international de gestion des eaux à Accra, au Ghana.

CITATION

Oke, A.; Traore, K.; Nati-Bama, A. D.; Igbadun, H.; Ahmed, B.; Ahmed, F.; Zwart, S. 2022. *Technologies d'irrigation à petite échelle et de gestion de l'eau pour la transformation agricole Africaine*. Colombo, Sri Lanka: Institut international de gestion de l'eau (IWMI). 179p.
doi:<https://doi.org/10.5337/2022.213>

/ irrigation à petite échelle / gestion de l'eau / technologie / transformation agricole / petits exploitants / irrigation dirigée par les agriculteurs / ressources foncières / ressources en eau / approvisionnement en eau / pompage / eau peu profonde / eau souterraine / puits tubulaires / eau de ruissellement / récupération de l'eau / étangs / remblais / barrages / structures d'adduction / conduites / méthodes d'irrigation / irrigation de surface / irrigation par bassin / irrigation en bordure / irrigation par sillons / irrigation par aspersion / irrigation goutte à goutte / systèmes d'irrigation / programmation de l'irrigation / front d'humidification / teneur en eau du sol / capteurs / culture en courbes de niveau / travail du sol / nivellement des terres / humidité du sol / conservation de l'humidité / conservation de l'eau / techniques / production végétale / besoins en eau / efficacité de l'utilisation de l'eau / équipement d'irrigation / entretien / efficacité de l'irrigation / énergie solaire / analyse des coûts / investissement / modèles commerciaux / développement des capacités / supports de formation / activités d'apprentissage / Afrique /

ISBN : 978-92-9090-943-9

Avis de non-responsabilité : Cette publication a été préparée avec soin par les auteurs. La responsabilité de l'édition, de la relecture et de la conception/mise en page du document, ainsi que des erreurs restantes et des opinions exprimées incombe aux auteurs et non aux institutions concernées.

Copyright © 2022, par IWMI. Tous les droits sont réservés. L'IWMI encourage l'utilisation de son matériel à condition que l'organisation soit reconnue et tenue informée dans tous ces cas. Les limites et les noms indiqués et les désignations utilisées sur les cartes n'impliquent pas l'approbation ou l'acceptation officielle par l'IWMI

Veillez envoyer vos demandes et commentaires à IWMI-Publications@cgiar.org

Pour accéder à toutes les publications de l'IWMI, visitez : www.iwmi.org/publications/

Rédacteur en chef : Alex OHEMENG

Traducteur anglais-français : Cheikh Ahmed Tidjane GAMBONE

Illustrateur : Felix KYERE-AMPONSAH

Graphiste : Abigail Ruth WENCHIE

PROJET

Ce guide de terrain a été élaboré dans le cadre du projet Technologies pour la transformation de l'agriculture africaine - Water Enabler Compact (TAAT-WEC) (2018-2022) financé par la Banque Africaine de Développement (BAD) à travers la subvention n° 2100155036067.



Matières

Introduction	1
L'approche De La Formation.....	3
Les Modules De Formation	5

MODULE 1

Évaluation Des Ressources En Terre Et En Eau Pour Le

Développement De Systèmes D'irrigation Par Les Agriculteurs

1.1 Pratique De L'irrigation Dirigée Par Les Petits Exploitants Agricoles	13
1.2 Particularités Des Pratiques D'irrigation Dirigées Par Les Petits Exploitants Agricoles.....	13
1.2.1 Ressources Nécessaires À L'irrigation À Petite Échelle Dirigée Par Les Agriculteurs	15
1.2.2 Évaluation Des Ressources En Terre, En Eau Et Autres Ressources Nécessaires	15
1.3 Principales Considérations À Prendre En Compte Dans La Planification De L'irrigation	18
1.3.1 Conditions météorologiques	18
1.3.2 Besoins en eau des cultures	18
1.3.3 Type De Sol	20
1.3.4 Topographie.....	21
1.3.5 Source D'eau	21
1.3.6 Considérations Commerciales	21

MODULE 2

Pompage De L'eau.....

2.1 Pompage De L'eau Des Rivières Et Autres Sources D'eau À Ciel Ouvert.....	27
2.2 Avantages Potentiels.....	27
2.3 Coûts D'investissement Et Rentabilité.....	28
2.4 Domaines D'application.....	28
2.5 Facteurs À Prendre En Compte Pour Le Choix De La Pompe.....	31

2.5.1 Méthodes D'irrigation Et Capacité De La Pompe.....	33
2.5.2 Problèmes Liés À L'énergie	35
2.5.3 Exigences De Conception Et D'installation.....	35
2.6 Étapes De Base De L'installation Et Du Fonctionnement D'une Pompe	36
2.7 Dépannage De La Pompe Et Du Système D'irrigation.....	37

MODULE 3

Développement De Puits Tubulaires Pour Les Eaux Souterraines Peu Profondes.....

3.1 Puits Tubulaires Pour Les Eaux Souterraines Peu Profondes Dans Des Plaines Inondables.....	43
3.2 Avantages Potentiels.....	44
3.3 Domaines D'applications	44
3.4 Investissement À Prendre En Considération Pour L'acquisition D'un Puits Tubulaire	47
3.5 Méthodes De Forage.....	47
3.5.1 Tarière Manuelle.....	47
3.5.2 Forage Au Lançage À L'eau.....	48
3.6 Outils Et Équipements Nécessaires Pour Le Forage D'un Puits Tubulaire Par La Méthode Du Lançage À L'eau	48
3.7 Étapes Du Forage D'un Puits Tubulaire Par Lançage À L'eau.....	49
3.8 Fonctionnement Et Entretien.....	54
3.8.1 Entretien Du Puits Tubulaire.....	54
3.8.2 Entretien De La Pompe	54

MODULE 4

Récupération Des Eaux De Ruissellement : Aménagement D'Un

Étang De Ferme Et D'Un Barrage En Remblai	57
4.1 Récupération Des Eaux De Ruissellement	59
4.2 Avantages Potentiels.....	59
4.3 Domaines D'application.....	59
4.3.1 Considérations Préliminaires	60
4.4 Considérations Sur Les Coûts D'investissement.....	61
4.5 Étapes De La Construction	61

4.5.1 Construction D'un Étang De Ferme	61
4.5.2 Construction D'un Barrage En Remblai/Sac De Sable.....	64
4.6 Exploitation Et Entretien.....	67

MODULE 5

Système D'irrigation À Tuyau D'alimentation Avec Vannes	69
5.1 Système À Tuyau D'alimentation Avec Vannes Pour L'irrigation Des Petites Exploitations.....	71
5.2 Avantages Potentiels.....	72
5.3 Domaines D'application.....	72
5.4 Facteurs à prendre en compte pour les coûts d'investissement.....	73
5.5 Guide De Conception Et D'installation	73
5.5.1 Facteurs À Prendre En Compte Pour L'installation	73
5.5.2 Facteurs À Prendre En Compte Pour La Mise En Place D'un Système De Canalisation En Pehd/Pvc	76
5.5.3 Exemple D'installation De Canalisation Sur Le Terrain.....	77
5.6. Fonctionnement Et Entretien.....	79

MODULE 6

Irrigation De Surface : Systèmes De Bassins, De Planches Et De Sillons.....	81
6.1 Irrigation De Surface	83
6.2 Irrigation Par Bassin	83
6.2.1 Domaines D'application.....	83
6.2.2 Cultures	83
6.2.3 Topographie.....	84
6.2.4 Sols	84
6.2.5 Débit Du Cours D'eau	84
6.3 Coûts D'investissement Et Faisabilité.....	84
6.4 Conception Et Installation	84
6.4.1 Conception Du Bassin	84
6.4.2 Bassin De Retenue.....	86
6.5 Irrigation Par Planches	87
6.6 Irrigation À La Raie	89
6.6.1 Modèle D'application Efficace De L'eau Dans La Raie.....	90

6.6.2 Facteurs À Prendre En Considération Pour L'irrigation Des Raies.....	91
6.7 Fonctionnement Et Entretien.....	91

MODULE 7

Systèmes D'irrigation Par Aspersion	93
7.1 Technologie De L'irrigation Par Aspersion	95
7.2 Avantages Potentiels.....	96
7.3 Domaines D'application.....	96
7.4 Investissement Et Coûts	96
7.5 Conception Et Installation	97
7.5.1 Surface Irriguée	97
7.5.2 Description Des Composants Du Système D'arrosage.....	97
7.5.3 Les Caractéristiques À Rechercher Dans Votre Arroseur	99
7.5.4 Système De Canalisation De L'eau	100
7.5.5 Méthodes D'aménagement	100
7.5.6 Dispositions D'espacement Pour Les Arroseurs Sélectionnés.....	101
7.6 Guide D'installation	102
7.7 Fonctionnement Et Entretien.....	103

MODULE 8

Systèmes D'Irrigation Par Goutte À Goutte	105
8.1 Pratiques D'irrigation Goutte À Goutte.....	107
8.2 Avantages Potentiels.....	107
8.3 Domaine D'Application	108
8.4 Besoin D'Investissement	108
8.5 Conception Et Installations.....	108
8.5.1. Matériaux et composants du système goutte à goutte	108
8.5.2. Installation D'Irrigation Par Goutte-À-Goutte.....	111
8.5.3. Installation Du Système Drip Au-Delà De 1 Acre	112
8.6 Exploitation Et Maintenance	113

MODULE 9

Planification De L'irrigation Avec Les Détecteurs Fullstop De Front Mouillant	115
--	------------

9.1 Introduction	117
9.2 Avantages Potentiels.....	117
9.3 Domaines D'Application	118
9.4 Coûts D'Investissement.....	118
9.5 Assemblage Du Détecteur De Front Mouillant	118
9.6 Profondeur De Placement Du Détecteur De Front Mouillant	121
9.7 Installation Du Détecteur De Front Mouillant.....	122
9.8 Lecture De L'état De L'eau Du Sol.....	124
9.9 Surveillance Des Nutriments Et Du Sel	125
9.10 Entretien Du Détecteur De Front Mouillant	126
9.11 Lien Vers Les Vidéos D'installation.....	126
9.12. Limites	126

MODULE 10

Planification De L'Irrigation Avec Le Capteur D'Humidité Du Sol De Marque Chameleon

10.1 Capteur D'humidité Du Sol De Marque Chameleon.....	131
10.2 Avantages Potentiels	132
10.3 Domaines D'Application	132
10.4 Coûts D'Investissement.....	132
10.5 Profondeur De Placement Des Capteurs	133
10.6 Installation Du Capteur Chameleon	133
10.7 Lecture De L'état De L'Humidité Du Sol.....	134
10.8 Fonctionnement Et Entretien	137
10.9 Lien Vers La Vidéo Sur Le Fonctionnement Du Chameleon.....	137
10.10 Lien Vers Les Vidéos Sur La Réparation Et L'Entretien.....	137
10.11 Lien Vers Des Vidéos D'histoires De Réussite.....	137

MODULE 11

Labourage/Agriculture En Courbes De Niveau

11.1 Introduction	141
11.2 Avantages Potentiels.....	142
11.3 Domaines D'Application	142
11.4 Coûts D'Investissement	142
11.5 Construction De Courbes De Niveau / Bunds.....	142

11.6 Entretien De La Courbe De Niveau Permanente.....	147
---	-----

MODULE 12

Nivellement Au Laser – Surface Conçue Pour L'irrigation

12.1 Nivellement Au Laser Pour Améliorer L'efficacité De L'irrigation De Surface	151
12.2 Avantages Du Nivellement Des Terres	151
12.3. Caractéristiques De Base D'un Système De Nivellement Au Laser	153
12.3.1 Émetteur Laser.....	153
12.3.2 Récepteur Laser	154
12.3.3 Boîtier De Commande.....	154
12.3.4 Système De Commande Hydraulique	155
12.3.5 Exigences Terrestres Au Niveau Laser.....	156
12.3.6 Labourer Le Champ.....	156
12.3.7 Relevé Topographique	156
12.3.8 Autre Équipement Requis.....	156
12.4 Domaine D'Application Et Limitation.....	157
12.5 Étapes Requises Pour Nivelier Le Champ.....	157
12.5.1 Estimation Du Temps Nécessaire Pour Le Découpage Et Au Remplissage	157
12.5.2 Dépannage	158

MODULE 13

Techniques De Conservation De L'humidité Du Sol

13.1 Récupération De L'Eau Sur Place Pour La Conservation De L'Humidité Du Sol.....	163
13.2 Techniques De Conservation De L'Humidité Du Sol	163
13.3 Avantages Potentiels.....	164
13.4 Descriptions Et Domaine D'application.....	164
13.5 Mise En Œuvre De Techniques De Conservation De L'Eau Sur Place	167
13.6 Maintenance Sur Le Terrain.....	170

Introduction

La nécessité d'améliorer de toute urgence la productivité agricole est une préoccupation majeure des dirigeants et des intervenants dans les pays d'Afrique subsaharienne (ASS). De nombreuses initiatives ont été prises pour pallier le manque apparent d'utilisation durable des ressources naturelles afin d'améliorer la production agricole en vue d'atteindre la sécurité alimentaire et d'améliorer les conditions de vie. La faiblesse des apports technologiques reste la cause principale des nombreux problèmes qui ont été identifiés comme des entraves à l'augmentation de la productivité agricole. Dans de nombreuses régions d'Afrique subsaharienne, la production agricole s'est perpétuée sans l'intégration suffisante de technologies appropriées et efficaces dans la chaîne de valeur de la production agricole. Qu'il s'agisse des pratiques de labours, de la gestion des nutriments du sol, de la lutte contre les parasites et les maladies ou du stockage et de la valorisation, l'utilisation de pratiques traditionnelles est toujours prédominante. Cette tendance est encore très présente dans le secteur de l'irrigation et de la gestion des eaux agricoles. De nombreuses raisons expliquent le faible déploiement de technologies efficaces dans le système agricole de l'ASS, notamment l'accès à ces technologies, les ressources financières pour les acquérir, la capacité technique et les diverses dynamiques socio-économiques autour de la chaîne de valeur de la production.

Le programme TAAT «Technologies for African Agricultural Transformation» (en français Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique) la toute dernière initiative de la Banque Africaine de Développement (BAD), est un effort audacieux pour pallier plusieurs de ces contraintes de production liées au déploiement et à la propagation des technologies agricoles dont l'Afrique a tant besoin. Le TAAT se concentre sur le déploiement de technologies innovantes avérées pour améliorer la productivité de différentes chaînes de valeur dans les systèmes de production agricole africains. Le programme TAAT

fonctionne selon deux modes : le programme de produits de base et le programme de facilitation.

Le TAAT Water Enabler Compact (TAAT-WEC) «Technologies for African Agricultural Transformation- Water Enabler Compact» (en français Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique- Pacte pour l'eau) est l'un des pactes de facilitation chargés de mettre en œuvre des technologies avérées d'irrigation et d'approvisionnement en eau dans sept pays (Burkina Faso, Éthiopie, Malawi, Mali, Nigeria, Soudan et Tanzanie) pour cinq chaînes de valeur (riz, maïs, blé, OFSP et sorgho). Les activités du TAAT-WEC étaient axées sur la démonstration participative de technologies avérées de gestion de l'eau agricole, le renforcement des capacités des bénéficiaires directs de ces technologies et la création d'un cadre propice à l'adoption et à la propagation de ces technologies. Dans le cadre des composantes de renforcement des capacités des activités du TAAT-WEC, une vaste démonstration participative des technologies d'irrigation et de gestion de l'eau a été réalisée. Ce manuel est un recueil des principaux ensembles de technologies de l'eau déployés dans le cadre de l'initiative TAAT-WEC parrainée par la BAD.

A Propos De Ce Manuel

Ce manuel contient les modules pour la formation pratique des formateurs, des agents de sensibilisation et des petits exploitants agricoles sur l'irrigation et la gestion de l'eau agricole. Les modules et l'approche de la formation seront adaptés aux conditions locales. En fonction des conditions locales, une méthodologie de formation différente pourrait être adaptée pour atteindre les mêmes objectifs fixés pour les modules. Il n'y aura pas de formation globale des bénéficiaires à tous les modules de ce manuel. Les modules de formation pour une localité particulière dépendront plutôt de ce qui suit : (1) des pratiques existantes en matière d'irrigation et de gestion de l'eau agricole ; (2) du potentiel d'amélioration

des pratiques existantes ; (3) du savoir-faire technique actuel des agriculteurs ; (4) des ressources en eau disponibles pour l'irrigation ; (4) de la disponibilité et de l'accessibilité des outils et équipements nécessaires à l'amélioration des pratiques d'irrigation et de gestion de l'eau agricole et (5) de la capacité des agriculteurs à adopter des pratiques améliorées en matière d'irrigation et de gestion de l'eau agricole. Le rôle du formateur sera strictement de «facilitation» et la formation sera conduite selon l'approche participative de la vulgarisation.

Objectif Et Portée Du Manuel

Ce manuel a été préparé principalement pour mettre à disposition des informations et renforcer les capacités des petits exploitants agricoles afin qu'ils puissent adopter des pratiques améliorées d'irrigation et de gestion de l'eau agricole. Ce livre n'est pas un manuel d'ingénierie typique ou un manuel hautement technique sur l'irrigation. Il s'agit d'un assemblage d'informations de base permettant aux formateurs et aux agriculteurs de comprendre comment ils peuvent mettre en œuvre les technologies d'irrigation des petites exploitations. Les équations et les modèles complexes ont été exclus et seules des expressions simples ont été fournies de manière à ce qu'un vulgarisateur moyen soit en mesure d'utiliser le matériel fourni. Ce manuel de formation se concentre sur l'amélioration des compétences des petits exploitants agricoles afin de développer les ressources en eau disponibles pour l'irrigation, d'appliquer l'eau de manière efficace aux cultures, de gérer l'eau de manière efficace dans le champ et de gérer l'excès ou le manque d'eau. Il est divisé en treize modules suivants:

Module 1 : Évaluation des ressources en terre et en eau pour le développement de l'irrigation par les petits exploitants.

Module 2 : Dispositifs de pompage et de remontée de l'eau

Module 3 : Développement de puits tubulaires pour les eaux souterraines peu profondes

Module 4 : Récupération des eaux de ruissellement et aménagement d'étangs de ferme

Module 5 : Système de canalisation à tuyau fermé

Module 6 : Irrigation de surface - bassin de contrôle

Module 7 : Pratique de l'irrigation par aspersion à petite échelle

Module 8 : Pratique de l'irrigation goutte à goutte à petite échelle

Module 9 : Programmation de l'irrigation à l'aide d'un dispositif Wetting Front Detector de mesure du seuil de mouillage

Module 10 : Programmation de l'irrigation avec le capteur Caméléon d'eau du sol

Module 11 : Etude du terrain pour l'agriculture en courbes de niveau

Module 12 : Nivellement au laser des surfaces techniques pour l'irrigation

Module 13 : Techniques de conservation de l'humidité du sol

L'ordre dans lequel les modules apparaissent ne reflète pas nécessairement l'ordre dans lequel les sessions pourraient être présentées lors d'une formation. Il est prévu que l'animateur prépare des plans de session afin de fournir un contexte complet sur chacun des modules. Chaque plan de session doit inclure les buts et objectifs de la session, une vue d'ensemble de son but, une description des activités qui peuvent être réalisées pour atteindre les objectifs, une liste des outils et du matériel nécessaires, et l'emplacement d'informations supplémentaires.

L'approche De La Formation

Les participants à la formation TAAT-WEC sont des adultes, de jeunes vulgarisateurs et agriculteurs. Pour faciliter la formation, il est important de comprendre comment les adultes apprennent, le rôle du facilitateur dans le processus d'apprentissage et les différentes techniques d'apprentissage participatif qui peuvent être appliquées.

L'apprentissage Des Adultes

L'utilisation du modèle du Cycle d'Apprentissage Expérientiel (CAE) est recommandée pour ces sessions de formation. Le modèle CAE reconnaît que les adultes apprennent différemment des enfants et qu'ils doivent donc être traités différemment. Ces différents styles d'apprentissage sont le résultat de différences dans la conception de soi, les expériences, la disposition à apprendre et l'application de l'apprentissage. L'approche de l'apprentissage par l'expérience se concentre sur l'apprenant et sa découverte du processus d'apprentissage. Elle suit une séquence logique appelée le cycle d'apprentissage par l'expérience (figure 1). Les adultes disposent déjà de connaissances, de compétences et d'expériences étendues ; par conséquent, l'apprentissage de quelque chose de complètement nouveau (l'expérience) ne se fait pas en un instant. La phase d'expérience permet aux participants de s'impliquer dans la «réalisation» de quelque chose qui est très proche de la situation réelle, par exemple des études de cas, des jeux de rôle, des simulations, des conférences, la mise en pratique des compétences, des projections de diapositives, etc. Les adultes feront toujours référence et utiliseront les connaissances et les compétences déjà acquises. La phase de processus concerne les réactions/réflexions des participants à l'égard de l'activité ou de l'expérience. Les participants, avec l'aide des formateurs, tentent de relier ces pensées et ces sentiments (cognitifs/affectifs) afin de tirer un sens de l'expérience. Parfois, il peut s'avérer nécessaire de décomposer et de revoir les connaissances/compétences existantes, ainsi que de tester de nouvelles idées. À partir des deux premières phases du cycle, les participants tirent des conclusions et des généralisations qui sont applicables dans la vie réelle. Cette phase s'appelle la phase de généralisation. La phase d'application donne aux participants l'occasion de réfléchir attentivement à l'élaboration de plans

visant à intégrer les apprentissages pour un comportement futur plus efficace.

Le modèle CAE est particulièrement utile dans le cadre de la formation aux compétences, car la plupart de ses techniques sont actives et conçues pour impliquer les participants dans la pratique des compétences. Il aide également les gens à assumer la responsabilité de leur apprentissage car il leur demande de réfléchir à leurs expériences.

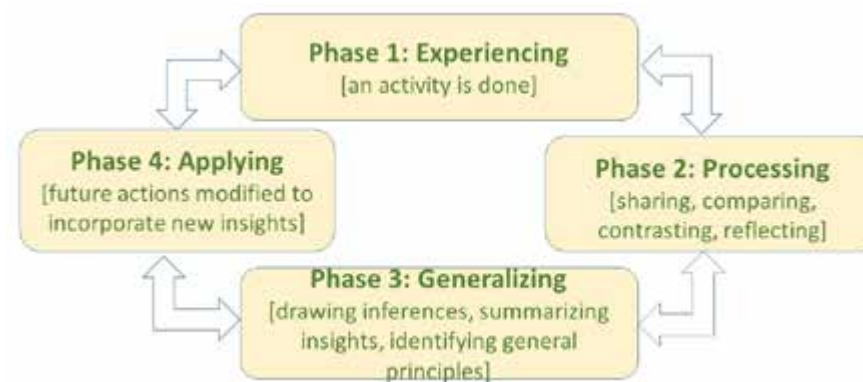


Fig. 1: Le cycle d'apprentissage des adultes

▪ Rôle Du Facilitateur

Le rôle de facilitateur dans ce programme de formation est de créer les conditions permettant aux participants d'apprendre, de leur offrir des occasions d'observer et d'interpréter les différences, et de lancer des discussions. Un bon facilitateur possède les attributs suivants :

- Accepter qu'il n'y a pas de monopole de la sagesse ou de la connaissance de la part du facilitateur.
- Écouter les agriculteurs et respecter leurs connaissances, leurs expériences et leurs perceptions.
- Mettre les participants en confiance pour qu'ils partagent leurs connaissances et leurs expériences.
- Créer des conditions et des activités appropriées à partir desquelles les agriculteurs peuvent apprendre.

- Répondre aux besoins des agriculteurs et être flexible dans l'organisation de la formation.
- Renforce les connaissances, les compétences, la capacité à résoudre les problèmes et la capacité d'innovation des agriculteurs.

▪ **Techniques De Facilitation Et D'apprentissage**

Une brève description des différentes techniques d'apprentissage qui seront utilisées au cours des formations est présentée ci-dessous.

▪ **Introduction en plénière**

L'introduction en plénière est normalement la première activité pour commencer une nouvelle session de formation. Son principal objectif est d'introduire le sujet et de familiariser les participants avec certains concepts de base en faisant référence à des sujets familiers et connexes.

▪ **Remue-méninges**

L'objectif principal d'une session de remue-méninges est d'introduire de nouveaux sujets et de découvrir très rapidement de nouvelles idées et réponses en demandant au groupe de décrire le sujet ou l'idée en énumérant une liste exhaustive de caractéristiques et de conditions connexes.

▪ **Discussions en petits groupes**

Au lieu de discuter d'un sujet avec l'ensemble du groupe, il est possible de discuter de plusieurs sujets en faisant appel à des petits groupes. L'objectif principal est de permettre à chaque participant de participer activement à la discussion.

▪ **Discussion plénière / présentation**

L'objectif de la discussion/présentation plénière est de synthétiser les idées des participants sur un (nouveau) sujet ou une information discutée au sein du groupe. Une session de formation utilisant la méthode de la discussion plénière peut se diviser en petits groupes pour des discussions en petits groupes et se poursuivre par une discussion plénière pour la formulation de la conclusion.

▪ **Activités pratiques (sur le terrain)**

Cette méthode permet aux participants de se rendre sur le terrain et d'expérimenter une nouvelle technologie en observant et en faisant. L'objectif est d'apprendre en mettant en pratique les nouvelles pratiques.

▪ **Marche sur le terrain/observations sur le terrain**

L'objectif d'une promenade ou d'une observation sur le terrain est de permettre aux participants d'apprendre par des observations sur le terrain. Les zones à visiter sont leurs champs au sein de leur système d'irrigation.

▪ **Jeux de rôle**

Dans les jeux de rôle, les participants utilisent leurs propres expériences pour reproduire une situation de la vie réelle. L'objectif du jeu de rôle est de confronter les participants à (un problème dans) leur situation réelle, sous différents points de vue, et de les laisser trouver une solution de manière créative.

Les Modules De Formation

Module 1: Évaluation Des Ressources En Terre Et En Eau Pour Le Développement De Systèmes D'irrigation Par Les Agriculteurs

▪ Introduction

La disponibilité de l'eau est la condition préalable à une irrigation réussie par les petits exploitants agricoles. Selon l'emplacement de l'exploitation, l'eau d'irrigation peut provenir de rivières, de lacs, de barrages, de ruissellements de surface ou d'eaux souterraines. Il est nécessaire de développer la capacité des agriculteurs à exploiter durablement les ressources en eau disponibles dans leur localité pour l'irrigation. Les agriculteurs seront formés sur la variable spécifique pour permettre une évaluation correcte de la terre et des ressources en eau disponibles dans la localité.

▪ Objectifs de la formation

A l'issue de ce module, les participants à la formation doivent être capables de :

1. Évaluer la terre, l'eau et les autres ressources nécessaires dans le cadre de la planification de l'irrigation.
2. Faire la différence entre les différentes sources d'eau disponibles pour l'irrigation, et identifier leurs avantages et inconvénients (y compris les coûts).
3. Apprendre les étapes pour évaluer les besoins en eau des cultures et les besoins bruts en eau du champ.
4. Comprendre les principaux facteurs à prendre en compte lors du choix d'un emplacement approprié pour la production de cultures irriguées.

▪ Résultats attendus

1. Les irrigants amélioreront leur capacité à planifier leur irrigation et à gérer les ressources disponibles.
2. Les participants prendront des décisions cruciales sur les sources d'eau, les besoins en eau et d'autres variables pour permettre des pratiques de production..

Module 2: Dispositifs De Remontée D'eau / De Pompage

▪ Introduction

De nombreux petits irrigants utilisent des pompes pour pomper l'eau des puits, des rivières, des étangs ou des barrages. Le pompage de l'eau nécessite de l'énergie, et cette énergie est fournie soit par un moteur à essence ou diesel avec un moteur électrique ou solaire. Il existe de nombreux types de pompes et de sources d'énergie différentes et le choix du bon type de pompe et de la source d'énergie appropriée est la clé d'une irrigation réussie pour les petits exploitants. Les agriculteurs doivent être capables de faire fonctionner et d'entretenir la pompe. Il est donc important que les agriculteurs connaissent les différentes pompes disponibles. La petite pompe à essence est décrite en détail dans ce module.

▪ Objectifs de la formation

A l'issue de ce module, les participants à la formation doivent être capables de :

1. Faire la différence entre les différents dispositifs de pompage, et identifier leurs avantages et inconvénients (y compris les coûts).
2. Comprendre les principaux facteurs à prendre en compte lors de la sélection de dispositifs de pompage adaptés.
3. Choisir des dispositifs de pompage adaptés à leur localité et à leur source d'eau.
4. Suivre une approche progressive pour installer, utiliser et entretenir une petite pompe à essence de surface.

▪ Résultats attendus

1. Les irrigants seront en mesure de sélectionner le type de pompe le plus approprié en tenant compte des sources d'eau, de la distance d'acheminement, du coût, etc.
2. Les irrigants seront capables de faire fonctionner efficacement et d'effectuer un entretien de base de la pompe.

Module 3: Développement Des Eaux Souterraines Peu Profondes

▪ Introduction

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont les principales sources d'eau d'irrigation. Cependant, les eaux souterraines peu profondes sont facilement accessibles pour l'irrigation pratiquée par les agriculteurs dans les endroits où les formations hydrogéologiques permettent un rendement élevé en eau à faible profondeur. Les agriculteurs ont utilisé des fosses creusées manuellement pour exploiter les eaux souterraines peu profondes, ce qui n'a pas été efficace et a nécessité beaucoup de travail. Ce module présente des techniques efficaces pour accéder aux eaux souterraines peu profondes en utilisant un puits tubulaire et une petite pompe à essence.

▪ Objectifs de la formation

1. Les participants seront en mesure d'évaluer les endroits où les eaux souterraines peu profondes peuvent être exploitées.
2. Les participants seront capables de construire, d'installer un puits tubulaire avec une pompe à eau à essence, et d'effectuer des tests de pompage.

▪ Résultats attendus

1. Supprimer la corvée associée aux creusements manuels.
2. Utiliser la technologie des puits tubulaires peu profonds pour l'irrigation et les autres besoins en eau de l'agriculture.

Module 4: Récupération De L'Eau De Ruissellement Et Développement D'Étangs De Ferme

▪ Introduction

L'eau de ruissellement générée dans les bassins hydrographiques agricoles peut être utilisée efficacement à des buts de production agricole. La technologie de collecte des eaux de ruissellement permet une utilisation

optimale de l'eau, en particulier dans les zones sèches où les précipitations annuelles sont faibles. Il existe plusieurs approches de la collecte des eaux de ruissellement, mais les étangs de ferme et les digues de barrage sont réalisables dans les paysages des petits exploitants. Ce module guidera les participants sur la façon dont la technologie de collecte des eaux de ruissellement peut être mise en œuvre.

▪ Objectifs de la formation

1. Évaluer le bassin hydrographique de la ferme pour décider d'une structure appropriée de collecte des eaux de ruissellement.
2. Faire la différence entre les structures de stockage de l'eau de ruissellement et les exigences de leurs déploiements.
3. Concevoir et mettre en œuvre de manière adéquate la structure de collecte des eaux de ruissellement.
4. Étapes de la construction d'un (1) étang de ferme (2) barrage en remblai - barrage de contrôle/sac de sable.

▪ Résultats attendus

Les participants sont capables d'exploiter les eaux de ruissellement à des fins agricoles durables.

Module 5: Systèmes De Canalisation D'eau À Tuyau Fermé

▪ Introduction

L'agriculture étant une grande consommatrice d'eau, les pertes d'eau pendant son acheminement revêtent une grande importance. Les pertes liées à l'acheminement de l'eau se composent principalement des pertes d'exploitation, de l'évaporation et de la percolation dans le sol à partir des surfaces en pente et du fond des canaux. Il est important de fournir aux irrigants les connaissances et les compétences nécessaires pour transporter efficacement l'eau de la source à leurs champs. Ce module présente les méthodes d'acheminement de l'eau d'irrigation par tuyaux fermés et explique comment les mettre en œuvre dans les pratiques d'irrigation des petits exploitants.

▪ Objectifs de la formation

À l'issue de ce chapitre, les participants à la formation seront en mesure de :

1. Faire la différence entre les différents systèmes de canalisation de l'eau, et identifier leurs avantages et inconvénients (y compris les coûts).
2. Comprendre les principaux facteurs à prendre en compte lors de la sélection des systèmes de canalisation de l'eau.
3. Suivre une approche progressive pour concevoir et construire un système de canalisation fermé.

▪ Résultats attendus

1. Les irrigants améliorent leurs systèmes actuels de canalisation de l'eau, s'ils existent déjà, et en construisent de nouveaux.
2. Les nouveaux irrigants adoptent des systèmes améliorés de canalisation de l'eau.

Module 6: Irrigation De Surface : Systèmes À Bassins, À Bordures Et À Sillons

▪ Introduction

Un approvisionnement approprié en eau est important pour la croissance des plantes. Lorsque les précipitations ne sont pas suffisantes, les plantes doivent recevoir de l'eau supplémentaire par l'irrigation. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour fournir de l'eau d'irrigation aux plantes. Cependant, chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Il convient d'en tenir compte lors du choix de la méthode la mieux adaptée aux circonstances locales. Les méthodes d'irrigation de surface sont les plus courantes. Ce module explique comment ces méthodes d'irrigation peuvent être efficacement mises en œuvre.

▪ Objectifs de la formation

À l'issue de ce chapitre, les participants à la formation seront en mesure de :

1. Comprendre clairement les différentes méthodes d'irrigation de surface, c'est-à-dire le bassin, le bassin de retenue, le sillon et la bande de bordure.
2. Identifier les facteurs qui déterminent le choix des méthodes d'irrigation.
3. Choisir les méthodes d'irrigation de surface appropriées pour les différentes cultures irriguées.

▪ Résultats attendus

1. Les participants se familiarisent avec les différents types de méthodes d'irrigation, leurs avantages et leurs inconvénients (y compris les coûts).
2. Les nouveaux irrigants et les irrigants actuels adoptent des méthodes d'irrigation efficaces, en tenant compte de leurs types de cultures, des types de sols, de la source d'eau, etc.

Module 7: Pratique De L'irrigation Par Aspersion

▪ Introduction

L'irrigation de surface peut être bon marché et rapide à mettre en œuvre car elle permet une faible répartition de l'irrigation et une utilisation efficace de l'eau. L'irrigation par aspersion permet d'obtenir une meilleure répartition et une meilleure efficacité de l'irrigation et réduit la demande de main-d'œuvre. L'irrigation par aspersion s'adapte à différentes cultures, types de sol et paysages. Il existe différents types de systèmes d'aspersion qui peuvent être utilisés dans diverses conditions. Ce module présente aux stagiaires les pratiques d'irrigation par aspersion à l'échelle d'une petite exploitation.

▪ Objectifs de la formation

1. Comprendre les bases des pratiques d'irrigation par aspersion et leur fonctionnement.
2. Différencier les différents modèles d'arroseurs, faire correspondre les conditions (culture et besoins en eau) et les exigences (source d'eau et pression) de leurs utilisations.
3. Être capable de choisir les bons dispositifs d'arrosage, de les installer et de gérer efficacement le système.

▪ Résultats attendus

Permettre aux participants de mettre en œuvre l'irrigation par aspersion dans différentes conditions environnementales et pour différents systèmes agricoles.

Module 8: Technologie D'irrigation Goutte À Goutte Pour Les Petits Exploitants

▪ Introduction

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est appliquée directement sur la plante, lentement et à un taux prédéterminé. L'eau est fournie sous forme de gouttes ou de gouttelettes en continu pendant une période donnée, de manière à ce que la zone des racines reste humide. Elle présente une grande efficacité d'irrigation et d'utilisation de l'eau. Les composants de l'irrigation goutte à goutte, tels que les émetteurs et les goutteurs, existent en différents débits et sont destinés à être utilisés dans différentes propriétés de sol. Ce module présente les pratiques d'irrigation au goutte-à-goutte pour les systèmes de petites exploitations agricoles.

▪ Objectifs de la formation

1. Introduire les bases des pratiques de l'irrigation au goutte à goutte.
2. Identifier les différents composants de l'irrigation au goutte à goutte et comment les utiliser dans un plan d'irrigation.
3. Permettre la mise en œuvre de l'irrigation au goutte à goutte pour les petits exploitants, y compris l'exploitation et la maintenance.

▪ Résultats attendus

Permettre aux agriculteurs de mettre en œuvre l'irrigation au goutte à goutte au niveau des petites exploitations pour différentes cultures.

Module 9 Et 10: Programmation De L'irrigation : Le Dispositif Wetting Front Detector De Mesure Du Seuil De Mouillage Et Capteur Caméléon De Teneur En Eau Du Sol

▪ Introduction

La programmation de l'irrigation consiste à décider du moment et de la quantité d'eau à appliquer sur un champ. Une bonne programmation permet d'appliquer l'eau au bon moment et dans la bonne quantité pour optimiser la production et minimiser les impacts environnementaux négatifs. Une mauvaise programmation signifie que l'eau est soit insuffisante, soit excessive, soit qu'elle n'est pas appliquée au bon moment, ce qui entraîne un manque d'eau, soit qu'elle est appliquée trop tôt, ce qui entraîne un excès d'eau. Un arrosage insuffisant ou excessif peut entraîner une réduction des rendements, une baisse de la qualité et une utilisation inefficace des nutriments.

▪ Objectifs de la formation

À l'issue de ce chapitre, les participants à la formation seront en mesure de :

1. Comprendre ce que signifie la programmation de l'irrigation.
2. Identifier les facteurs qui influencent la programmation de l'irrigation.
3. Comprendre comment déterminer le calendrier d'irrigation à l'aide du détecteur de présence d'humidité et du capteur Caméléon de teneur en eau du sol.

▪ Résultats attendus

Les nouveaux irrigants et les irrigants actuels adoptent des méthodes efficaces de programmation de l'irrigation en tenant compte des types de cultures, des types de sols, de la source d'eau, etc.

Module 11: Etude De Terrain Pour L'agriculture En Courbes De Niveau

▪ Introduction

L'agriculture de contour est une stratégie de conservation de l'eau contenue dans le sol qui a pour avantage d'améliorer l'humidité du sol in-situ et de protéger les terres agricoles contre l'érosion du sol. Elle profite de la pente du terrain de telle sorte que les crêtes construites en travers de la pente servent de structure de conservation - comme un rempart - pour réduire le mouvement du ruissellement, augmentant ainsi l'infiltration de l'eau. L'agriculture de contour est très utile dans les zones arides et peut être efficace avec une étude de terrain appropriée pour la construction des contours. Ce module présente des pratiques simples en matière de topographie pour faciliter la mise en œuvre de la culture de contour.

▪ Objectifs de la formation

1. Introduire la culture de contour, ses avantages et ses contraintes.
2. Former les participants à l'utilisation de techniques et d'outils simples de topographie pour faciliter l'identification des contours dans un champ.
3. Expliquer les étapes de la mise en œuvre de la culture de contour.

▪ Résultats attendus

1. Les participants seront capables d'utiliser des techniques et des outils simples de topographie.
2. Capacité à mettre en œuvre l'agriculture de contour pour une production agricole durable dans un environnement sec.

Module 12: Nivellement De Terrain - Surface Aménagée Pour L'irrigation

▪ Introduction

Le nivellement du terrain est une pratique importante pour obtenir un terrain nivelé de façon à ce que l'eau de surface avance et soit distribuée

uniformément. Il s'agit de déplacer la terre des points hauts du champ vers les points bas pour obtenir une surface de terre uniforme. Cette session explorera les avantages du nivellement de la terre et présentera aux participants des équipements à moindre coût pour le nivellement de la terre.

▪ Objectifs de la formation

À l'issue de ce module, les participants à la formation devraient être capables de :

1. Identifier et analyser les besoins en matière de nivellement de terrain.
2. Nivelier le terrain à l'aide d'outils à moindre coût.
3. Introduire un système de nivellement de terrain guidé par laser.

▪ Résultats attendus

Les agriculteurs adoptent le nivellement des terres pour améliorer la distribution de l'eau et éviter l'engorgement.

Module 13: Pratiques De Conservation De L'humidité Du Sol

▪ Introduction

Dans un système pluvial, il existe des techniques pour récolter l'eau in-situ afin d'améliorer la disponibilité de l'humidité du sol pour la croissance des plantes. La gestion de l'eau sur le terrain est la manipulation de l'eau à l'intérieur des limites d'une exploitation individuelle, d'une parcelle agricole ou d'un champ. Elle vise généralement à optimiser les relations entre le sol, l'eau et les plantes pour obtenir un meilleur rendement. Ce module aborde certaines des techniques permettant de conserver l'eau du sol in situ pour améliorer l'humidité du sol.

▪ Objectifs de la formation

À l'issue de ce chapitre, les participants à la formation seront en mesure de :

1. Comprendre l'importance de la conservation du sol et de l'eau.

2. Construire des structures de base au sein de l'exploitation pour conserver l'humidité du sol.

- **Résultats attendus**

1. Les participants se familiarisent avec les différentes méthodes de conservation du sol et de l'eau.
2. Les participants adoptent des méthodes appropriées pour conserver le sol et l'eau en tenant compte de leurs types de cultures, des types de sol, de la topographie, etc.

Bibliographie

Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as a Source of Learning and Development*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, Inc, p. 256.

MODULE 1

Évaluation Des Ressources En Terre Et En Eau Pour
Le Développement De Systèmes D'irrigation Par Les
Agriculteurs

Évaluation Des Ressources En Terre Et En Eau Pour Le Développement De Systèmes D'irrigation Par Les Agriculteurs

1.1 Pratique De L'irrigation Dirigée Par Les Petits Exploitants Agricoles

L'irrigation est devenue essentielle aux systèmes agricoles des petits exploitants en vue d'accroître la productivité agricole, de s'adapter à la variabilité croissante du climat, d'améliorer les moyens de subsistance et de garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique. Grâce à différentes technologies, les cultures reçoivent de l'eau en dehors des périodes adéquates de précipitations. De l'arrosage manuel à l'aide d'un seau à l'utilisation de petites pompes et au déploiement de différentes technologies d'irrigation, le renforcement des ressources des petits exploitants agricoles pour leur permettre de se lancer dans la production de cultures irriguées est devenu crucial pour la transformation des systèmes agricoles des petits exploitants en Afrique. Le Cadre de l'Union Africaine pour le Développement de l'Irrigation et la Gestion de l'Eau Agricole (DIGEA 2020) définit l'irrigation dirigée par les agriculteurs comme «un processus dans lequel les agriculteurs assument un rôle moteur dans l'amélioration de leur utilisation de l'eau agricole en apportant des changements en matière de savoir-faire, d'utilisation des technologies, de modèles d'investissement et de liens avec le marché, ainsi que de gestion des terres et des ressources en eau». L'irrigation dirigée par les agriculteurs concerne principalement, mais pas uniquement, les petits exploitants agricoles et ne se limite pas à une seule technologie. Le caractère unique des pratiques d'irrigation dirigées par les agriculteurs réside dans la capacité de ces derniers à prendre en charge, à leur propre rythme, la manière d'améliorer leur utilisation de l'eau destinée à l'agriculture, les décisions concernant les choix technologiques, le portefeuille d'investissements, les liens avec le marché et la gestion des terres et des ressources en eau.

1.2 Particularités Des Pratiques D'irrigation Dirigées Par Les Petits Exploitants Agricoles

Compte tenu des différentes ressources disponibles en Afrique, l'Union Africaine (DIGEA, 2020) a abordé de manière exhaustive toutes les questions relatives à la gestion de l'eau agricole en Afrique. Elle a identifié 4 grandes approches pour améliorer la gestion de l'eau agricole sur le continent. Il s'agit de :

(1) L'amélioration de la maîtrise de l'eau et de la gestion des bassins versants en matière d'agriculture pluviale, (2) Du développement de l'irrigation dirigée par les agriculteurs, (3) Du développement et de la modernisation des systèmes d'irrigation et (4) De l'utilisation non conventionnelle de l'eau pour l'irrigation.

Le programme TAAT-WEC «Technologies for African Agricultural Transformation- Water Enabler Compact» (en français Technologies pour la Transformation de l'Agriculture en Afrique- Pacte pour l'eau) est axé sur le développement de l'irrigation dirigée par les agriculteurs (FLID). Le FLID a acquis une importance croissante en Afrique au cours des 20 dernières années et a été identifié d'une part comme le processus dominant entraînant une augmentation de l'utilisation de l'eau à usage agricole en Afrique et d'autre part en tant que stratégie majeure dans la quête de sécurité alimentaire sur le continent. Le FLID a l'avantage d'être immédiatement accessible aux petits exploitants agricoles qui investissent pour faire progresser les pratiques d'irrigation et de gestion de l'eau agricole. Voici les caractéristiques de base d'une pratique d'irrigation dirigée par les agriculteurs:

- Ils cultivent généralement des cultures à haute valeur ajoutée pour les marchés urbains, périurbains et, dans certains cas, d'exportation.
- Ils irriguent généralement de petites parcelles de 0,5 ha à 2 ha.
- Ils utilisent souvent, mais pas uniquement, des systèmes de pompage (petites pompes à essence, diesel, solaires).
- Ils dépendent grandement des puits à tuyaux peu profonds dans le cas des systèmes d'irrigation individuels et de la disponibilité de l'eau à proximité immédiate.

- Ils cultivent principalement des cultures horticoles.
- Ils pratiquent le système de polyculture (ou cultures multiples) orienté vers le marché.
- Ils travaillent en famille sur des petites parcelles et ont recours à une main-d'œuvre salariée/rémunérée sur des exploitations plus grandes.

Ce manuel contient 13 modules qui fournissent des conseils de base sur la phase de planification d'un FLID réussi et des technologies adaptables pour améliorer les pratiques et la rentabilité de l'irrigation dirigée par les agriculteurs.



Credit: Adebayo Oke and Zander Swart / IWMI

1.2.1 Ressources Nécessaires À L'irrigation À Petite Échelle Dirigée Par Les Agriculteurs

Les agriculteurs peuvent avoir besoin de terres, d'eau et de ressources financières essentielles pour s'engager activement dans des pratiques d'irrigation dirigées par les agriculteurs :

- **L'accès à la terre :** On peut envisager soit la propriété directe de la terre, soit sa location. La terre réunit les ressources en eau et en sol nécessaires à la culture. Les sols disponibles peuvent ne pas être d'une qualité «parfaite» ou ne pas contenir les nutriments nécessaires à la culture. Une analyse de base du sol est donc requise et doit être encouragée pour guider la décision sur la bonne gestion du sol et de l'eau et la technologie appropriée d'irrigation. Cependant, les fournisseurs de services d'irrigation sont une composante du système d'irrigation dirigé par les agriculteurs qui n'ont pas nécessairement besoin de ressources en terre pour mener à bien leurs activités. Les prestataires de services peuvent soutenir les principaux acteurs dans les domaines de l'évaluation du terrain, du financement de l'équipement d'irrigation, de la planification ou de l'exploitation effective de l'irrigation et de la formation des agriculteurs.
- **L'accès à une source d'eau :** les rivières, les ruisseaux, un lac ou un réservoir et les eaux souterraines peu profondes sont les sources d'eau immédiates pour l'irrigation. Posséder des terres à proximité d'une rivière, d'un ruisseau ou avec un bon potentiel d'eau souterraine est un atout. Selon les politiques nationales en matière de ressources en eau et d'utilisation de l'eau des rivières, les agriculteurs peuvent être libres de prélever de l'eau pour l'irrigation des petites exploitations. Cet aspect est important lors de la négociation ou de la décision d'acquérir des terres pour l'agriculture. Cependant, il est également possible pour l'agriculteur de construire des étangs pour recueillir l'eau. Toutefois, cela implique un investissement supplémentaire (Tableau 1.1).
- **L'accès au financement :** Pour acquérir du matériel d'irrigation, l'agriculteur doit avoir accès à des fonds et/ou à des crédits en

fonction du niveau de production prévu. Il est courant pour les petits exploitants agricoles de mettre sur le compte du capital leur incapacité à investir et à développer leur activité. Cependant, il existe souvent des moyens d'accéder à des fonds qui ne font pas nécessairement partie des systèmes financiers conventionnels ou formels. L'accès au crédit, le fonds spécial d'intervention agricole du gouvernement ou les prêts des institutions financières, les sociétés coopératives, le crédit des amis, l'épargne spéciale, l'épargne des associations, les crédits de garantie des associations, etc. sont des sources potentielles de financement. La possibilité d'accéder à un prêt ou à un crédit peut dépendre d'une garantie et les conditions doivent être clarifiées avant d'accepter un prêt ou un crédit. Au cours des dernières années, de nouveaux modèles de financement proposés par les fournisseurs d'équipements d'irrigation ont été développés et ne nécessitent pas de garanties. Ces types de modèles commerciaux peuvent être une bouée de sauvetage pour aider les acteurs de l'irrigation dirigé par les agriculteurs à obtenir les équipements nécessaires.

1.2.2 Évaluation Des Ressources En Terre, En Eau Et Autres Ressources Nécessaires

Il est nécessaire de procéder à des évaluations sur le terrain pour s'assurer que les ressources en terre et en eau disponibles correspondent aux méthodes et au matériel d'irrigation à déployer. L'adéquation des technologies d'irrigation aux systèmes de production agricole est essentielle. Les différentes conditions des ressources en terre et en eau doivent être gérées et utilisées de manière à répondre aux exigences spécifiques des systèmes de culture. L'évaluation sur le terrain est mieux menée par une personne technique, par exemple le fournisseur de matériel d'irrigation, un agent de vulgarisation ou un expert en irrigation. Dans le système des petites exploitations, les agriculteurs peuvent également effectuer quelques évaluations initiales sur le terrain pour répondre aux questions de base. Cela leur permettra de faire une demande appropriée concernant la technologie et la méthode d'irrigation, le coût d'investissement éventuel, les meilleures pratiques de gestion de l'irrigation, les rendements et les revenus prévus.

Certains fournisseurs de matériel d'irrigation effectuent cette évaluation préalable à la vente, y compris l'évaluation économique, dans le cadre de la planification du projet.

☞ La productivité de l'investissement dans la production de cultures par irrigation ne se limite pas à la technologie mais à une foule d'autres variables qui doivent être prises en compte. Le tableau 1.1 met en évidence les évaluations des ressources de base qui sont cruciales pour décider d'un investissement dans la production de cultures par irrigation.

Tableau 1.1: Caractéristiques de l'évaluation des terres et de l'eau pour l'irrigation dirigée par les agriculteurs

élément Physique	Observation spécifique
Terre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluer la propriété, le régime foncier, et son historique ; ▪ Prendre les coordonnées GPS ou noter un point de repère important qui peut aider à localiser des informations numériques sur la zone
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>La surface de terre disponible peut ou non être utilisée pour l'irrigation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La source d'eau est le principal facteur déterminant. Existe-t-il une source d'eau fiable ?
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Topographie et élévation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S'agit-il d'un terrain vallonné ou plat ?
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Historique des cultures</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quel est le type d'utilisation des terres, les méthodes de labour, le type de culture et le type de gestion précédente des terres ?
Eau	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Sources d'eau disponibles</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifiez les sources d'eau proches du terrain - rivière, ruisseau, eaux souterraines peu profondes, lacs, barrages avec ou sans réseau de canaux
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Eau de surface : Rivière</i> ▪ <i>Des informations sur l'hydrologie de la région peuvent être obtenues auprès des agriculteurs et des personnes vivant à proximité.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nom de la rivière, est-elle pérenne ou saisonnière, quelle est sa taille (largeur et profondeur), son débit est-elle rapide ou lente ? Avec un petit barrage (sacs de sable), pouvez-vous augmenter la profondeur de l'eau pour obtenir un pompage toute l'année ?
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Distance par rapport au champ et emplacement par rapport aux dimensions et à la disposition du champ</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'eau, la rivière ou le cours d'eau sont-ils facilement accessibles ou nécessitent-ils un système d'acheminement ? ▪ Quelle est la distance entre la source d'eau et le bord du champ ? ▪ La source d'eau se trouve-t-elle près du milieu du champ ou près du bord ?

élément Physique	Observation spécifique
<i>Une évaluation rapide de la qualité de l'eau</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'eau est-elle claire, turbide, sale ou malodorante ? La zone est-elle marécageuse ou facilement accessible?
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eau souterraine 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quelle est la profondeur de la nappe phréatique : 1 m, 5 m, 10 m ou plus ? ▪ À quel niveau se trouve la nappe phréatique au plus fort de la saison sèche ? Y a-t-il des agriculteurs qui utilisent actuellement les eaux souterraines pour l'irrigation ? Comment l'eau souterraine est-elle utilisée ? ▪ Quel est le rendement moyen de l'eau souterraine à partir de n'importe quel point de pompage à proximité ? Cette question est cruciale si l'agriculteur a l'intention de dépendre des eaux souterraines pour ses activités d'irrigation.
Sol	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Type de sol (posez des questions aux agriculteurs autour de vous sur la façon dont ils considèrent le sol - fertile ou infertile. Utilisez une pelle et creusez éventuellement jusqu'à une profondeur de 1m)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comment est le sol à une profondeur d'un mètre, pierres, roches ou terre ? Quel est le type de sol à la profondeur immédiate (0-30m), couche organique, argileux, gravier, sable, limon, glaise ? ▪ Qu'est-ce que c'est à partir de 30 - 60m
<i>Une évaluation rapide des éléments nutritifs/de la fertilité du sol</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quelle est la couleur du sol ? Le sol est-il collant lorsqu'il est humide ? Observez-vous des vers de terre ? Quel type de végétation pousse dans le champ, herbe, arbustes, arbres, etc.?
Conditions Climatiques	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comment décririez-vous le temps qu'il fait dans le champ ? Le schéma des précipitations, de la sécheresse, de la température au cours de l'année. Le début et la fin des précipitations,
Système de culture	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quelles cultures prévoyez-vous d'irriguer et combien d'hectares par culture ? Quelle surface totale d'irrigation et quelles cultures avez-vous l'intention d'irriguer en un an ??
Fonds disponibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quelle est le montant de l'investissement/du fonds destiné au projet agricole ? ▪ En dehors des fonds personnels immédiatement disponibles, quelles sont les autres sources de financement dont dispose l'agriculteur ? ▪ L'agriculteur est-il prêt à attirer des options de financement par crédit ? ▪ Pendant combien de temps l'agriculteur a-t-il l'intention de poursuivre la production de cultures irriguées ? L'agriculteur a-t-il l'habitude de travailler à crédit de manière satisfaisante ?
Crédit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avez-vous déjà des prêts et des crédits en cours ? ▪ Combien de prêts supplémentaires l'agriculteur peut-il envisager d'obtenir auprès d'associations de producteurs, de fournisseurs de services de crédit ou de fournisseurs d'équipement ? Quelle option est la plus réalisable?

☞ Le risque associé à l'agriculture irriguée peut être grandement minimisé si l'on tient compte de ces informations et si l'on planifie en fonction des conditions sur le terrain.

1.3 Principales Considérations À Prendre En Compte Dans La Planification De L'irrigation

1.3.1 Conditions météorologiques

Les besoins en eau des cultures sont influencés par le climat ambiant et les caractéristiques physiologiques des cultures. Les conditions météorologiques doivent être prises en compte pour déterminer les besoins en eau pour l'irrigation. L'évapotranspiration de référence, qui est la quantité maximale d'eau pouvant être utilisée pour satisfaire l'évaporation et la transpiration, dépend de la température atmosphérique, de l'humidité relative, des caractéristiques du vent et du rayonnement solaire. Ces paramètres sont nécessaires à l'estimation de l'évapotranspiration. Les différences dans les conditions météorologiques expliquent pourquoi, pour la même culture dans différents endroits, les besoins nets en eau d'irrigation seront différents.

1.3.2 Besoins en eau des cultures

Il est important d'estimer le volume d'eau qui serait nécessaire au cours d'une saison typique d'irrigation. Cela dépend du type de culture et des conditions environnementales. Par exemple, dans le même environnement, la canne à sucre ou le maïs auront besoin de plus d'eau que l'oignon ou le niébé. Pour estimer le volume d'eau nécessaire à votre champ, il faut évaluer les besoins en eau des cultures afin de s'assurer que la source d'eau est suffisante pour toute la saison agricole. Chaque événement d'irrigation utilise une partie de ce volume total d'eau. Tout au long de la saison de croissance des cultures, le besoin en eau de chaque événement d'irrigation doit être satisfait.

☞ Ceci est particulièrement important lorsqu'une irrigation totale est envisagée.

Besoin en eau d'irrigation (IR ou ET_{cr}) et période critique dans l'irrigation de la culture : Sans grande complexité, le besoin net en irrigation (NIR) peut être calculé à partir de l'évapotranspiration de référence estimée (ET_{ref}) pour un emplacement, du coefficient de culture (K_c) pour le stade de croissance de la culture (figure 1.1 et tableau 1.2) et de la durée des jours pour les stades de développement de la culture (tableau 1.3)).

☞ L'ET de référence peut être estimée par différentes méthodes. Cependant, FAO CROPWAT est un logiciel qui peut être utilisé pour estimer l'ET de référence avec des données agro-météorologiques de base pour le lieu d'intérêt.

☞ Le K_c de la plupart des cultures a été estimé (FAO, Paper 56) et peut être utilisé pour faire une estimation rapide du NIR.

☞ Cependant, lorsqu'elles sont disponibles, les données locales de K_c des cultures doivent être utilisées pour l'estimation du NIR.

☞ Le besoin net en eau d'irrigation (NIR) est la somme des besoins en irrigation pour les différents stades de la culture - généralement, les stades initial, de développement, intermédiaire et tardif).

NIR = ET_{ref} X K_c stade initial X nombre de jours pour le stade initial de la culture) +

(ET_{ref} X K_c stade de développement X nombre de jours pour le stade de développement de la culture) +

(ET_{ref} X K_c stade moyen X nombre de jours pour le stade moyen de la culture) +

(ET_{ref} X K_c stade tardif X nombre de jours pour le stade tardif de la culture)

NIR (mm); ET_{ref} (mm)

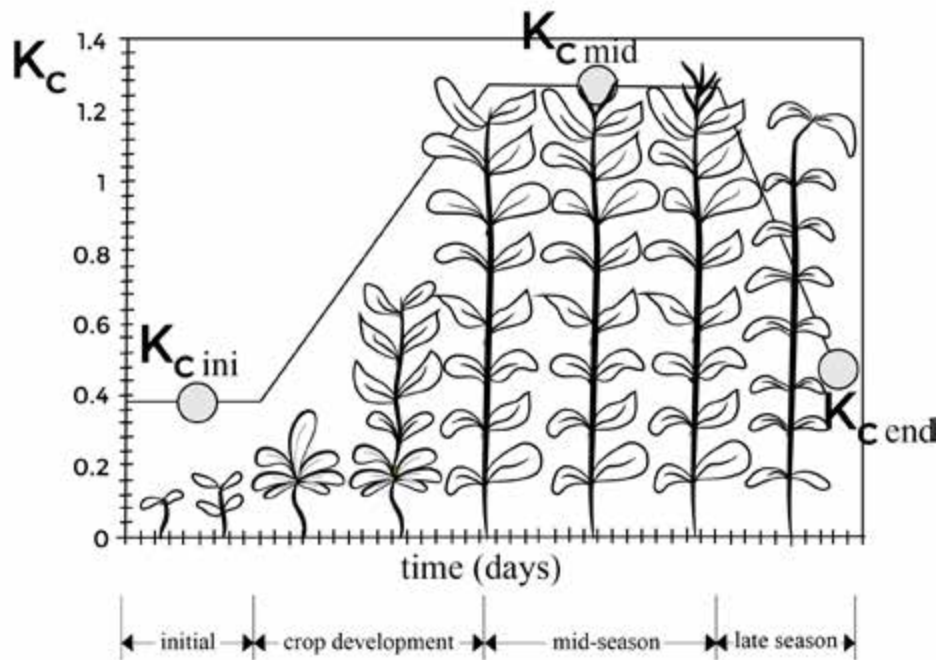


Figure 1.1: Generalized crop coefficient curve for the single crop coefficient

Tableau 1.2: Exemple de coefficient de culture pour certaines cultures

Crop	$K_{c\ ini}$	$K_{c\ mid}$	$K_{c\ end}$
Betterave	0.35	1.2	0.7
Maïs (maïs doux)		1.15	1.05
Riz	1.05	1.2	0.90 - 0.60

Source: FAO, 56

Tableau 1.3: Exemples de la durée des stades de développement des cultures en nombre de jours

Crop	Init. (L _{ini})	Dev. (L _{dev})	Mid (L _{mid})	Late (L _{late})	Total	Plant Date	Region
a. Small Vegetables							
Broccoli	35	45	40	15	135	Sept	Calif. Desert, USA
Cabbage	40	60	50	15	165	Sept	Calif. Desert, USA
Carrots	20	30	50/30	20	100	Oct/Jan	Arid climate
	30	40	60	20	150	Feb/Mar	Mediterranean
	30	50	90	30	200	Oct	Calif. Desert, USA
Cauliflower	35	50	40	15	140	Sept	Calif. Desert, USA
Celery	25	40	95	20	180	Oct	(Semi) Arid
	25	40	45	15	125	April	Mediterranean
	30	55	105	20	210	Jan	(Semi) Arid

Source: FAO, Paper 56

brut en eau pour la saison d'irrigation (GIR) : Il s'agit de la somme des volumes d'eau qui seront nécessaires à la production tout au long de la saison. L'estimation du GIR doit être basée sur la superficie totale destinée à être irriguée pendant la saison d'irrigation. Le GIR est nécessaire pour évaluer l'adéquation de la source d'eau, qu'il s'agisse d'eau de surface (rivières, ruisseaux), d'étang, de lac ou d'eau souterraine. L'adéquation de l'eau en termes de quantité et de qualité est très importante lors de la planification des projets d'irrigation, même à l'échelle des petites exploitations.

$$\text{GIR} = \text{NIR} \times \text{Surface cultivée}$$

GIR (m³); NIR (m); Surface cultivée (m²)

Le GIR est une estimation du volume d'eau qui pourrait être nécessaire pour irriguer votre champ cultivé pendant tous les stades de développement des plantes. La quantité d'eau à appliquer ou la profondeur d'irrigation - pendant un événement d'irrigation - est une décision locale qui doit être déterminée à partir du suivi du niveau d'épuisement de l'humidité du sol par l'utilisation d'outils de programmation de l'irrigation tels que le tensiomètre, le dispositif Wetting Front Detector de mesure du seuil de mouillage ou d'autres capteurs d'humidité du sol.

☞ L'efficacité de la méthode d'irrigation adoptée aura un impact direct sur le GIR. Par exemple, le besoin brut en irrigation pour une culture sous irrigation par goutte à goutte sera beaucoup plus faible que sous aspersion et encore plus faible pour la même culture sous les méthodes d'irrigation de surface. De même, les pertes d'eau enregistrées dans le système de canalisation affectent également le besoin brut en irrigation.

1.3.3 Type De Sol

Le sol joue un rôle majeur dans la culture des plantes. Il constitue un réservoir d'eau et de nutriments pour la croissance et la santé des plantes. Il constitue également le point d'ancrage des racines des plantes lors de leur croissance. Les différents sols ont des caractéristiques uniques avec des propriétés différentes.

Texture du sol: Le sol est constitué de particules minérales primaires de tailles très variables. La répartition de la taille de ces particules définit la texture du sol. L'argile, l'argile sableuse ou le limon sableux sont des exemples de textures de sol (figure 1.2). La texture du sol est une propriété du sol qui est cruciale pour l'application de l'eau d'irrigation et sa disponibilité pour les cultures.

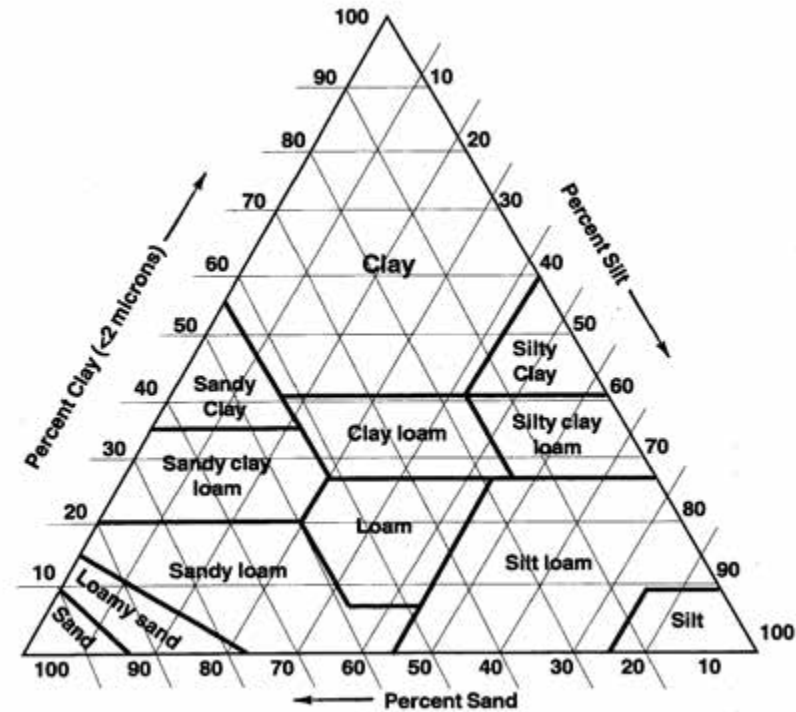


Figure 1.2: Soil textural classes

Table 1.4: Soil texture and infiltration rate

Soil type	Basic infiltration rate (mm/hr)
Sand	less than 30
Sandy loam	20 - 30
Loam	10 - 20
Clay loam	5 - 10
Clay	1 - 5

Source: Hala Rawabdeh, 2019

Taux d'infiltration: Le taux d'infiltration est une propriété du sol qui est cruciale pour la décision sur le taux d'application de l'eau d'irrigation. En règle générale, pour tous les types d'irrigation, le taux d'application de

l'eau d'irrigation ou le volume d'eau appliqué dans un temps donné ne doit pas dépasser le taux d'infiltration du sol pour une catégorie spécifique de texture du sol (tableau 1.4).

Capacité de rétention de l'eau du sol:

La capacité de rétention d'eau est également décrite comme l'eau disponible dans le sol. Il s'agit de l'eau du sol stockée entre la capacité du champ (lorsque le sol est entièrement saturé) et le point de flétrissement (le niveau d'humidité du sol auquel l'humidité n'est plus disponible pour les plantes, ce qui entraîne leur flétrissement). Quelles que soient les méthodes d'irrigation, les arrosages doivent être programmés pour commencer avant que l'humidité ne soit épuisée au point de flétrissement. Le niveau d'épuisement de l'humidité du sol peut être surveillé par un tensiomètre ou d'autres types de capteurs d'humidité du sol. Les modules 9 et 10 présentent le Dispositif de mesure de seuil d'humidité et le Capteur Caméléon qui peuvent être utilisés pour guider l'application de l'eau d'irrigation afin d'éviter la sur-irrigation et de décider du moment de l'irrigation.

État des nutriments du sol:

Les besoins en nutriments diffèrent selon les cultures. L'analyse du sol permet d'évaluer les éléments nutritifs disponibles pour le développement des cultures. Cette évaluation permet de déterminer le type et la quantité d'engrais ou d'autres formes de traitement du sol qui peuvent être nécessaires. L'évaluation des éléments nutritifs du sol permet également à l'agriculteur d'estimer le coût des engrais nécessaires pour assurer la réalisation du potentiel de rendement des cultures.

D'autres propriétés du sol peuvent être importantes pour l'évaluation du sol prévu pour la production de cultures irriguées. Par exemple, la profondeur effective du sol, la salinité et d'autres propriétés chimiques du sol sont également cruciales. Une évaluation du sol doit être effectuée afin de garantir les meilleures pratiques de gestion pour les pratiques d'irrigation.

1.3.4 Topographie

La topographie a un impact sur le type de méthode d'irrigation à mettre en œuvre. Elle influence les structures d'acheminement de l'eau et constitue un facteur important dans la détermination de la capacité des pompes. Elle doit donc être prise en compte avant le choix d'une méthode d'irrigation spécifique. Par exemple, l'irrigation de surface est meilleure avec une pente douce (<3 - 5%), mais un système par aspersion s'adapte à différentes pentes, même si une pente élevée peut affecter l'efficacité de l'application et augmenter la capacité requise de la pompe. Dans un système d'irrigation par goutte à goutte, avec des goutteurs à compensation de pression, l'irrigation par goutte à goutte peut être mise en œuvre sur différentes pentes. En règle générale, l'irrigation est meilleure avec une pente presque horizontale (0 - 3 %) à une pente douce (3 - 5 %).

1.3.5 Source D'eau

L'eau pour l'irrigation peut provenir de la surface (vapeur et rivières) ou des eaux souterraines. Les facteurs qui influenceront le choix du type et de la capacité de la pompe à prendre en compte sont les suivants:

- La distance entre la source d'eau et le champ irrigué - plus la source d'eau est éloignée, plus l'énergie de pompage requise est importante.
- L'élévation de la source d'eau par rapport au champ - le fait de faire remonter l'eau de sources profondes ajoute à l'énergie de pompage.
- La profondeur du puits pour l'eau souterraine ou l'étang.

Cet aspect est crucial pour déterminer l'emplacement de la pompe, l'aspiration requise et, invariablement, le type de pompage qui sera réalisable, praticable et économique pour l'irrigation.

1.3.6 Considérations Commerciales

L'investissement dans l'irrigation dure généralement plusieurs années. Selon la qualité de l'équipement et le niveau d'entretien, l'investissement peut servir entre 2 et 25 ans. Par exemple, un petit moteur 5.0Hp utilisé pour remonter l'eau d'un puits tubulaire peut servir entre 3 et 5 ans, tandis qu'un système d'aspersion avec des tuyaux en aluminium peut fonctionner

pendant 20 ans. De même, l'investissement initial dans le pompage solaire de l'eau peut être élevé, mais de tels actifs peuvent être en service pendant 10 à 15 ans avec des coûts d'exploitation ou de maintenance minimaux. En général, le retour sur investissement de l'irrigation est élevé. Cependant, il est important de considérer les différents coûts, c'est-à-dire les coûts fixes et variables, qui seront encourus dans le processus de développement de l'irrigation et de la production agricole. Les éléments suivants de l'entreprise agricole et le coût associé doivent être considérés:

i. Coûts d'acquisition et de développement des terres

Il faut prendre en compte les coûts associés à la location des terres, à l'achat pur et simple, au bail foncier, aux programmes gouvernementaux/prélèvements, à l'aménagement des terres - défrichage, préparation, labour, nivellement, etc. La sécurité foncière est nécessaire pour garantir que l'investissement dans la terre, le développement de l'eau et l'installation de l'équipement sera maintenu pendant une période raisonnable sans conflit.

ii. Le coût associé à l'accès et au développement de l'eau

Souvent, il peut être nécessaire de développer une source d'eau disponible pour s'assurer qu'elle est suffisante pendant la saison de pointe pour l'irrigation. Qu'il s'agisse d'eau de surface (rivières et ruisseaux) ou d'eau souterraine, un certain investissement sera nécessaire pour le développement de l'eau. Il faut donc prendre en compte le coût des droits d'eau, du creusement de puits (ouverts, creusés ou tubulaires), de la construction de barrages en digue ou de la déviation de petites rivières ou de ruisseaux, de la collecte de l'eau dans des étangs agricoles, ainsi que le coût de l'installation d'un système de pompage.

iii. Coûts d'acquisition de matériels

Selon la méthode d'irrigation la plus appropriée en fonction des besoins d'irrigation (c'est-à-dire le système de culture) et de l'évaluation spécifique du champ, certains équipements seront nécessaires. Les principaux déterminants des coûts d'équipement sont:

- *Type d'irrigation*

Irrigation de surface : (sillon, bordure, bassin, bassin de retenue) avec

pompage ou avec dérivation par gravité.

Système à aspersion : Arroseurs à basse ou haute pression, arroseurs à pistolet ou arroseurs à pistolet mobile, le matériel ou la tuyauterie (ligne principale, ligne secondaire, latéraux, colonnes montantes),

Système d'irrigation par goutte à goutte : Quelle taille : la taille de la famille de moins de 1 acre, ou plus ; le niveau de contrôle (manuel ou automatique), l'efficacité du système et la zone de commande déterminent le type d'équipement et le coût correspondant.

- *Surface à irriguer*

Bien que le coût augmente avec l'efficacité du système, plus la surface à irriguer est grande, plus l'investissement est important. Il est également possible de planifier le projet d'irrigation de manière à ce que le champ soit irrigué par blocs (BLOC 1, BLOC 2.... BLOC 6). L'irrigation en BLOCS permet de donner de l'eau à différentes parties du champ à différents moments. Cela permet d'utiliser le même équipement à travers les blocs en rotation, par exemple l'utilisation d'arroseurs à canon mobile ou de systèmes d'arrosage conventionnels mobiles.

BLOCK 1	BLOCK 2
BLOCK 3	BLOCK 4
BLOCK 5	BLOCK 6

iv. Coût d'exploitation et de maintenance

Quelle que soit l'échelle de l'opération d'irrigation, il y a des coûts associés à l'exploitation d'un système d'irrigation. Ces coûts doivent être estimés et planifiés afin d'éviter les difficultés en cours de production. Ces coûts comprennent:

- *Les coûts de la main-d'œuvre* : L'agriculteur peut être directement impliqué dans ces opérations, cependant, lorsqu'un agriculteur a l'intention d'utiliser une main-d'œuvre extérieure ou du personnel engagé, le coût doit être estimé pour la saison.
- *Coût de l'énergie* : Sauf lorsque la source d'énergie est un système solaire, l'électricité et les pompes à carburant entraînent des coûts

pour leur fonctionnement. Le coût du carburant pour le pompage de l'eau d'irrigation peut être très considérable dans le cadre du coût d'exploitation. C'est une raison majeure pour laquelle l'investissement dans des systèmes d'irrigation solaires présente certainement un avantage économique plus élevé au fil du temps. Dans la mesure du possible, les petits exploitants agricoles devraient être encouragés à tirer parti des différents modèles commerciaux réalisables pour investir dans l'irrigation solaire afin de réduire les coûts énergétiques qui pourraient avoir un impact positif sur la productivité économique.

- *Les coûts de maintenance* : Il est important de se préparer également au coût de la maintenance des équipements. Par exemple, l'entretien des pompes, la réparation des canalisations, etc. Ce sont des coûts qui peuvent survenir de manière inattendue et qui peuvent être nécessaires à une période très cruciale de la saison d'irrigation.

v. Coûts agronomiques et de production agricole

Les pratiques agronomiques et de gestion des récoltes sont essentielles pour atteindre le potentiel élevé que promet la production de cultures irriguées. Par conséquent, lors de la planification, les différents coûts associés au développement agronomique des cultures et au travail (travail du sol, plantation, application d'engrais et de pesticides, désherbage et gestion des champs) de la plantation à la récolte doivent être soigneusement pris en compte. Souvent, lorsque les facteurs de production appropriés (semences, engrais, pesticides, etc.) ne sont pas appliqués au moment voulu, la performance et le rendement des cultures sont affectés, même lorsque l'efficacité de l'irrigation est optimale. Le coût de la récolte et du traitement des cultures doit également être pris en compte.

vi. Le coût associé au stockage, à la transformation et au transport des produits

Avant de se lancer dans la production de cultures irriguées, il est important de prendre en compte le coût du transport et du stockage des produits. Certaines cultures sont stockables alors que d'autres ont une durée de vie très courte. Par exemple, les légumes à feuilles, les cultures horticoles et les fruits doivent être vendus le plus rapidement possible, sauf si une bonne structure de stockage est disponible. De même, le mauvais état des routes et la logistique d'acheminement des produits vers le marché doivent être

pris en compte dans le cadre de la planification de l'irrigation, même pour la production à petite échelle.

vii. Marché

Pour que l'agriculteur puisse récupérer les coûts investis, l'accès au marché pour la récolte produite est très important. Souvent, les agriculteurs ne prennent pas en considération et ne planifient pas en tenant compte du marché ou de l'acheteur afin d'obtenir le maximum de bénéfices en termes de prix pour leurs produits. Les systèmes d'irrigation dirigés par les agriculteurs ont l'avantage de la flexibilité en ce qui concerne les décisions sur le choix de la culture en fonction du climat commercial. L'accès aux informations sur le marché aidera l'agriculteur dans le choix de la culture. Les coûts associés à la commercialisation des produits ; par exemple, l'emballage et le transport doivent également être pris en compte.

Bibliographie

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 Crop Evapotranspiration. FAO Rome

Brouwer, C. & Heibloem, M. (1986). Irrigation Water management Training manual no. 3 FAO Land and Water Development Division

Lankford, B. (2009). Viewpoint – The right irrigation? Policy directions for agricultural water management in Sub-Saharan Africa. *Water Alternatives* 2(3), 476-480.

Woodhouse, P., Veldwisch, G. J., Venot J. P., Brockington, D., Komakech, H. & Manjichi, A. (2017). African farmer-led irrigation development: re-framing agricultural policy and investment? *The Journal of Peasant Studies*, 44(1), 213-233.

MODULE 2

Pompage De L'eau

Pompage De L'eau

2.1 Pompage De L'eau Des Rivières Et Autres Sources D'eau À Ciel Ouvert

L'eau d'irrigation peut provenir des eaux souterraines ou des eaux de surface. Les sources d'eau de surface comprennent les rivières, les ruisseaux, les canaux et les étangs. En dehors des systèmes d'irrigation où l'eau est transportée dans des canaux par gravité, presque toutes les autres sources d'eau nécessitent un type de pompage pour rendre l'eau disponible dans les champs où elle est nécessaire. Souvent, les agriculteurs ne sont pas prompts à profiter des rivières et des ruisseaux qui les entourent à des fins agricoles, soit en raison de la faible capacité à faire fonctionner efficacement les pompes appropriées, soit parce que certains agriculteurs sont encore attachés à l'agriculture pluviale. Dans de nombreux cas, en ce qui concerne le système agricole des petits exploitants, peu de restrictions sont imposées au pompage des eaux saisonnières ou des rivières qui coulent toute l'année. Les principaux défis ont toujours été la capacité et le coût de l'introduction de technologies de pompage ou de dispositifs d'élévation de l'eau pour améliorer l'accès à l'eau d'irrigation (voir Figure 2.1).

Le pompage est une technique dans laquelle un dispositif mécanique (pompe) est utilisé pour déplacer un liquide vers le point souhaité avec une énergie accrue. Le pompage permet au liquide d'obtenir plus de pression et de transporter un plus grand volume de liquide que ce qui peut être fait manuellement. Il permet de déplacer le liquide contre la gravité et d'atteindre une hauteur ou une distance supérieure à ce qui aurait été possible sans l'énergie supplémentaire fournie par la pompe. Les pompes ont besoin d'énergie pour fonctionner. Cette énergie provient soit d'un moteur à combustion utilisant du carburant, soit de l'énergie solaire, soit de l'électricité du réseau. L'énergie nécessaire au pompage entraîne des coûts opérationnels supplémentaires, par exemple le coût du diesel, de l'essence, du pétrole et de l'électricité. Il faut donc veiller à

choisir la bonne pompe pour fournir le débit requis de manière efficace, avec une demande d'énergie moindre et une réduction des impacts environnementaux, notamment des émissions de gaz à effet de serre (par exemple, le CO₂).

Bien que la technologie du pompage soit vaste, ce module tente de fournir des informations de base qui permettront à un petit agriculteur de déployer la technologie du pompage à petite échelle et avec peu de complexité ou de technicité. Ce module permettra aux agents de vulgarisation de guider les petits exploitants agricoles dans le choix et l'utilisation de pompes à eau de petite capacité. Il couvre les connaissances de base sur les types de pompes, la sélection, l'installation, le fonctionnement et les pratiques de maintenance dans les systèmes agricoles des petits exploitants.

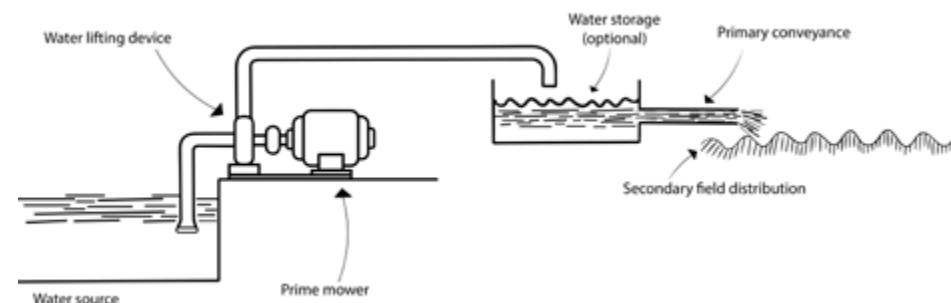


Figure 2.1: Système typique de pompage d'eau (FAO, 1985)

2.2 Avantages Potentiels

Le principal avantage du pompage est sa capacité à fournir l'énergie nécessaire pour faire remonter et transporter l'eau malgré des facteurs limitants tels que la gravité et la topographie. Les pompes permettent également d'atteindre la pression nécessaire pour actionner les équipements d'irrigation. Le soulèvement manuel traditionnel de l'eau est assez contraignant. On estime qu'un homme fort peut fournir environ 75W (0,1Hp) de puissance. Cela signifie qu'il faut environ 10 hommes pour obtenir ce qu'une pompe de 750W (1.0Hp) peut fournir. L'énergie de la pompe permet donc de produire une puissance énorme pour faire remonter l'eau, réduisant ainsi les besoins en main-d'œuvre par unité de

surface pour l'application de l'eau d'irrigation. Cela permet d'augmenter considérablement les surfaces qu'un agriculteur peut cultiver et permet également l'utilisation de dispositifs d'irrigation qui nécessitent une pression pour un fonctionnement efficace. Les machines de pompage sont également capables de fonctionner pendant de longues heures, contrairement à la capacité humaine. Par exemple, il a été rapporté que la petite pompe commune fonctionnant au carburant est la clé de l'expansion des surfaces cultivées parmi les acteurs de l'irrigation dirigée par les agriculteurs à travers l'Afrique sub-saharienne (Regassa et al., 2013).

2.3 Coûts D'investissement Et Rentabilité

Le coût des pompes dépend de leur capacité en termes de débit, de hauteur manométrique totale¹ et de source d'énergie. Bien que les petits exploitants trouvent les petites pompes à carburant plus adaptables aux différents environnements agricoles, les frais généraux ou opérationnels des pompes à carburant sont beaucoup plus élevés que ceux du système à énergie solaire (FAO, 2014). Les petites pompes motorisées - actionnées par de petits moteurs à essence ou diesel d'une capacité de 2 à 8 chevaux (cv) avec un débit typique de 2-20 l/s - se sont avérées efficaces pour les petites exploitations agricoles et leur permettent d'irriguer une surface substantielle de 1 à 2 ha (Namara et al., 2014). Ces types de pompes coûtent généralement entre 200 et 500 dollars américains. De plus en plus de petits exploitants agricoles se tournent vers ces catégories de pompes pour leurs activités. Cependant, les coûts élevés d'entretien et d'exploitation - essentiellement les coûts de carburant - et la pollution environnementale (émission de CO₂), restent le revers de la médaille de ces petites pompes (Otto et al., 2018).

Avantages d'un système de pompage solaire

Les pompes électriques connectées aux unités d'énergie solaire peuvent être plus fiables avec des coûts de maintenance réduits. Les pompes solaires permettent aux utilisateurs d'éviter la contrainte des coûts de carburant nécessaires à l'utilisation de pompes motorisées. Bien que la

¹ Hauteur manométrique totale de la pompe = hauteur manométrique statique + perte par frottement dans le tuyau et les raccords + hauteur manométrique (de refoulement).

production d'énergie solaire puisse fluctuer en fonction de la variation de l'ensoleillement et de la couverture nuageuse. Cependant, dans les systèmes d'irrigation des petits exploitants, en particulier avec l'irrigation au goutte-à-goutte, l'approvisionnement en eau peut être amélioré en utilisant des réservoirs de stockage d'eau qui sont remplis lors des pics d'énergie. Le pompage dans un réservoir de stockage peut être d'un grand soutien pour un petit exploitant agricole qui investit dans un pompage solaire et qui peut alors être en mesure d'irriguer entre 0,3 et 1 ha (FAO, 2014). Un système complet d'irrigation à petite échelle - pompe submersible, panneaux de 300 W sur un support sécurisé de 3 m de haut avec contrôleur, filtres et irrigation goutte à goutte d'un hectare, avec planification, installation et garanties pour la pompe, les panneaux et les lignes de goutte à goutte coûtent environ 2 400 \$ (Hans & Lucie, 2018). Le coût d'investissement par hectare pour le pompage solaire se réduit avec différents modèles et plans commerciaux proposés par les entreprises de technologie solaire (Otoo et al., 2018). Les coûts d'exploitation et de maintenance d'un système de pompage solaire sont très faibles, soit 50 à 100 USD/ha. Les opérations de maintenance concernent, essentiellement, le nettoyage des panneaux et le dépannage des installations électriques. Il peut être intéressant pour les agriculteurs de considérer les avantages à long terme de l'investissement dans l'utilisation de l'énergie solaire pour pomper l'eau d'irrigation. Ces avantages comprennent également le respect de l'environnement, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des nuisances sonores.

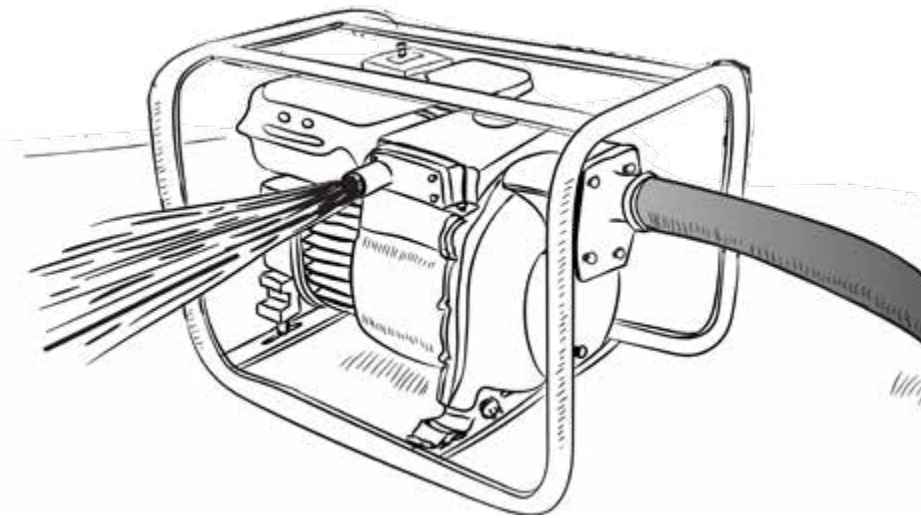
2.4 Domaines D'application

L'utilisation d'une pompe pour le pompage de l'eau de rivière est adaptable à différents terrains. Il existe différents types de pompes qui peuvent être utilisées pour le pompage de l'eau de rivière pour l'irrigation par les petits exploitants agricoles. Cependant, l'applicabilité et le choix d'un type de pompe dépendent de différents facteurs. Le Tableau 2.1 et la Figure 2.2 montrent différents types de pompes adaptables à des fins d'irrigation dans différentes conditions (insérer la référence).

Tableau 2.1: Quelques types de pompes adaptables à l’irrigation des petits exploitants

Type	Description de base	Scénario d’application	Source d’énergie
Pompe submersible flottante	Cette pompe est suspendue à un flotteur/une embarcation	Où la profondeur de l’eau fluctue avec le temps, par exemple dans les étangs ou les rivières saisonnières.	Électricité ou énergie solaire
Pompe Turbine/ pompe arbre moteur	Une pompe à turbine se définit essentiellement comme une pompe centrifuge montée sous l’eau et reliée à un moteur au-dessus de l’eau par un arbre de transmission.	Les pompes à turbine aspirent l’eau dans le tuyau qui contient l’arbre de transmission et l’eau sort sous le moteur. Les pompes à turbine sont très efficaces et excellentes pour les grandes surfaces.	Électricité ou énergie solaire
Pompe submersible (il existe différentes conceptions)	La pompe submersible comprend la pompe et le moteur principal fusionnés en une seule unité qui peut être complètement immergée dans l’eau pour le pompage	Elle pompe depuis le fond d’un cours d’eau. Elle convient au pompage des eaux souterraines des rivières ou des étangs/réservoirs	Électricité ou énergie solaire
Déplacement	Cette pompe fait circuler l’eau par déplacement. Les exemples incluent les pompes à piston, les pompes rotatives et les pompes à diaphragme	Ce type de pompe convient aux eaux souterraines peu profondes, au levage de l’eau des canaux et lorsque le pompage s’effectue à partir de faibles élevations..	Manuelle, moteur à essence
Pompe centrifuge	Ce type de pompe utilise une turbine pour faire tourner l’eau rapidement à l’intérieur d’un boîtier spécial, et la force ainsi créée déplace l’eau hors de la pompe. Elles peuvent être à un ou plusieurs niveaux et doivent être amorcées avant leur première utilisation. Elles existent en différents modèles, formes et capacités	Elle s’adapte à de nombreux paysages. Relevage d’eau de rivière, eaux souterraines peu profondes, étangs, réservoirs, etc. La principale considération est la hauteur d’aspiration de la pompe, qui ne doit pas dépasser les spécifications du fabricant.	Électricité, énergie solaire, moteur à essence

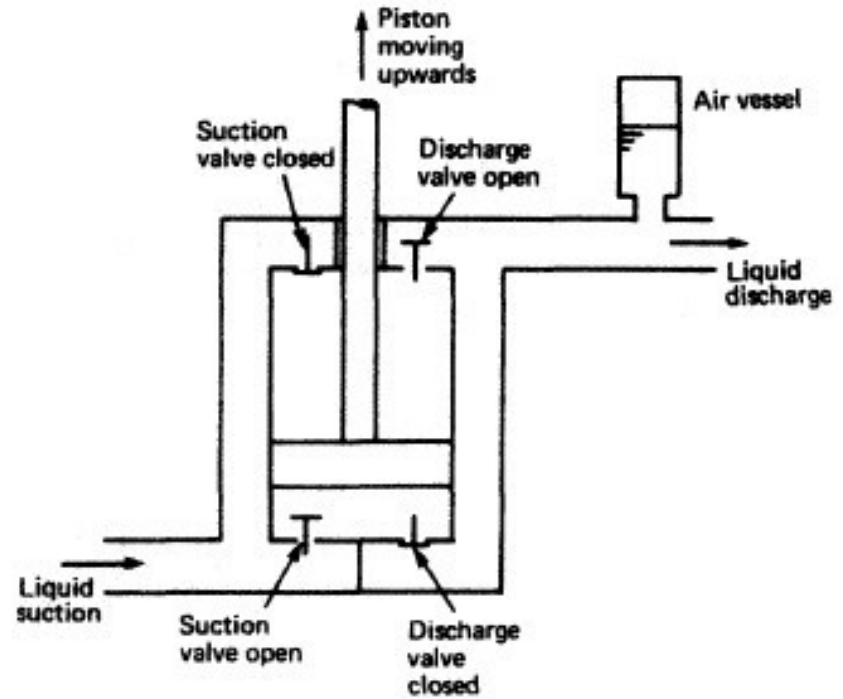
De nombreux autres types de pompes peuvent également être envisagés pour différentes utilisations, cependant, toutes les pompes ne peuvent pas être facilement utilisées par les petits exploitants agricoles du paysage en raison de leurs compétences techniques limitées.



Pompe centrifuge fonctionnant au carburant



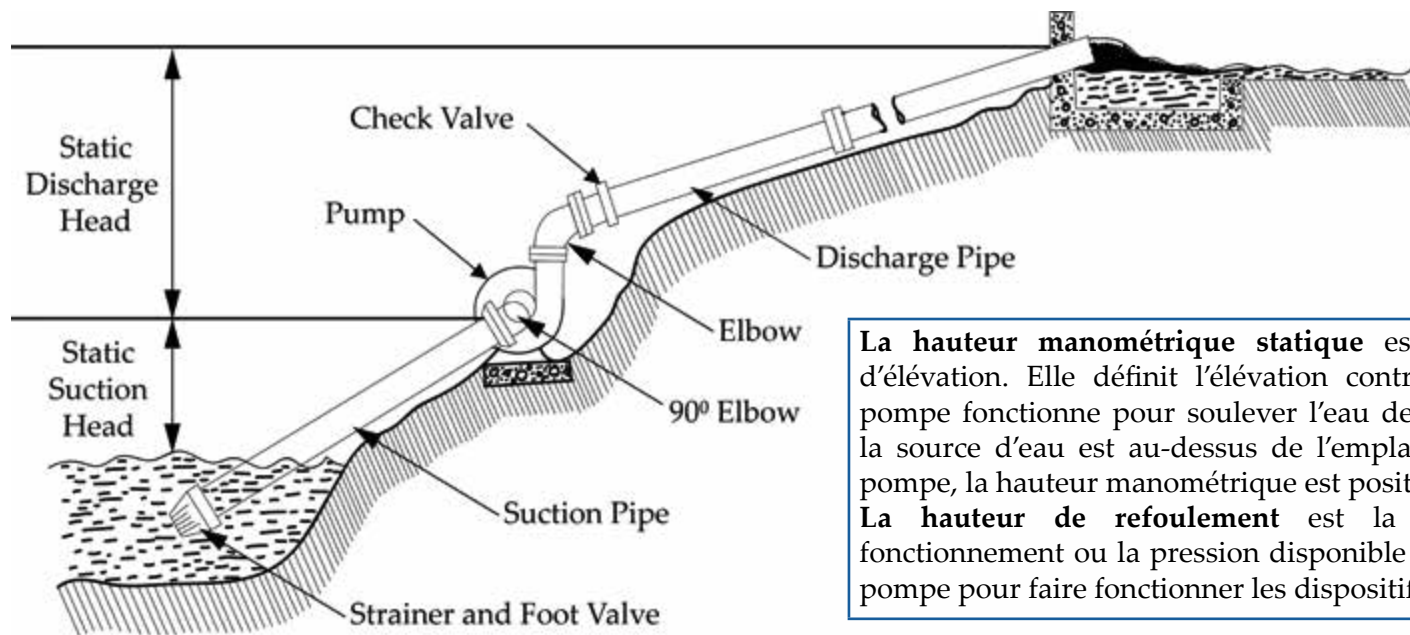
Pompe électrique submersible



Pompe volumétrique typique

Figure 2.1: Exemples de pompes utilisées dans les pratiques d'irrigation

Le pompage de l'eau de rivière est adaptable à l'irrigation de différentes cultures avec différentes méthodes d'irrigation plus adaptées à un environnement particulier. Le pompage peut être utilisé pour soulever l'eau avec une hauteur de chute ou une pression suffisante à partir de différentes sources pour des systèmes d'irrigation de surface, par aspersion ou goutte à goutte pour la production de riz, de blé, de maïs, de canne à sucre, de gazon, de légumes, etc. Le pompage de l'eau de rivière au moyen d'une pompe adaptée peut complètement transformer la capacité des petits exploitants à mieux utiliser les ressources en eau dans leur zone d'exploitation et à augmenter leurs superficies irrigables. Le coût initial, cependant, peut être le plus grand défi pour les petits exploitants agricoles.



La hauteur manométrique statique est la hauteur d'élévation. Elle définit l'élévation contre laquelle la pompe fonctionne pour soulever l'eau de la source. Si la source d'eau est au-dessus de l'emplacement de la pompe, la hauteur manométrique est positive.

La hauteur de refoulement est la hauteur de fonctionnement ou la pression disponible à partir de la pompe pour faire fonctionner les dispositifs d'irrigation

Figure 2.1: Schéma de base pour une pompe à eau de surface typique (FAO, 1986)

2.5 Facteurs À Prendre En Compte Pour Le Choix De La Pompe

Ce manuel prend en compte le pompage à partir d'une rivière et d'une nappe d'eau souterraine peu profonde dont les coûts de pompage sont moins élevés que ceux d'une nappe d'eau souterraine profonde. Le débit d'une rivière varie selon les saisons et en fonction des paramètres pluviométriques d'un bassin versant. Pendant la période humide, le débit de la rivière est souvent élevé et le pompage peut être beaucoup plus facile. En revanche, pendant l'intersaison ou la saison sèche, le débit est faible, même dans les rivières pérennes. Il peut être nécessaire de construire un petit barrage sur la rivière afin de pouvoir retenir le débit pour le pompage, en particulier pendant la saison sèche ou lorsque le débit est faible.

Ce module se concentre sur le pompage de l'eau de surface dans les systèmes de petites exploitations avec des champs de 0,5 à 2,0 hectares. Pour choisir une pompe appropriée, il est important de prendre en compte les éléments suivants:

1. La source d'eau à partir de laquelle la pompe va pomper l'eau (rivière, étang, eaux souterraines, etc.).
2. La capacité de débit de la pompe requise pour répondre à vos besoins d'irrigation. Cette capacité est estimée sur la base des besoins en eau du système d'irrigation à exploiter. Par exemple ;
 - Pour l'irrigation de surface - le volume d'eau pour l'irrigation de surface, à savoir la taille du cours d'eau ou le débit d'un tuyau à vanne pour l'irrigation des sillons et le nombre de sillons à alimenter en même temps.
 - Irrigation par aspersion - le nombre de gicleurs et les débits individuels des gicleurs.
 - Irrigation par goutte à goutte - le nombre de lignes de goutte à goutte et les débits de chaque goutteur/émetteur.
3. L'élévation du champ et la distance par rapport à la canalisation principale. Ces facteurs sont expliqués plus en détail dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2: Considerations for pump selection

Observation	Facteurs à prendre en compte
La profondeur de la rivière/du bassin par rapport à la rive ou au niveau du champ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le niveau de la pompe depuis la surface du champ/de la ferme jusqu'à la rivière ne doit pas dépasser 6m. Il s'agit de la hauteur manométrique de la pompe (Figure 2.1). Ceci est acceptable pour la plupart des petites pompes centrifuges utilisées dans la pratique de l'irrigation par les agriculteurs.
Fluctuations du niveau d'eau de la rivière	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assurez-vous que l'aspiration est toujours suffisamment immergée dans l'eau. ▪ Cela devrait guider le placement de l'extrémité/ligne d'aspiration de la pompe pour s'assurer qu'elle atteint l'eau pendant le fonctionnement. ▪ Des fluctuations importantes peuvent justifier l'utilisation d'un système de pompe flottante
Le volume d'eau nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le volume ou le débit de la pompe doit être noté. ▪ La rivière peut-elle fournir le volume d'eau estimé à pomper ? ▪ Il se peut que vous ayez besoin d'un barrage provisoire dans le cadre de l'aménagement de la rivière
Stockage sur l'exploitation (étang ou réservoir)	<p>Cela peut être nécessaire comme stockage provisoire pour compenser les variations de pompage si l'investissement est réalisable.</p> <p>Il peut être nécessaire pour les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte</p>
Énergie disponible (électricité, carburant)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'électricité fournie par le réseau est moins chère que le coût du carburant. ▪ L'énergie solaire est renouvelable mais le coût initial doit être pris en compte. ▪ La pompe à carburant peut être une option facile ou immédiate, mais elle s'accompagne de coûts opérationnels et de pollution de l'environnement
Investissement proposé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Combien l'agriculteur est-il prêt à investir ? ▪ Cela détermine la zone de commande, le type et la taille de la pompe, les méthodes d'irrigation et la configuration du champ ou les installations.
Zone d'irrigation et besoins en eau des cultures	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plus la surface est grande, plus la quantité d'eau à pomper est importante. ▪ Si l'on envisage des cultures à forte consommation d'eau, cela augmente les besoins en eau par unité de surface
Le régime de propriété foncière	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cela affecte la sécurité et la période garantie de fonctionnement sans interférence, ce qui est nécessaire pour déterminer quel investissement peut être fait sur la terre. ▪ Un agriculteur peut-il utiliser une installation de pompe permanente, un système de tuyaux enterrés, etc. ou non ?

Avant d'opter pour une pompe, assurez-vous qu'elle peut fournir les deux performances suivantes :

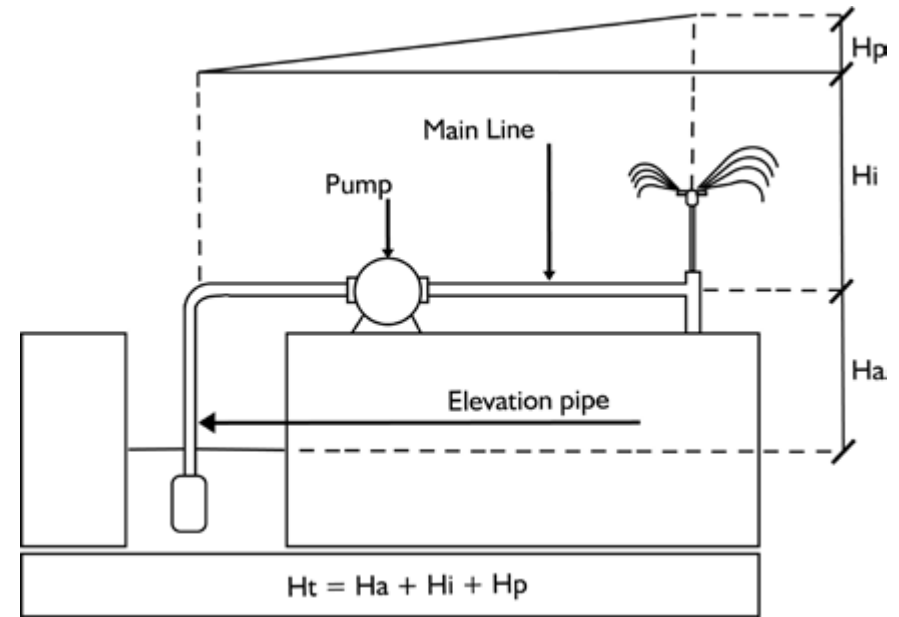
1. Le débit requis - C'est le volume d'eau que la pompe peut fournir par unité de temps. (Voir le module 1 pour l'estimation des besoins d'irrigation).
2. La hauteur manométrique totale (équation 1) - Il s'agit de la mesure de la pression maximale que la pompe doit fournir pour un fonctionnement efficace du système d'irrigation. Les fabricants de pompes indiquent généralement la hauteur manométrique totale possible pour une marque de pompe spécifique (Figure 2.2).

Hauteur manométrique totale (Ht) = Hauteur d'élévation (Ha) + Hauteur manométrique de fonctionnement de l'arroseur/émetteur (Hi) + Hauteur manométrique des Pertes par frottement (Hp)..... Equation 1

Ha = Hauteur d'élévation (distance/profondeur entre la surface de l'eau et l'œil de la pompe)

Hi = Hauteur manométrique de fonctionnement de l'émetteur, de l'arroseur (généralement spécifiée pour le dispositif). Une hauteur de 10 m équivaut à environ 1 bar.

H_p = Pertes de charge par frottement. La somme des pertes par frottement dans la conduite principale, les conduites secondaires, les collecteurs, les conduites latérales, les vannes, les raccords de tuyauterie et les pertes mineures constituent la hauteur de chute par frottement. Pour faciliter l'estimation, elle peut être fixée à 10 - 20% de la hauteur de charge totale requise.



H_t = Hauteur manométrique totale
H_a = Hauteur d'élévation
H_i = Hauteur manométrique de fonctionnement de l'arroseur/émetteur
H_p = Hauteur manométrique des Pertes par frottement

Figure 2.2: Profil de pression d'une pompe typique (FAO, 2007)

2.5.1 Méthodes D'irrigation Et Capacité De La Pompe

Cela dépend du type de méthodes d'irrigation, des surfaces à irriguer au même moment, de la distance à la source d'eau et du taux possible d'application de l'eau d'irrigation (débit requis par unité de temps). Le tableau 2.3 peut être utilisé pour guider la sélection des pompes à eau centrifuges de surface à moteur à essence. Trois conditions peuvent nécessiter le choix d'une pompe plus grande ou d'une pression plus élevée. Par exemple, si l'on transporte l'eau sur une grande distance, si l'on préfère un système d'arrosage (en grand nombre avec un taux d'application élevé, par exemple des arroseurs à canon) et si l'on prévoit de pomper contre une élévation importante, il faut choisir une pompe plus grande pour la

même zone. L'irrigation par aspersion nécessite toujours plus de pression et donc plus d'énergie. Bien que ces facteurs doivent être correctement calculés dans les situations au-delà des petits champs (plus de 2,0 ha), pour l'irrigation au goutte-à-goutte, différents équipements auxiliaires peuvent être nécessaires pour une performance optimale. Par exemple, si l'irrigation par goutte-à-goutte est prévue, la taille de la pompe à choisir peut être utilisée pour pomper l'eau vers un réservoir de stockage (pour un petit champ) connecté à un système de goutte-à-goutte.



⚠ Lorsqu'un agriculteur envisage d'utiliser un système d'irrigation par aspersion ou par goutte-à-goutte et s'il a l'intention de cultiver plus de 2 ha, il doit demander l'aide d'un professionnel auprès du fournisseur de matériel, des agents de vulgarisation locaux ou d'un ingénieur-conseil en irrigation/prestataire de services.

⚠ Ceci est nécessaire pour évaluer correctement le champ, la source d'eau, la topographie, l'élévation, les besoins en eau des cultures afin de prendre les décisions techniques appropriées.

NB:

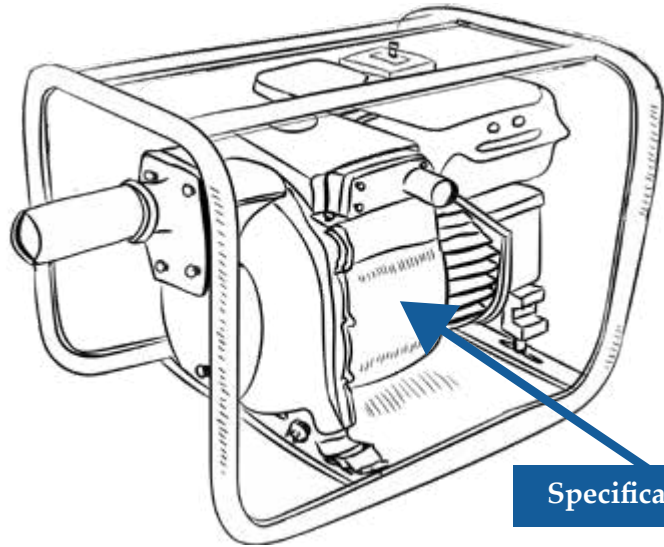
- Les informations disponibles dans le tableau 2.3 sont basées sur la pompe centrifuge à carburant la plus courante. Le tableau 2.3 peut être utilisé pour guider le choix de la pompe pour une surface irriguée de moins de 2,0 hectares.
- Lorsque le champ est plat, que l'extrémité d'aspiration est basse et que la distance au champ est minimale, les performances de la pompe seront meilleures, avec un bon débit et une bonne pression.
- La pompe peut fournir plus de pression au système en réduisant le diamètre de sortie avec une douille réductrice. Cela peut être nécessaire si une pression plus élevée est requise pour le fonctionnement sur le terrain
- 1 pouce = 25,4mm. Les agriculteurs et les vendeurs de petites pompes ont tendance à décrire les petites pompes avec des diamètres de sortie exprimés en unités de mesure (pouces)

Les pompes ont des capacités de moteur, des débits et des levées maximales différents. Les agriculteurs associent rapidement le diamètre de la sortie de la pompe à la capacité et à la puissance de la pompe. C'est la raison pour laquelle le tableau 2.3 indique en «pouces» le diamètre du tuyau de sortie et du tuyau éventuel à utiliser comme conduite principale avec la pompe. En général, les pompes sont livrées avec les spécifications techniques du fabricant, généralement fixées sur le côté de la machine. Par exemple, les spécifications d'une pompe à essence typique de 2 pouces sont indiquées dans le tableau 2.4

Tableau 2.3¹: Superficie irriguée et diamètre du tuyau de sortie de la pompe pour différentes méthodes d'irrigation basées sur des pompes centrifuges fonctionnant au carburant

Superficie champ (ha)	Méthodes d'irrigation et diamètre de sortie de la pompe ² (côté sortie de la pompe)		
	Surface d'irrigation (pouce ³)	Arroseur par aspersion (pouce)	Goutte à goutte (pouce)
0 – 0.5	2	2 ou 3	1 ou 2 (avec réservoir de stockage)
0.5 – 1.0	2 ou 3	3	2 (avec réservoir de stockage)
1.0 – 1.5	3	3 ou 4	N/A
1.5 – 2.0	3 ou 4	4	N/A

Table 2.4: Spécifications et interprétation du fabricant d'une pompe classique



Spécification de la Pompe

NOTEZ:
D'autres types de pompes ont des tableaux de spécifications similaires. Pour une pompe électrique, des informations sur le type d'électricité (CC ou CA), le courant d'entrée et la marge de voltage, entre autres, seront fournies. Si nécessaire, il convient de demander l'avis du personnel technique pour éviter les risques de mort et de destruction de l'équipement.

Spécification de la Pompe	Interprétation
Diamètre d'entrée/sortie : 50 mm	Le diamètre du tuyau de sortie
Puissance nominale de sortie : 5,5 HP	Il s'agit de la capacité du moteur
Vitesse nominale : 3600 rpm	La vitesse du moteur. Ce moteur particulier est un moteur à grande vitesse
Capacité du réservoir de carburant : 3,6 L	Capacité du réservoir de carburant

Spécification de la Pompe	Interprétation
Hauteur manométrique maximale : 30 m	Ceci donne une idée de la pression. Une hauteur manométrique de 10 m équivaut à environ 1 bar de pression. La pression diminue avec la distance et la hauteur contre lesquelles la pompe fonctionne
Hauteur maximale d'aspiration : 8 m	Distance/profondeur maximale de la source d'eau à l'aspiration. Il est plus sûr de travailler avec des valeurs inférieures à celles spécifiées
Débit max. : 35 m ³ /h	Le débit d'eau
Emission de bruit : 111 dB	Niveau de bruit

Source: <http://www.portable-gasolinegenerator.com/sale>

2.5.2 Problèmes Liés À L'énergie

La source d'énergie pour le pompage peut également augmenter le coût opérationnel de l'irrigation. Pour un petit exploitant, les pompes à combustible et solaires sont les plus réalisables. Lorsque c'est possible, les pompes électriques peuvent constituer une option importante pour réduire les coûts. Cependant, l'électricité peut ne pas être disponible dans les environnements ruraux. Les pompes à énergie solaire représentent actuellement un investissement initial élevé, mais au fil du temps, elles pourraient s'avérer être une meilleure option car elles ont des coûts opérationnels très faibles. Les pompes à essence et diesel sont les plus courantes, facilement accessibles même si elles ont des coûts opérationnels importants liés au carburant et à l'entretien. Les informations fournies dans ce module sont basées sur les petites pompes centrifuges à carburant les plus courantes.

2.5.3 Exigences De Conception Et D'installation

Certains composants de base pour un système de pompage pour petits exploitants sont listés dans le tableau 2.5

Tableau 2.5 Descriptions des composants du système de pompage

Élément	Description
Pompe	Déterminez le diamètre de sortie de la pompe en utilisant le tableau 2.3 comme guide. Vous pouvez demander à un revendeur d'équipements d'irrigation ou à un prestataire de services.
Extrémité d'aspiration	Le tuyau ou la canalisation d'aspiration ne doit pas dépasser 6 m pour la plupart des pompes centrifuges motorisées de surface.
Clapet antiretour à pied/crépine d'aspiration	Pour faciliter l'amorçage de votre pompe, installez un clapet anti-retour de pied avec une crépine à l'extrémité d'aspiration. Cela permettra de retenir l'eau dans la conduite d'aspiration.
Extrémité de refoulement/tuyau	Il peut s'agir d'un tuyau plat ou d'un raccord à la conduite principale (galvanisé, aluminium, HDPE).
Dispositifs de raccordement	Les pompes de différents fabricants sont équipées de dispositifs de raccordement uniques. Assurez-vous d'avoir des dispositifs de raccordement appropriés qui ne céderont pas lorsque la pompe fonctionnera.
Conduit/ tuyau/ tube d'application sur le terrain	En fonction du système de transport utilisé pour la distribution de l'eau sur le terrain, veillez à ce que le tuyau/la canalisation de refoulement soit connecté(e) à la tuyauterie du terrain (ligne principale) ou se déverse dans le conduit du champ concerné.
Clapet d'arrêt (en option)	Ceci peut être nécessaire uniquement pour contrôler le débit dans la canalisation principale.

2.6 Étapes De Base De L'installation Et Du Fonctionnement D'une Pompe

Six étapes de base pour guider l'installation des petites pompes sont présentées ci-dessous.

Étape 1 : Évaluation préliminaire du terrain, des matériaux et des besoins en équipement

- Localisez votre source d'eau : rivière, ruisseau ou étang.
- Assurez-vous que la profondeur jusqu'à une base possible de votre pompe ne dépasse pas 6m.
- Prenez les mesures de base de la profondeur de la source d'eau, de l'emplacement/de la base possible de votre pompe.
- Mesurez la distance entre la pompe et votre champ. Cela vous permettra de déterminer la taille de la pompe à acheter, la longueur du tuyau d'aspiration et du tuyau de refoulement.
- Lors de l'achat de votre pompe, demandez conseil au vendeur de la pompe sur les dispositifs de raccordement appropriés. Il existe différents types et modèles de dispositifs de raccordement.

Étape 2 : Décidez si l'installation sera permanente ou temporaire.

- Tenez compte de la sécurité de l'équipement (pompe, conduites/ tuyaux) et de tout autre matériel sur place.
- N'oubliez pas la sécurité de l'équipement contre le vol !
- Tenez compte de la saison. Si vous êtes en saison des pluies, assurez-vous que votre pompe de surface motorisée n'est pas placée à un endroit où une inondation peut la submerger et où l'eau est trop peu profonde pour éviter que la pompe ne soit endommagée par la boue.

Étape 3 : Posez une base pour la pompe

- Veillez à ce que la base soit solide afin de réduire les vibrations. Les vibrations peuvent endommager les joints ou les raccords des tuyaux.
- Une façon pratique de réduire les vibrations pour une petite pompe motorisée est de l'asseoir sur un pneu en caoutchouc usé. Une base faible peut entraîner le basculement de la pompe, ce qui peut endommager les raccords.

Étape 4 : Raccordez les tuyaux d'aspiration et de refoulement

- Le tuyau d'aspiration doit être installée avec une crépine ou un clapet de pied à son extrémité pour éviter d'aspirer des objets dans la pompe.
- Assurez-vous que les différents dispositifs de raccordement sont adaptés à votre utilisation.
- Pour éviter de trop nombreuses pannes en cours de fonctionnement, assurez-vous de la solidité des connexions.

Étape 5 : S'assurer que l'extrémité/la ligne de refoulement est connectée à la canalisation de transport ou au canal du champ

- Pour éviter le gaspillage d'eau, de temps et d'autres ressources, assurez-vous que la sortie de décharge et tous les raccords sont correctement fixés.
- Connectez-vous à votre structure d'acheminement et aux réseaux d'irrigation de manière appropriée sur le terrain.
- L'eau est sous pression et peut créer de l'érosion si elle est placée au mauvais endroit..

Étape 6 : Démarrez votre pompe en l'amorçant correctement

- Remplissez le boîtier de la pompe d'eau par le trou d'amorçage de la pompe.
- Démarrez la pompe et assurez-vous que toutes les connexions sont intactes.
- Occupez-vous rapidement de ce qui nécessite votre attention.

2.7 Dépannage De La Pompe Et Du Système D'irrigation

Quelques problèmes surviennent souvent lors de l'utilisation de petites pompes à essence. Voici quelques-unes des situations les plus courantes et des problèmes possibles à envisager.

Condition observée	Problèmes éventuels à résoudre
La pompe ne fait pas remonter l'eau	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assurez-vous que la pompe est correctement amorcée. ▪ Augmentez raisonnablement la vitesse du moteur. ▪ Vérifiez que l'extrémité d'aspiration est complètement immergée
La pompe fait remonter l'eau mais pas en continu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifiez que l'extrémité d'aspiration n'est pas bloquée par des sédiments. ▪ Évitez que l'aspiration de la pompe soit immergée dans de la boue ou de l'eau trouble (fortement chargée en sédiments)
Le moteur de la pompe ne fonctionne pas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifiez qu'il y a du carburant dans le réservoir. ▪ Vérifiez également la jauge d'huile. ▪ Si le problème persiste, vous pouvez demander à un technicien de maintenance de procéder à une vérification plus approfondie du système de carburant ou du système électrique du moteur.
La pompe vibre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assurez-vous que les supports de la pompe sont bien équilibrés. ▪ Vous pouvez amortir les vibrations en plaçant la pompe sur un pneu usé de voiture
La décharge de la pompe éclate	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifiez les raccords de connexion à la canalisation principale.
Le débit de la pompe est faible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assurez-vous que l'extrémité d'aspiration est complètement immergée dans l'eau. ▪ Augmentez raisonnablement la vitesse du moteur.

PLEASE NOTE

- ✍ N'hésitez pas à poser des questions à votre agent de vulgarisation ou à votre fournisseur de matériel d'irrigation concernant tout aspect de votre intention d'utiliser des pompes motorisées dans votre champ. Vous pouvez également apprendre de vos collègues agriculteurs qui ont peut-être utilisé cette technologie dans votre entourage.
- ✍ Lorsque votre champ dépasse 2 ha, vous devrez certainement contacter les professionnels susmentionnés qui pourront vous fournir des conseils techniques. Cela vous aidera à réduire les coûts et à adopter les meilleures pratiques qui garantiront l'efficacité et la longévité de vos systèmes.

Lien vers les vidéos d'installation

Installation et démonstration de la pompe. Pompe à eau pour moteur à essence 5.5hp

Riequip: https://www.youtube.com/watch?v=ODk_ilBa2sk (Consulté le 5 décembre 2020)

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module a pour but la formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est, par la présente, fortement regrettée. Nous remercions la chaîne YouTube de Riequip pour la vidéo d'installation.

Bibliographie

FAO (1986). Water Lifting Devices. FAO Irrigation and Drainage Paper 43, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy

Hans, H. & Lucie, P. (2018). The benefits and risks of solar-powered irrigation - a global overview Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Land & Water Officer, FAO Land and Water Division

Otoo, M., Lefore, N., Schmitter, P., Barron, J. & Gebregziabher, G. (2018). Business model scenarios and suitability: smallholder solar pump-based irrigation in Ethiopia. Agricultural Water Management – Making a Business Case for Smallholders. Colombo, Sri Lanka: International Water

Management Institute (IWMI). 67p. (IWMI Research Report 172). DOI: 10.5337/2018.207

Regassa, E. N., Gebrehawaria, G., Meredith, G. & Charlotte, D. (2013). Small pumps and poor farmers in Sub-Saharan Africa: an assessment of the current extent of use and poverty outreach, *Water International*, 38 (6) 827–839, <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2014.847777>

Phocaidés, A. (2007). *Handbook on pressurized irrigation techniques*. Second Edition. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome, 2007

MODULE 3

Développement De Puits Tubulaires Pour Les
Eaux Souterraines Peu Profondes

Développement De Puits Tubulaires Pour Les Eaux Souterraines Peu Profondes

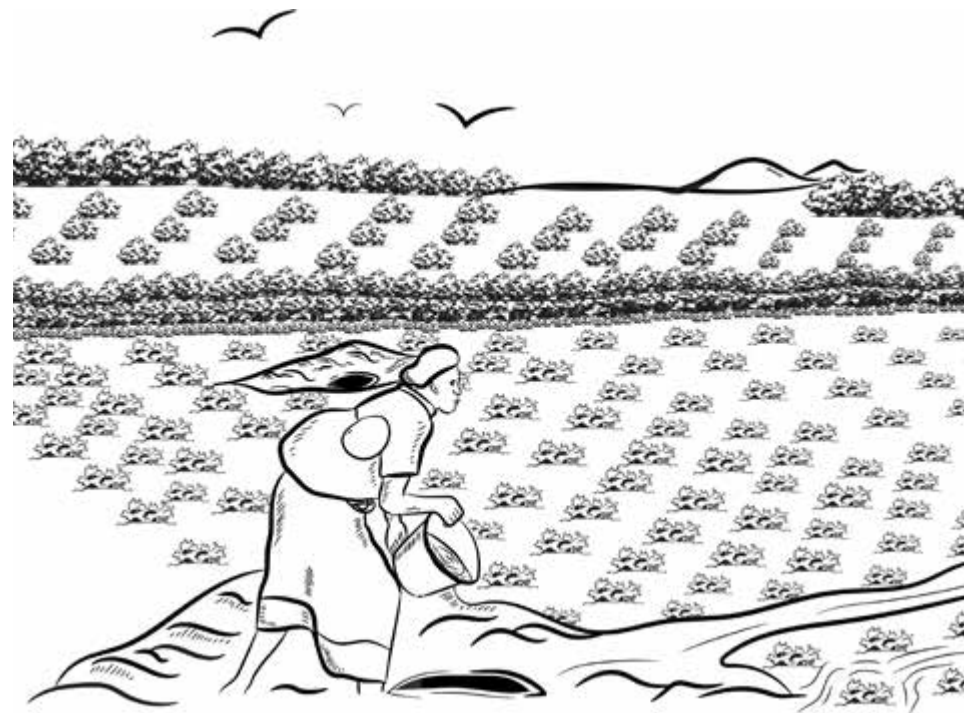
3.1 Puits Tubulaires Pour Les Eaux Souterraines Peu Profondes Dans Des Plaines Inondables

La technologie des puits tubulaires, qui consiste essentiellement à creuser un trou étroit jusqu'à une profondeur ne dépassant généralement pas 20 m (Abdullahi & Yahya, 2014) pour accéder à une formation aquifère peu profonde, est une technologie simple et rentable pour exploiter les eaux souterraines peu profondes. Les eaux de surface et les eaux souterraines sont les principales sources d'eau d'irrigation. L'eau souterraine est l'eau contenue dans les pores du sol, les creux et les formations géologiques. Les petits exploitants agricoles ont souvent du mal à accéder efficacement aux eaux souterraines pour l'irrigation (figure 3.1). La technologie des puits tubulaires utilise une petite pompe pour accéder aux eaux souterraines peu profondes lorsque la formation géologique présente un aquifère peu profond. L'utilisation des eaux souterraines pour la production agricole est une pratique ancienne. Cependant, différents facteurs déterminent le volume d'eau souterraine disponible pour l'utilisation. Les caractéristiques hydrogéologiques d'un site décrivent le type d'aquifère et sa productivité.

Le type d'aquifère affecte la profondeur, la facilité d'accès et le volume d'eau accessible. Bien que le défi de l'utilisation des eaux souterraines à des fins agricoles ou autres ait toujours existé, il est essentiel de se poser les questions suivantes : quelle est la profondeur de l'eau, quelle est la quantité d'eau disponible ou accessible et quelle est la certitude que l'eau disponible répond à l'utilisation prévue ? Les réponses à ces questions ne sont pas très faciles à trouver. Cependant, dans les zones où la nappe phréatique est presque superficielle tout au long de l'année et où il y a une forte possibilité d'inondation à certains moments de l'année, l'utilisation des eaux souterraines à des fins agricoles pourrait être très fiable. Ces zones sont généralement appelées plaines inondables. La reconstitution

annuelle des eaux souterraines est également bonne dans une plaine inondable typique. Dans un tel paysage avec des aquifères peu profonds, les agriculteurs creusent souvent des fosses et des puits ouverts pour accéder aux eaux souterraines à l'aide de seaux ou de petites pompes. Cela implique beaucoup de travail et de corvée, ce qui limite l'efficacité de l'utilisation des eaux souterraines peu profondes à des fins agricoles (Figure 3.1).

La technologie des puits tubulaires offre un grand potentiel pour l'exploitation des eaux souterraines peu profondes dans les plaines inondables et les formations sédimentaires avec des aquifères peu profonds. Ce module présente comment exploiter les eaux souterraines peu profondes dans les formations aquifères de 0 à 20 m en utilisant la technologie des puits tubulaires.



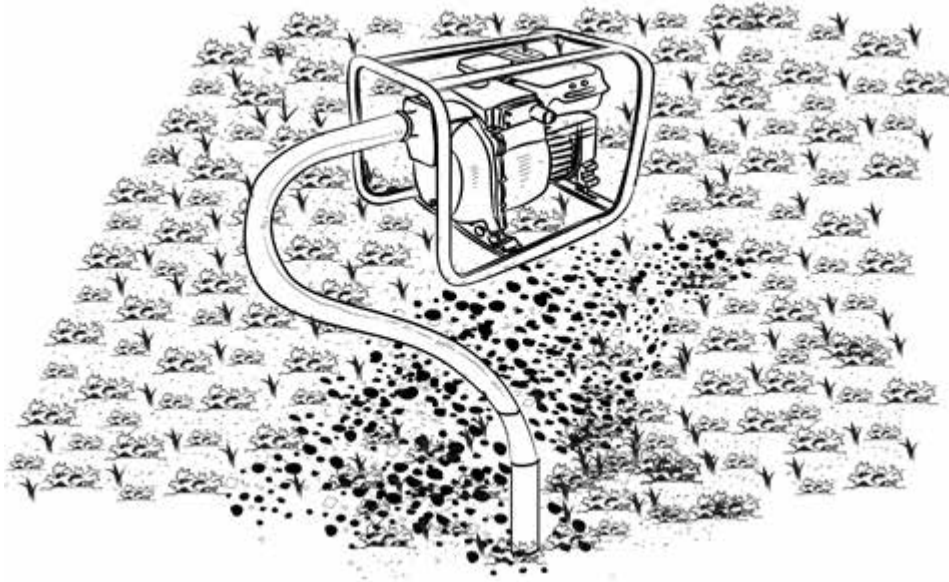


Figure 3.1: (a) Irrigation à partir d'une nappe phréatique peu profonde creusée avec un seau au Burkina Faso (b) Puits tubulaire installé dans le même champ

3.2 Avantages Potentiels

L'utilisation des eaux souterraines peu profondes à des fins agricoles par les petits exploitants présente de nombreux avantages et ce, pour plusieurs raisons. Dans une plaine inondable typique avec un aquifère souterrain peu profond, l'eau est disponible dans la zone cultivée. Par conséquent, la nécessité de l'acheminement de l'eau est limitée. C'est un avantage dans les systèmes dirigés par les agriculteurs où la «propriété» et le contrôle des sources d'eau sont essentiels aux pratiques durables d'irrigation. De plus, contrairement au système d'irrigation de surface par gravité ou au pompage de l'eau des rivières à l'aide de pompes, qui nécessitent des investissements importants dans des canalisations ou de grandes structures, les eaux souterraines peu profondes utilisant la technologie des puits tubulaires ne nécessitent qu'un minimum de structures pour l'acheminement de l'eau. L'eau est remontée et facilement distribuée pour répondre aux besoins en eau des cultures. En général, l'eau est accessible

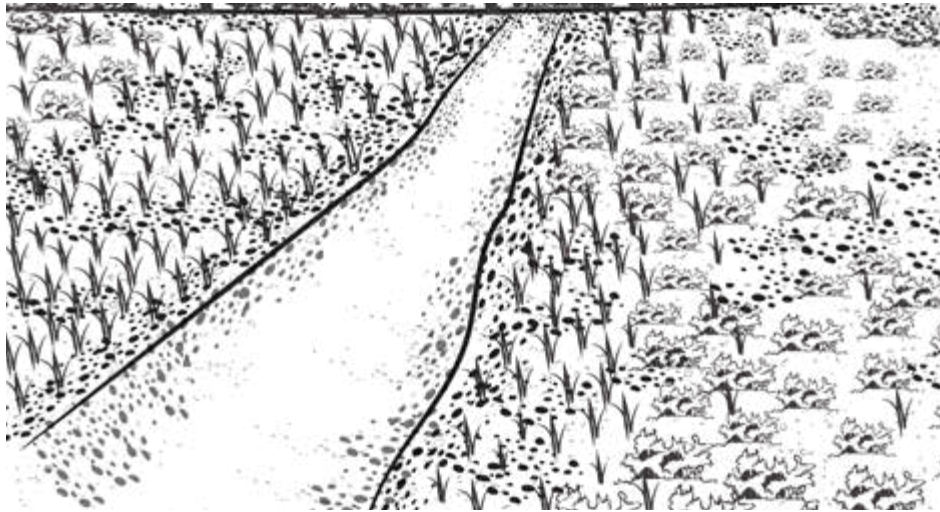
avec une faible énergie car la profondeur de la formation aquifère est très faible, entre 0 et 20 mètres. C'est la profondeur réalisable pour un puits tubulaire peu profond. Bien que l'eau souterraine puisse être disponible en quantité suffisante à une plus grande profondeur, plus la nappe phréatique est profonde, plus l'énergie nécessaire pour remonter l'eau est importante, ce qui peut être hors de portée des petits exploitants agricoles qui pratiquent l'irrigation.

Les puits tubulaires peu profonds utilisent une pompe relativement petite (5 - 8 cv) fonctionnant à basse vitesse, consommant ainsi moins de carburant pour remonter l'eau. Le débit de 0.5m³/hr - 5m³/hr est possible selon la taille et le rendement de la nappe aquifère du site. La reconstitution du réseau d'eaux souterraines se fait principalement par infiltration des précipitations. Les plaines inondables sont souvent inondées pendant la saison des pluies, ce qui augmente la reconstitution de la formation aquifère. Le puit tubulaire est également adaptable à l'utilisation de la technologie de pompage solaire qui élimine les contraintes liées aux pompes à carburant

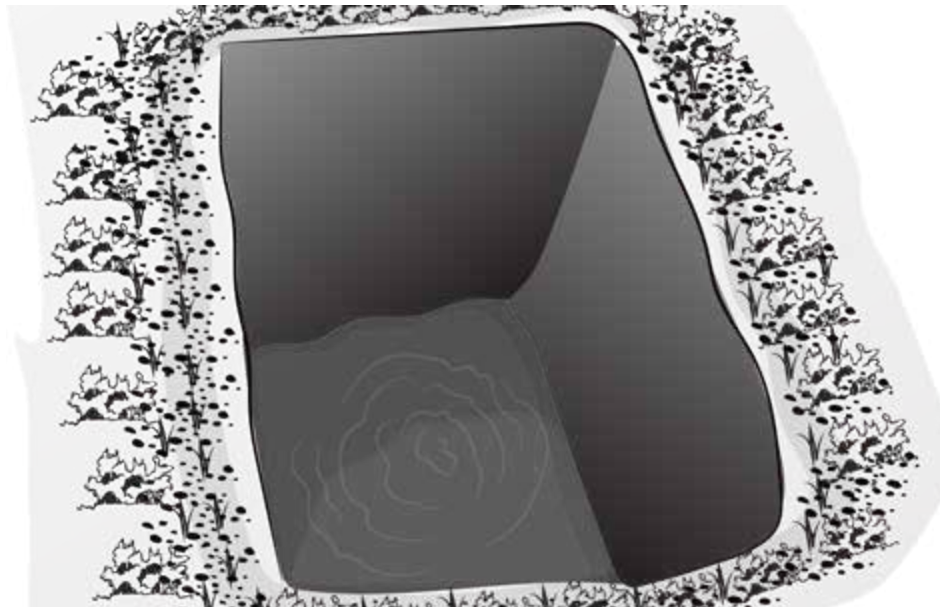
3.3 Domaines D'applications

La technologie des puits tubulaires pour le pompage des eaux souterraines peu profondes est une technologie simple et efficace qui peut être utilisée dans les zones suivantes:

1. Plaines inondables avec une nappe phréatique peu profonde tout au long de l'année



Une plaine inondable typique à Ajingi, Kano, Nigeria



Nappe phréatique peu profonde dans la plaine inondable de Bama, Burkina Faso

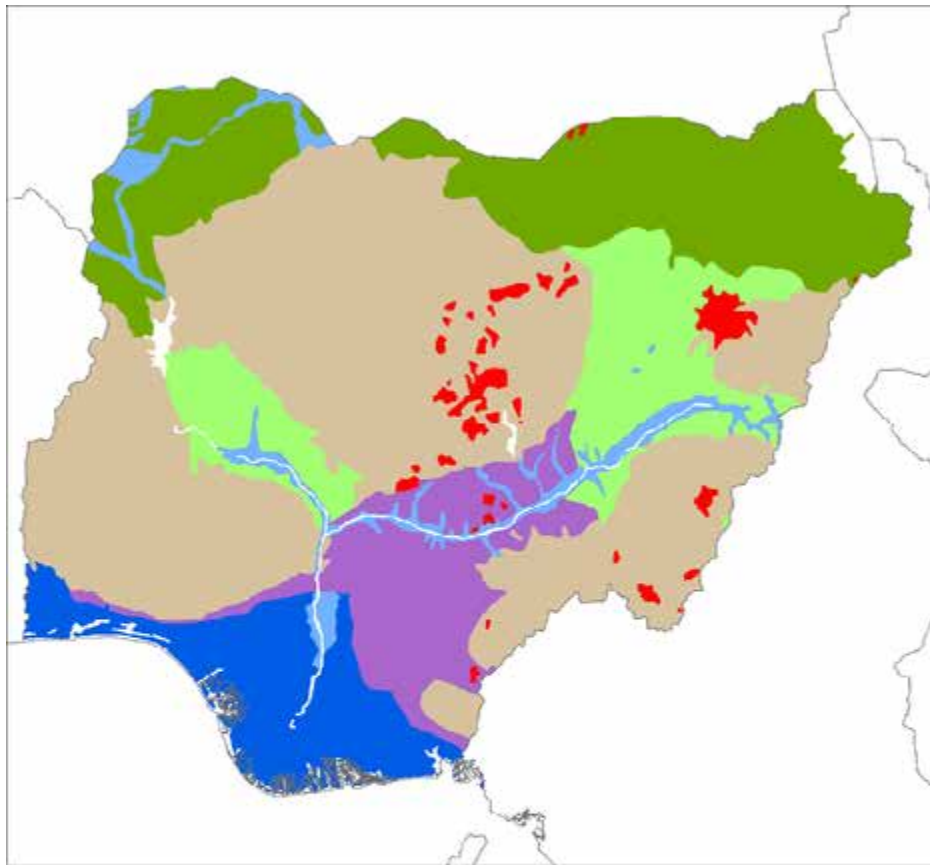
Figure 3.2: Une plaine inondable typique et une nappe phréatique peu profonde

2. Les formations sédimentaires avec une nappe phréatique peu profonde - alluvions, formation sédimentaire avec un aquifère qui peut être consolidé composé de matériaux tels que le grès, le schiste ou de sédiments non consolidés qui peuvent contenir des matériaux granulaires tels que le sable, le gravier, le limon et l'argile. Les aquifères non consolidés sont plus faciles à creuser que les aquifères consolidés.



NOTEZ:

- ⌘ La formation de socle (rocheuse/igneuse) ne doit pas être considérée pour un puits tubulaire peu profond. L'aquifère dans cette formation est souvent plus profond et les matériaux sont rocheux et difficiles à creuser. Elle n'est pas appropriée pour les puits tubulaires destinés aux petits exploitants.
- ⌘ Il est très important de passer en revue les informations sur la nappe phréatique et la formation géologique dans la zone d'intérêt. Le portail Internet (<http://earthwise.bgs.ac.uk/>) fournit des informations de base sur la formation hydrogéologique, les caractéristiques de la nappe phréatique, la profondeur de l'aquifère et le rendement possible en eau pour la plupart des pays africains (Figure 3.3). Cependant, ces informations doivent être conciliées avec les informations locales ou d'autres cartes/documents disponibles.

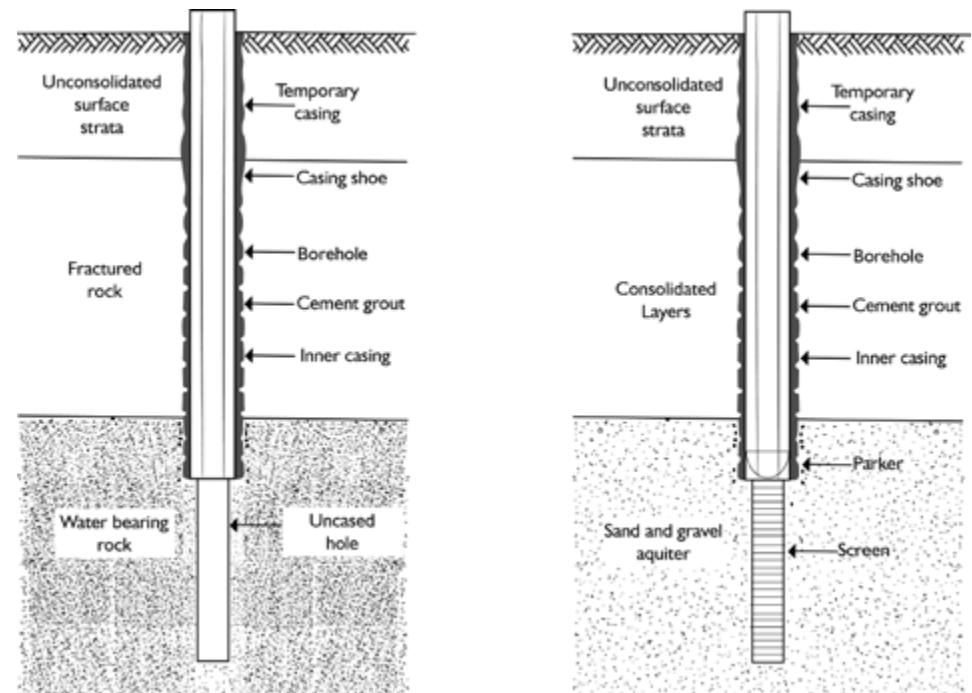


Aquifer Type and Productivity

- Unconsolidated - High to Very High
- Unconsolidated - High
- Igneous - Low to Moderate
- Sedimentary Intergranular/Fracture - Moderate (locally High)
- Sedimentary Intergranular - Moderate to High
- Sedimentary Intergranular - Low to Moderate

Figure 3.3: Exemple d'une carte hydrogéologique montrant la productivité des aquifères au Nigeria

Source: http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Hydrogeology_of_Nigeria



Source: <https://www.slideserve.com/xylia/groundwater>

- ✍ Les informations de base sur l'hydrologie locale, les caractéristiques des eaux souterraines qui peuvent être extraites, des informations sur les puits ouverts dans la zone, l'historique de la nappe phréatique, le profil du sol à partir d'un puits creusé à ciel ouvert et les caractéristiques des inondations autour de la zone d'intérêt peuvent également guider l'évaluation de la zone.
- ✍ La section 3.7 de ce module met en évidence comment évaluer raisonnablement un site pour qu'il soit approprié à l'exploitation des eaux souterraines peu profondes.
- ✍ Pour une utilisation à grande échelle de l'eau souterraine à des fins d'irrigation, il est conseillé de mener une étude géophysique appropriée afin de pouvoir accéder au potentiel de l'eau souterraine dans la zone d'intérêt.

3.4 Investissement À Prendre En Considération Pour L'acquisition D'un Puits Tubulaire

L'investissement dans un puits tubulaire a le potentiel de transformer la production agricole aux endroits où il est réalisable. Par exemple, les plaines inondables avec de bons aquifères peu profonds au Burkina Faso, au Mali et au Nigeria, où les agriculteurs étaient limités à la culture pendant la seule saison des pluies, ont été utilisées pour l'agriculture irriguée de contre-saison avec l'introduction de la technologie des puits tubulaires. Un puits tubulaire peut fournir de manière fiable de l'eau d'irrigation là où le rendement des eaux souterraines est élevé et peut fonctionner jusqu'à 5 ans en utilisation continue. L'investissement initial pour acquérir un puits tubulaire est faible et la technologie n'est pas complexe. Lorsqu'il est correctement installé dans un site présentant un bon potentiel en eau souterraine, un puits tubulaire peut fournir de l'eau pour 0,5 à 1,0 hectare.

Le coût principal d'un puits tubulaire est associé aux matériaux requis pour le forage. Bien qu'il existe différentes méthodes pour le forage de puits d'eau souterraine, deux méthodes sont plus faciles à réaliser dans le cadre du système des petits exploitants et conviennent aux puits tubulaires, en particulier - la tarière manuelle et la méthode de lancement à l'eau.

Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes dépend des caractéristiques de la formation, de la profondeur prévue de l'aquifère et des variabilités locales en termes de disponibilité des matériaux dans la zone concernée. Le tableau 3.1 donne un résumé de l'adéquation de chacune des méthodes. la méthode de lancement à l'eau est décrite dans ce module. Le coût d'acquisition des outils et de l'équipement nécessaires à l'installation d'un puits tubulaire à l'aide de la méthode de lancement à l'eau décrite dans ce manuel se situe entre 200 et 300 dollars. Ce coût comprend les outils/équipements de forage, les tuyaux, la pompe, les canalisations et autres accessoires (voir section 3.6). En dehors des tubes en PVC pour le puits foré, d'autres matériaux sont des outils qui peuvent être utilisés pour le forage à différents endroits.

Il est tout à fait possible d'offrir des services de forage de puits tubulaires à faible coût. Un prestataire de services peut envisager un investissement dans l'équipement et les outils pour permettre la prestation de services de forage et d'installation pour les agriculteurs dans une communauté où les eaux souterraines peu profondes sont possibles. Ainsi, en dehors de l'équipement pour le forage de puits tubulaires, le coût réel par unité de puits tubulaire peut être inférieur à 100 \$.

Tableau 3.1: Caractéristiques et adéquation des méthodes de forage de puits tubulaires selon les différentes formations géologiques

Méthode de forage	Profondeur moyenne de forage (m)	Adaptabilité dans différentes formations			
		Formations d'argile rigide Non altéré	Formations consolidées tendres	Roche tendre altérée	Roche de socle cristalline exemple, le granite.
Tarière manuelle	25	Adapté	Non Adapté	Non Adapté	Non Adapté
Lancement à l'eau	35 - 45	Adapté	Adapté, moins efficace	Non Adapté	Non Adapté

Source: Robert (2010)

3.5 Méthodes De Forage

Ce manuel décrit les méthodes de forage à la tarière et de lancement à l'eau

3.5.1 Tarière Manuelle

Tarière manuelle consiste en des tiges d'acier extensibles, tournées par une poignée. Différentes tarières en acier (trépans) peuvent être fixées à l'extrémité des tiges de forage. On fait tourner les tarières dans le sol jusqu'à ce qu'elles soient remplies, puis on les soulève hors du trou de forage pour les vider. Des tarières spécialisées peuvent être utilisées pour différentes formations et différents matériaux du sol. Au-dessus de la nappe phréatique, le trou de forage reste généralement ouvert sans

qu'il soit nécessaire de le soutenir. En dessous de la nappe phréatique, un tubage provisoire peut être utilisé pour empêcher l'effondrement du trou de forage. Le forage se poursuit à l'intérieur du tubage provisoire à l'aide d'une tarière jusqu'à ce que la profondeur souhaitée ou la formation aquifère soit atteinte. Le tubage permanent du puits est alors installé et le tubage provisoire doit être retiré. Les tarières peuvent être utilisées jusqu'à une profondeur d'environ 15 à 25 mètres, selon la formation géologique (Robert, 2010).

Avantage :

- La technique est facile à utiliser avec un équipement bon marché.

Inconvénient :

- Elle demande beaucoup de travail et il peut être difficile de retirer le tubage provisoire.
- Elle est difficile à utiliser dans les sols sableux ou argileux.

Utilisation appropriée :

- Il est pratiquement possible d'utiliser cette technique dans les formations sédimentaires, en particulier dans les paysages de plaines inondables, mais pas dans les formations complexes du socle.

3.5.2 Forage Au Lançage À L'eau

Forage au lançage à l'eau est basé sur la circulation de l'eau et la pression de l'eau pompée dans les tiges de forage. Le grand volume d'eau sous pression a un effet érosif au fond du tuyau de lançage. La « boue » (eau et débris) est transportée vers le haut entre la tige de forage et la paroi du trou. Une motopompe est utilisée pour obtenir un débit sous pression suffisant. La tige de forage peut simplement avoir une extrémité ouverte, ou un trépan peut être ajouté et une rotation partielle ou totale de la tige de forage peut être utilisée pour obtenir une coupe supplémentaire. Des épaississants (additifs) peuvent être ajoutés à l'eau pour empêcher l'effondrement du trou et réduire la perte d'eau de travail (fluide de forage).

Le forage par lançage (avec rotation) peut atteindre des profondeurs de 35 à 45 mètres (Robert, 2010).

Avantage :

- Le forage est réalisé très rapidement dans le sable et les formations géologiques très tendres.
- *Le forage est beaucoup plus rapide que la méthode de la tarière.*

Inconvénient :

- Nécessite une grande quantité d'eau pour le lançage.
- *Le niveau de la nappe phréatique n'est pas connu pendant le forage.*
- *Il faut une certaine expérience pour savoir quand arrêter le forage lorsque l'aquifère est atteint.*
- *Son application est limitée au sable et aux fines couches d'argile molle ou aux matériaux légèrement consolidés.*








Utilisation appropriée :



- Il est pratiquement adapté aux formations sédimentaires, en particulier dans les paysages de plaines inondables, mais pas aux formations complexes du socle

Ce module se concentre sur la méthode de lançage à l'eau en raison de son efficacité, de sa simplicité et de son coût abordable par rapport à la capacité d'investissement des petits exploitants. Elle n'est pas trop technique car les étapes à suivre sont expliquées dans ce module. Les matériaux nécessaires à l'installation et au fonctionnement d'un puits tubulaire utilisant les techniques de lançage à l'eau sont courants et disponibles au sein de la communauté.

3.6 Outils Et Équipements Nécessaires Pour Le Forage D'un Puits Tubulaire Par La Méthode Du Lançage À L'eau

Le matériel nécessaire pour creuser une unité de puits tubulaire à une profondeur de 6 à 10 m (maximum) est brièvement présenté ci-dessous:

Outils de lançage		Description	Illustration
1	Têtes de forage/forets	Il s'agit de l'extrémité du tuyau qui est utilisée pour découper les matériaux du sol au fur et à mesure du lançage ou du creusement.	
2	Tiges de forage (galvanisées)	Tiges de forage GI - 3m de long x 4nos. Le tuyau avec une douille de connexion et un bon filetage d'extrémité	
3	Tuyau d'eau	Un tuyau approprié de diamètre adéquat pour le refoulement de la pompe à connecter au tuyau de lançage.	
4	2 pompes (5cv) une pour le refoulement de l'eau et une pour le lançage.	Une pompe pour le refoulement de l'eau de la source d'eau et la seconde pour créer la pression nécessaire au lançage.	
5	Tête d'injection	La tête rotative permet de faire tourner le lançage sans que le tuyau d'aspiration ne tourne pendant l'opération de forage.	
6	Crépine/ valve de pied	Crépine avec clapet de pied pour le tuyau d'aspiration de la pompe.	
7	Scie à métaux	Scie à métaux avec une lame pour couper les tuyaux et faire des fentes pour les tamis.	

Outils de lançage		Description	Illustration
8	Clé à tuyau (clé griffe) de 24" (2nos)	Clé à tuyau pour serrer et desserrer les tuyaux.	
9	Manche de rotation pour tuyau de lançage (en option)	Le manche spécial permet de saisir fermement le tuyau de lançage et sert également de poignée pour le tourner pendant le travail.	
10	Main d'œuvre	Au moins 3-4 personnes travailleront pendant l'opération de forage. La durée du forage dépend de la formation.	

3.7 Étapes Du Forage D'un Puits Tubulaire Par Lançage À L'eau
 5 grandes étapes servent de guide pour la construction d'un puits tubulaire à l'aide de la technique de lançage.

Etape 1 : Etude d'exploration et sélection du point de forage : (voir section 3.3)

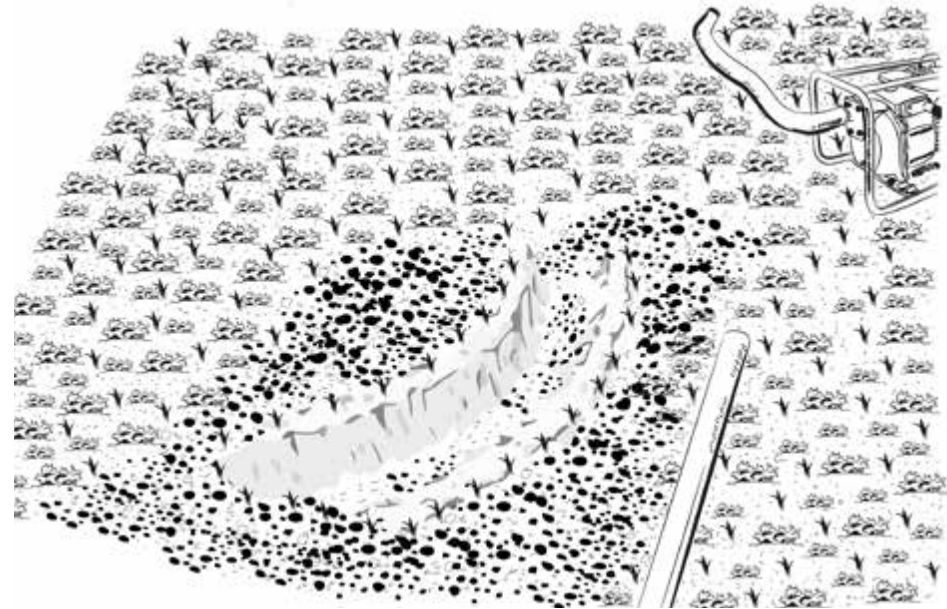
- Accédez à la plaine inondable - consulter les documents d'arpentage, les publications et d'autres sources, notamment <http://earthwise.bgs.ac.uk/> pour connaître les caractéristiques hydrogéologiques de la zone visée.
- Évaluez les caractéristiques de la nappe phréatique tout au long de l'année, posez des questions aux agriculteurs et à la communauté de la région.
- Utilisez des mares, des puits ouverts, des fosses pour accéder aux caractéristiques des sols dans la plaine inondable.
- Évaluez les caractéristiques du sable, du gravier, de l'argile, du limon, du schiste, etc. à une profondeur raisonnable (0-5 m).
- Demandez aux puisatiers locaux les caractéristiques du sol et la

profondeur de la nappe phréatique.

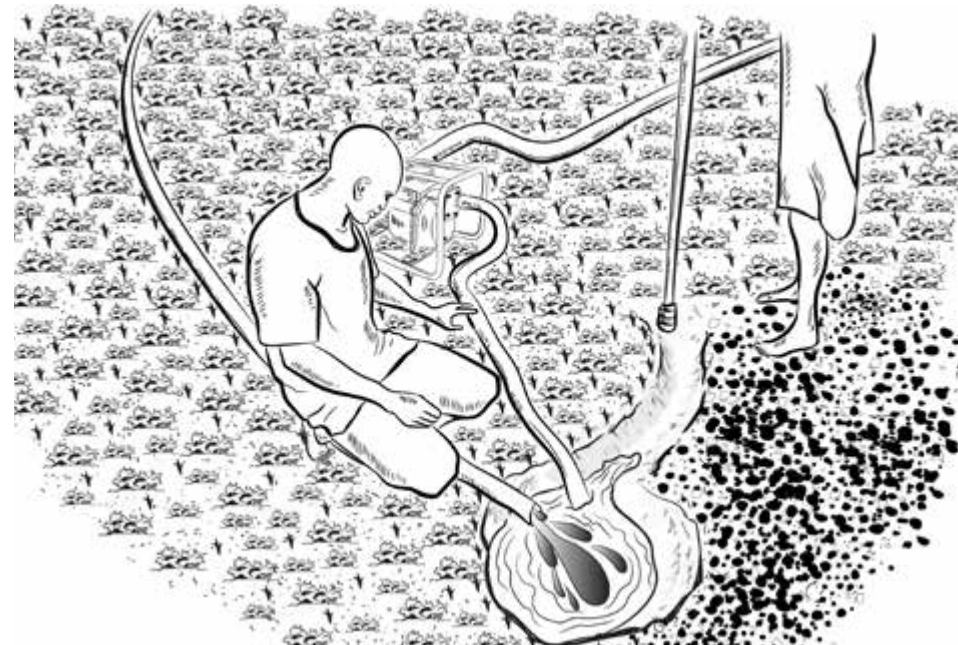
- Décidez de la possibilité d'exploiter des eaux souterraines peu profondes en utilisant la technologie des puits tubulaires dans la région, sur la base des détails de l'enquête ci-dessus..

Étape 2 : Source d'eau, positionnement des pompes et tige de forage:

- Sécurisez une source d'eau et placez une pompe avec un tuyau posé jusqu'au nouveau point de forage - identifié pour le forage du puits tubulaire.
- Construisez une fosse à boue de 1m x1mx1m avec une fosse plus petite reliée à celle-ci.
- Fixer la tige de forage et le manche de lançage.
- Raccordez la tige au tuyau de refoulement de la pompe afin de maintenir une bonne pression d'eau pour le lançage.
- Assurez-vous que toutes les connexions sont solidement fixées.



Étape 2 : Localisez le point de forage et construisez la fosse à boue.

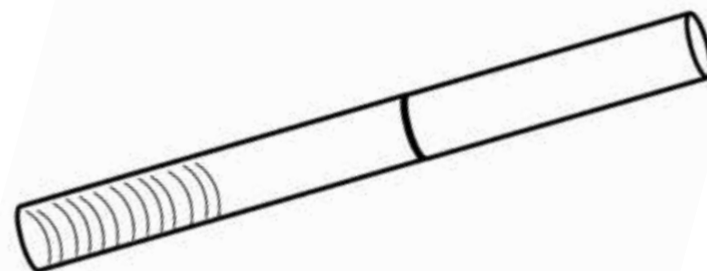
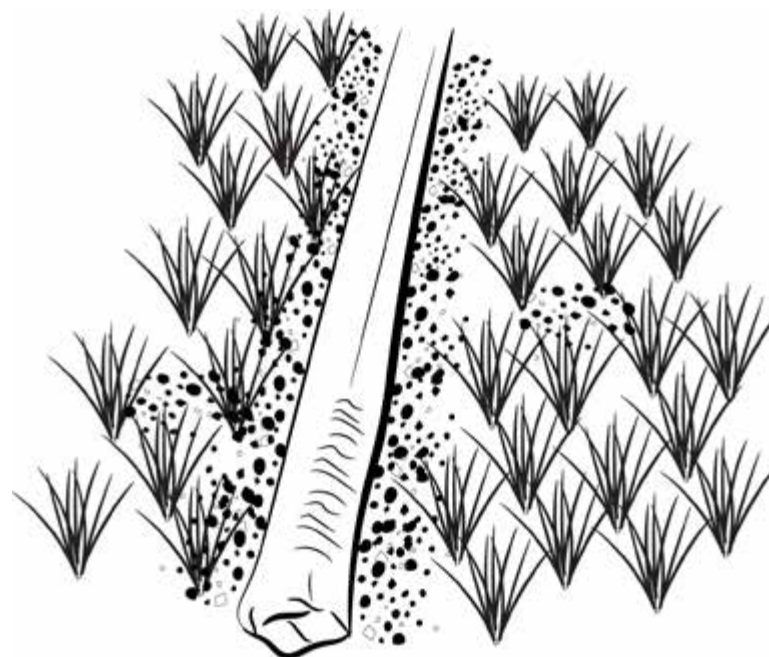




Raccordez la pompe de lançage à la tige de forage, faites monter l'eau dans la fosse à boue et assurez-vous que les raccords sont bien serrés

Étape 3 : Préparez la tige de forage

- 2 ou 3 longueurs de tuyau PVC avec filetage d'extrémité.
- Faites des fentes dans l'extrémité de 50 à 100 cm du tuyau.
- Bouchez l'extrémité du tuyau.



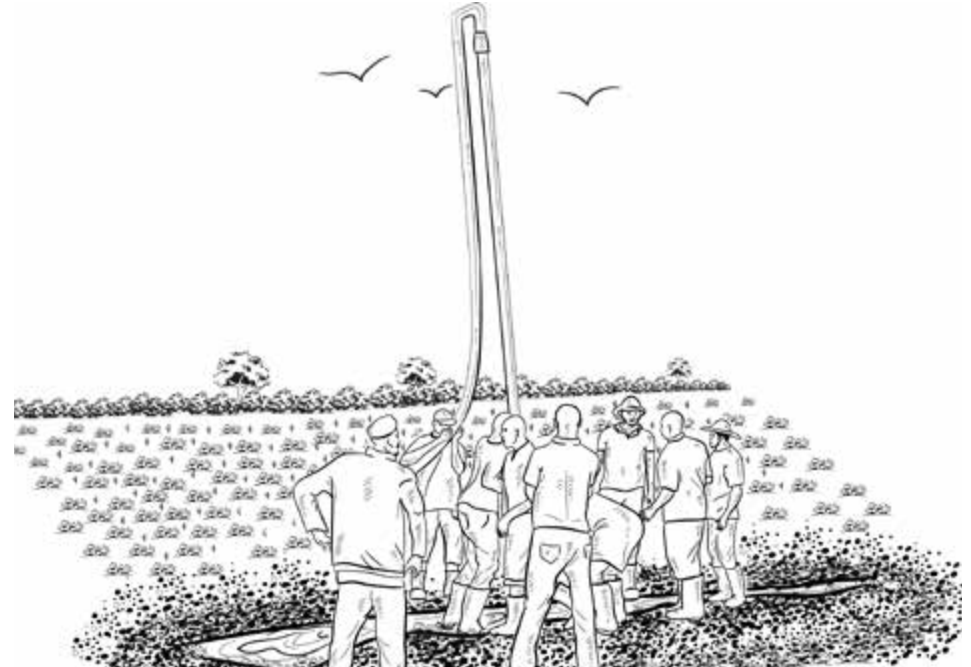
Étape 3 : Tuyau - PVC avec fentes comme tamis.

Étape 4: Forage à la profondeur requise

- Mettez la pompe en marche avec une bonne pression d'eau.
- Continuez à lever, abaisser et tourner légèrement la tige de forage galvanisée pour maintenir un trou rond.
- Continuez le lançage avec la pression de l'eau pompée jusqu'à ce que

vous observiez une eau de qualité et des sables fins provenant du puits.

- Conseil pour savoir quand arrêter de creuser : si vous observez du sable fin, retirez la tige de forage et essayez de pomper avec une petite pompe.

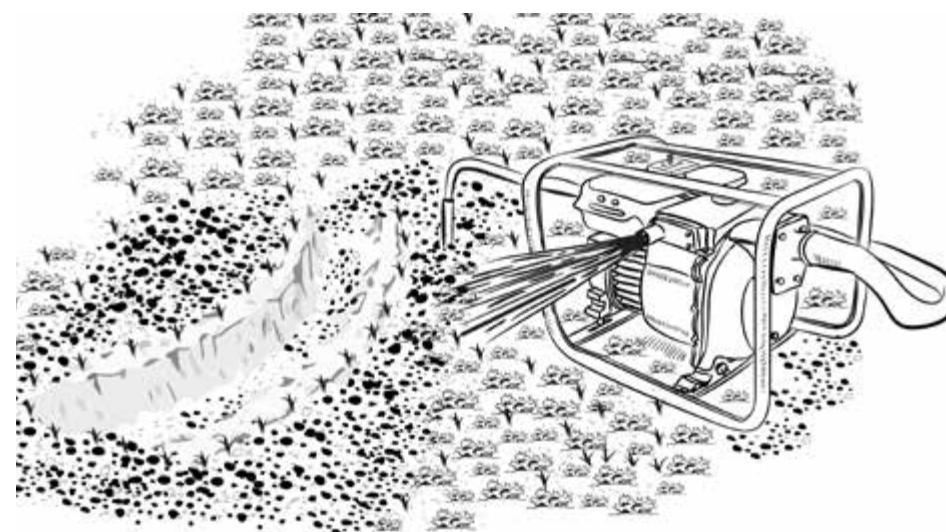




Étape 4 : Forage d'un puits tubulaire par lançage grâce à la pression de la pompe à eau

Étape 5 : Installation du tubage et essai de pompage

- Descendez le tube avec les fentes / tamis dans le trou jusqu'à la profondeur du forage.
- Connectez votre pompe et pompez l'eau dans le nouveau puits pour nettoyer le puits tubulaire.
- Ajoutez du gravier sous forme de tas à la paroi du tube installé.
- Connectez votre pompe au tube et effectuez un test de pompage.
- Pompez pendant un temps connu (par exemple 60secondes) dans un récipient de volume connu. Calculez le volume d'eau déchargé par la pompe en 60 secondes.
- Effectuez un remblayage du tube après avoir versé le massif filtrant autour du tamis.



Étape 5 : Tubage, pompage et essai de la pompe

3.8 Fonctionnement Et Entretien

3.8.1 Entretien Du Puits Tubulaire

Un puits tubulaire doit être protégé de la manière suivante

1. Assurez une connexion parfaite du tube à la pompe pour éviter les fuites qui peuvent entraver l'aspiration de la pompe. Si une fuite existe, l'amorçage et le pompage peuvent être très difficiles.
2. Toujours bouchez le puits tubulaire lorsqu'il n'est pas utilisé.
3. S'assurez que le site du puits est correctement marqué pour être identifié après la décrue, car les puits tubulaires se trouvent souvent dans des endroits qui peuvent être inondés pendant la saison des pluies.

3.8.2 Entretien De La Pompe

Avant l'utilisation

- Vérifiez les niveaux de carburant et d'huile moteur.
- Faites l'appoint de carburant si nécessaire.
- Vérifiez toute pièce qui doit être serrée. Évitez toute pièce desserrée.
- Assurez-vous que les dispositifs de raccordement ou de connexion sont intacts.

Pendant le fonctionnement

- Évitez la formation d'une bulle d'air dans le tuyau d'aspiration qui se produit lorsque l'extrémité d'aspiration de la pompe sort de l'eau.
- Assurez-vous que le carburant est suffisant pendant toute la durée de l'opération. Arrêtez la pompe pour faire l'appoint de carburant.

Après l'opération

- Gardez toujours la pompe sèche.
- Il ne doit pas y avoir d'eau dans la chambre de pompage après le fonctionnement, surtout si la pompe n'est pas connectée en permanence

et si elle est utilisée souvent.

- Veillez à conserver tous les accessoires de la pompe en lieu sûr, par exemple les dispositifs de raccordement, les tuyaux, les crépines, les conduites d'aspiration, etc

Lien Vers Les Vidéos D'installation

Construction d'un puits tubulaire peu profond avec la méthode de lançage à l'eau
wowjeff01: <https://www.youtube.com/watch?v=hzcix8WFLYI>. (Consulté le 5 décembre 2020)

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module a pour but la formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est, par la présente, fortement regrettée. Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont gracieusement offertes par l'IWMI et le Dr. Adebayo Oke. Nous remercions la chaîne YouTube wowjeff01 pour la vidéo sur la construction de puits tubulaires peu profonds par lançage.

Bibliographie

Abdullahi, A. & Yahya, M. K. (2014). Use of Tube well technology for sustainable water supply in dryland areas of Kano State. Proceedings of the 1st International Conference of Drylands, Bayero University Kano, Nigeria.

Robert Vuik (2010). Manual Drilling – Jetting: Technical Training Handbook on Affordable Manual Well Drilling. The Practica African Groundwater Hydrogeology. http://earthwise.bgs.ac.uk/index.php/Africa_Groundwater_Atlas_Home

MODULE 4

Récupération Des Eaux De Ruissellement :
Aménagement D'Un Étang De Ferme Et D'Un
Barrage En Remblai

Récupération Des Eaux De Ruissellement: Aménagement D'un Étang De Ferme Et D'un Barrage En Remblai

4.1 Récupération Des Eaux De Ruissellement

Le ruissellement provenant des exploitations agricoles situées dans des endroits où les précipitations annuelles sont élevées ou faibles n'est souvent pas utilisé. La production agricole souffre toujours d'un degré variable de sécheresse qui peut être plus profond dans les endroits où les précipitations sont plus faibles. Les eaux de ruissellement peuvent être recueillies pour une irrigation complémentaire afin d'atténuer la sécheresse dans un tel environnement. La collecte des eaux de ruissellement est une technologie de conservation de l'eau ex-situ où l'eau de ruissellement est stockée pour être utilisée au-delà du point où elle a été collectée. Les étangs de collecte d'eau sont des structures artificielles de stockage d'eau pour retenir l'eau de ruissellement pendant la saison des pluies, l'eau pouvant être utilisée à différentes fins par la suite. De même, le barrage en remblai est un type de déversoir ou de barrage en remblai destiné à retenir l'eau de ruissellement dans les petits cours d'eau ou les ruisseaux. Les eaux de ruissellement peuvent être récoltées soit pour une utilisation à court terme, soit pour une période plus longue. La période et le degré d'utilisation détermineront à la fois le type de structure à construire et le volume d'eau à stocker. Les structures de stockage de l'eau de ruissellement peuvent être soit à petite échelle (telles que les dépressions, les fosses creusées, les bassins d'eau, les étangs de ferme), soit à grande échelle (barrages en remblai et réservoirs). Le choix de l'échelle détermine le stockage et les autres structures auxiliaires nécessaires pour assurer la fiabilité, l'adéquation et la durabilité du système. Ce module fournit un guide de base sur la construction d'un étang de ferme.



Figure 4.1: Un étang de ferme

4.2 Avantages Potentiels

L'eau récoltée dans les structures de stockage comme les étangs de ferme peut être utilisée pour l'irrigation pendant la saison sèche ou comme irrigation complémentaire pour atténuer la sécheresse même pendant la saison humide. Ils peuvent également être utilisés pour répondre aux besoins en eau des animaux dans les systèmes de petites exploitations. L'abondance d'eau de ruissellement qui n'est souvent pas recueillie dans les bassins versants peut être utilisée à des fins productives. L'utilisation de structures de collecte de l'eau telles que les étangs de ferme et les barrages en remblai peut également améliorer la reconstitution des nappes phréatiques. Il s'agit d'un moyen réalisable d'utiliser l'eau de pluie et de ruissellement dans un bassin versant.

4.3 Domaines D'application

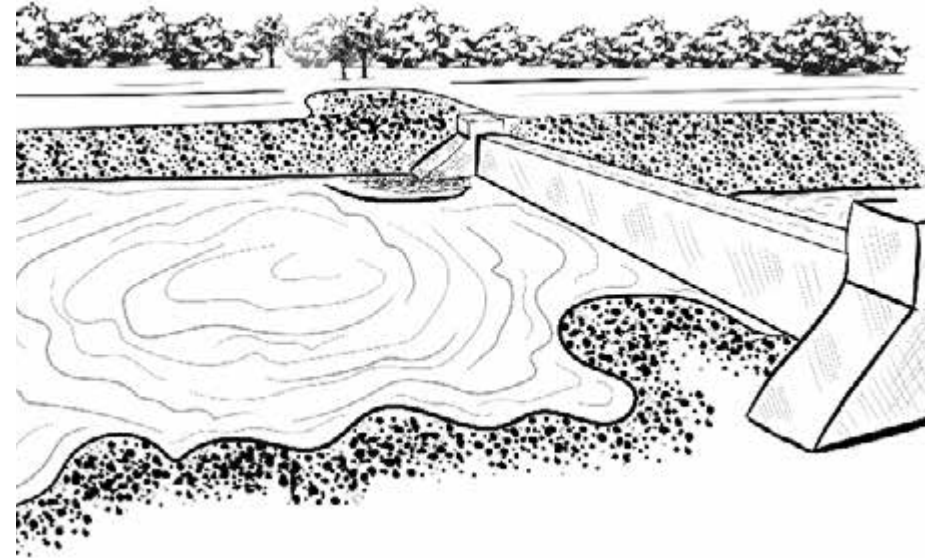
La technologie de collecte des eaux de ruissellement et les étangs de ferme sont applicables à différents types de relief. Ils sont plus faciles à mettre en œuvre lorsque la pente est faible (2 à 5 %). La collecte des eaux de ruissellement prend généralement la forme de

- Étang de ferme : Il est fait à partir de la déviation des eaux de ruissellement dans une zone creusée ou excavée donnant lieu à une piscine ou un étang. Cet étang de ferme implique des coûts de construction plus élevés et, par conséquent, sont généralement recommandés lorsque la construction d'étangs de type remblai n'est pas économiquement réalisable.
- Barrage en remblai : Le barrage en remblai est issu de la construction d'un mur de rétention/remblai ou d'un petit barrage en franchissant une petite rivière le long d'une dépression pour créer un étang. La structure peut être faite de blocs de rochers, de sacs de sable ou de béton pour retenir l'eau qui coule.

En règle générale, les ruisseaux et les rivières qui ne peuvent pas être traversés par un gué au débit de crue ou dont la section transversale est très large peuvent être trop grands et nécessiter davantage de processus d'ingénierie pour établir une structure de digue sûre et sécurisée. On peut envisager de construire sur ces rivières une digue temporaire en argile pour retenir l'eau pendant la saison sèche, la période de faible débit.



Barrage en sacs d'argile



Petit barrage en béton

Figure 4.2: Exemples de structures de collecte des eaux de ruissellement

4.3.1 Considérations Préliminaires

Une évaluation préliminaire sur le terrain est nécessaire pour déterminer le type de structure de stockage de l'eau qui sera le plus adapté au champ où l'eau sera nécessaire à des fins agricoles.

Étang de ferme	Barrage en remblai
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifiez un cours d'eau, une voie de ruissellement ou un petit ruisseau dans la zone agricole. ▪ Identifiez le principal type d'utilisation des terres et la texture du sol dans le bassin versant où se produit le ruissellement. ▪ Identifiez un site potentiel avec une pente entre 1 et 5%. Les zones avec un sol argileux sont les plus préférées. ▪ Vous avez besoin de la moyenne mensuelle des précipitations dans votre région. ▪ Au moins les observations des 5-10 dernières années sur les précipitations et le modèle de ruissellement. Il est très important d'estimer le ruissellement disponible dans votre région. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Petit fleuve/rivière ▪ Profondeur de la rivière inférieure à 2m ▪ La largeur de la section transversale de la rivière ne doit pas être supérieure à 5 m. ▪ Une vallée ou une dépression est nécessaire pour créer un bassin de stockage au niveau de la digue. ▪ Observez une section transversale en forme de "V". ▪ une section stable (argile ou affleurement rocheux). ▪ Évaluez la distance par rapport à la ferme - où l'eau sera utilisée.

4.4 Considérations Sur Les Coûts D'investissement

La construction d'un étang creusé pour le stockage des eaux de ruissellement ou d'une digue (barrage de retenue, barrage en pierre ou sac de sable) en travers d'un petit ruisseau ou d'une rivière pour créer un bassin de stockage d'eau a un coût. En général, le type de structure réalisable à un endroit donné détermine en grande partie les coûts associés. Par exemple, les matériaux à utiliser pour la structure, le volume de stockage, la zone à déblayer et les défis techniques du site (qui sont souvent propres à un site) pour assurer une construction stable sont des variables

essentielles qui déterminent le coût global de la construction. Un élément clé de la construction d'un étang de ferme est l'excavation de la zone de stockage. Cette opération représente souvent une part importante du coût de construction, qu'elle soit réalisée manuellement ou à l'aide d'une pelle mécanique. Si l'étang doit être revêtu de nylon polyéthylène - pour empêcher la percolation de l'eau stockée - le coût de construction augmente. De même, si le barrage en remblai est fait de béton ou de blocs de pierre, le coût sera nettement supérieur à celui d'un remblai temporaire construit avec des sacs d'argile. Par conséquent, les coûts par unité de capacité de stockage varieront selon les endroits et selon la structure à construire. Cependant, un petit exploitant n'a pas forcément besoin de commencer par une grande structure exigeant des coûts financiers énormes..

4.5 Étapes De La Construction

Ce module examine les étapes de base de la construction (1) d'un étang de ferme et (2) d'une digue ou d'un barrage de retenue.

4.5.1 Construction D'un Étang De Ferme

Matériaux

Selon le type de structure, la méthode de construction et la taille de la structure, les éléments suivants peuvent être nécessaires pour la construction d'un étang de ferme :

- Un rouleau à mesurer
- Bêche et pelleuse (pour l'excavation manuelle)
- Excavateur mécanique
- Blocs de pierre, graviers, sable et ciment
- Main-d'œuvre - maçons et main-d'œuvre pour le creusement et l'excavation

Etape 1

- Identifiez un cours d'eau, une voie de ruissellement ou un petit ruisseau dans la zone de la ferme. Le chemin de ruissellement de la zone autour de la ferme peut être canalisé vers une structure de stockage.

- Identifier le principal type d'utilisation des terres et la texture du sol dans le bassin collecteur des eaux de ruissellement.
- Identifier le site potentiel. La pente doit être comprise entre 1 et 5 %.
- Vérifier que l'emplacement est stable.

ruissellement augmente et cette estimation augmentera la taille de la structure de stockage à construire.

Estimation du ruissellement d'un bassin versant

$R = C_R \times P$ 1

- Le coefficient de ruissellement est obtenu à partir du tableau 1 en fonction de la principale utilisation des terres et de la texture prédominante du sol.
- R (mm) = Eau de ruissellement potentielle disponible mensuellement
- C_R = Coefficient de ruissellement en fonction de l'utilisation des terres et du type de sol prédominant dans le bassin versant (Tableau 4.1)
- P (mm) = Précipitations mensuelles
- Le ruissellement annuel total est la somme du ruissellement mensuel potentiel, R .

Le ruissellement total recueilli dans une zone spécifique est calculé à l'aide de l'équation 2

Q (m3) = Ruissellement annuel total (m) x surface du bassin versant (m2) 2

Le ruissellement recueilli est le volume d'eau disponible du bassin versant qui alimente l'étang.

La surface du bassin versant où le ruissellement est récolté.

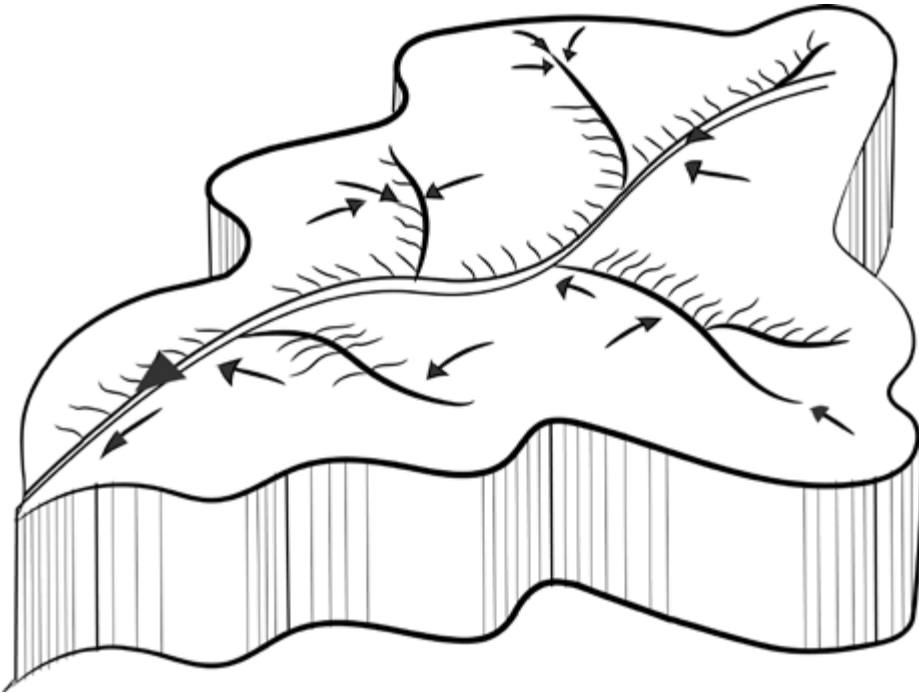


Figure 4.3: Croquis du modèle de ruissellement du bassin versant

Etape 2: Estimer le pic de ruissellement annuel moyen et le ruissellement potentiellement disponible.

- Utiliser l'équation 1 pour obtenir le ruissellement annuel moyen basé sur la pluviométrie mensuelle moyenne.
- Utiliser l'équation 2 pour calculer le ruissellement potentiel récolté dans le bassin versant immédiat. Si le bassin versant augmente, le

Tableau 4.1: Coefficient de ruissellement pour différents types d'utilisation et de revêtement des sols, catégories de texture à une pente de 0,5 à 5%.

Utilisation du sol	Sable	Sable limoneux	Limon sableux	Limon	Limon vaseux	Vase	Limon argilo-sableux	Limon argileux	Limon argilo-vaseux	Argile sableuse	Argile vaseuse	Argile
Forêt	0.07	0.11	0.14	0.17	0.21	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.41	0.44
Prairie	0.17	0.21	0.24	0.27	0.31	0.34	0.37	0.41	0.44	0.47	0.51	0.54
Terres cultivées	0.27	0.31	0.34	0.37	0.41	0.44	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61	0.64
Terres arides	0.37	0.41	0.44	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
Zones urbanisées	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77

Source: Karamage et al, 2019

Étape 3 : Déterminer la taille de l'étang

- L'étang de ferme peut prendre n'importe quelle forme - rectangulaire, pyramidale, sphérique ou circulaire - selon la fermeté et la stabilité du sol du site ou la capacité à entreprendre ce type de construction.
- Pour éviter le glissement du sol des parois latérales, la forme pyramidale peut être préférée.
- La forme pyramidale peut être réalisée en marquant le haut et le bas comme des formes rectangulaires (figure 4.4)

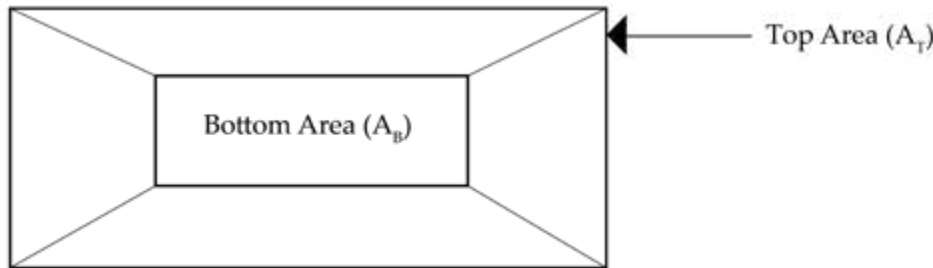


Figure 4.4: Vue en plan de l'étang de ferme excavé

Le volume de terre enlevée = Volume de l'étang = Capacité de stockage de votre étang

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = [A_T A_B + A_T A_B] \dots 3$$

$$A_T = \text{Zone supérieure (m}^2\text{)} = L_T \times B_T$$

$$A_B = \text{Zone inférieure (m}^2\text{)} = L_B \times B_B$$

H = Profondeur de l'étang (m)

L_T, B_T and $L_B \times B_B$ sont la longueur et la largeur des zones supérieure et inférieure respectivement.

Exemple:

Si H = 4m En supposant que les deux zones ont une forme rectangulaire

$$A_T: L = 10\text{m}; B = 4\text{m}; A_T = 10 \times 4 = 40\text{m}^2$$

$$A_B: L = 8\text{m}; B = 3\text{m}; A_B = 8 \times 3 = 24\text{m}^2$$

$$\text{Volume} = (4/3) \times (40+24) = 72\text{m}^3 = 72,000 \text{ litres d'eau}$$

Étape 4 : Excavation du bassin et revêtement du bassin

Une fois les dimensions déterminées :

- L'excavation de l'étang peut se faire manuellement ou mécaniquement (à l'aide d'un équipement lourd).
- Les dépressions existantes (naturelles ou artificielles) peuvent être utilisées comme étang de ferme.
- Assurez-vous que le cours d'eau est dirigé vers l'étang et qu'un canal de débordement/un déversoir est créé.

- Le déversoir doit avoir une profondeur de $0,2H$ et une largeur de $0,2$ à $0,3$ de haut (figure 4.5).

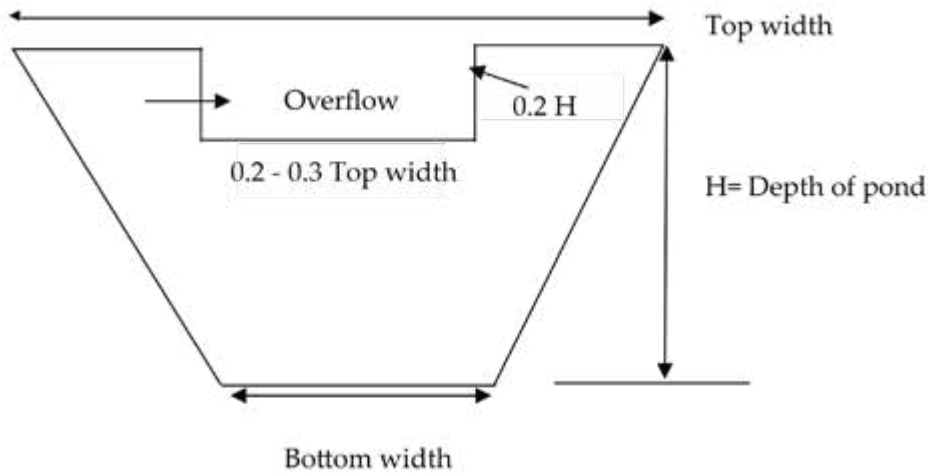


Figure 4.5: Vue latérale d'un étang de ferme typique avec un déversoir de trop-plein

- La section de débordement peut être stabilisée avec des pierres de type Rip-Rap pour éliminer la possibilité d'érosion.
- Le revêtement de l'étang supprime la perte d'eau par percolation. Cela entraîne un coût supplémentaire, mais c'est fortement recommandé si l'étang n'est pas trop grand !

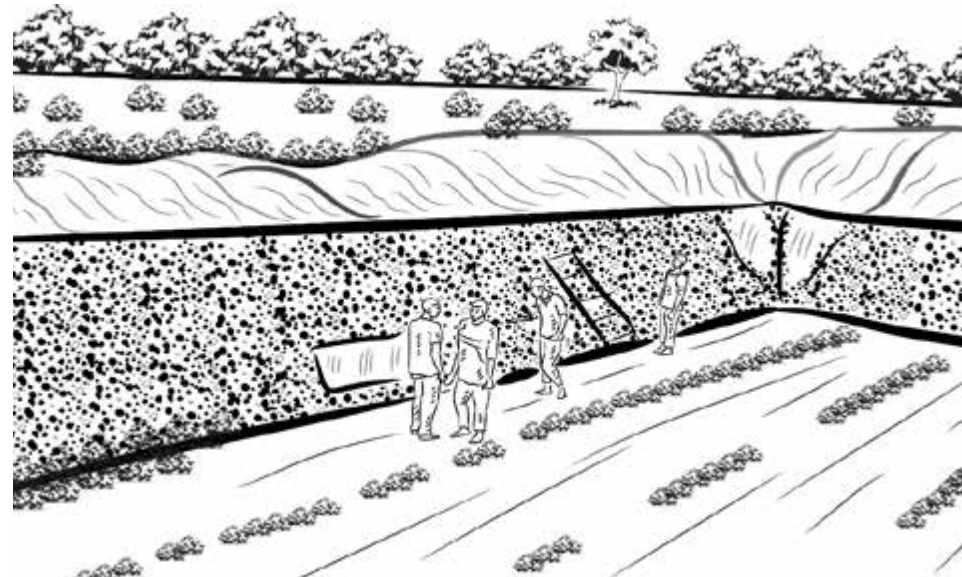


Figure 4.4: Étang de ferme construit par des agriculteurs

4.5.2 Construction D'un Barrage En Remblai/Sac De Sable

Le barrage en remblai/sac de sable est construit en travers d'un ruisseau ou d'une petite rivière. Un barrage en remblai peut prendre différentes formes et dimensions - en fonction du volume d'eau à stocker, des caractéristiques physiques de l'emplacement et des matériaux et fonds disponibles pour la construction. La digue peut être une structure permanente lorsqu'elle est construite à partir de blocs de pierre et de béton. Cependant, avec un simple sac d'argile, on peut réaliser un barrage temporaire.

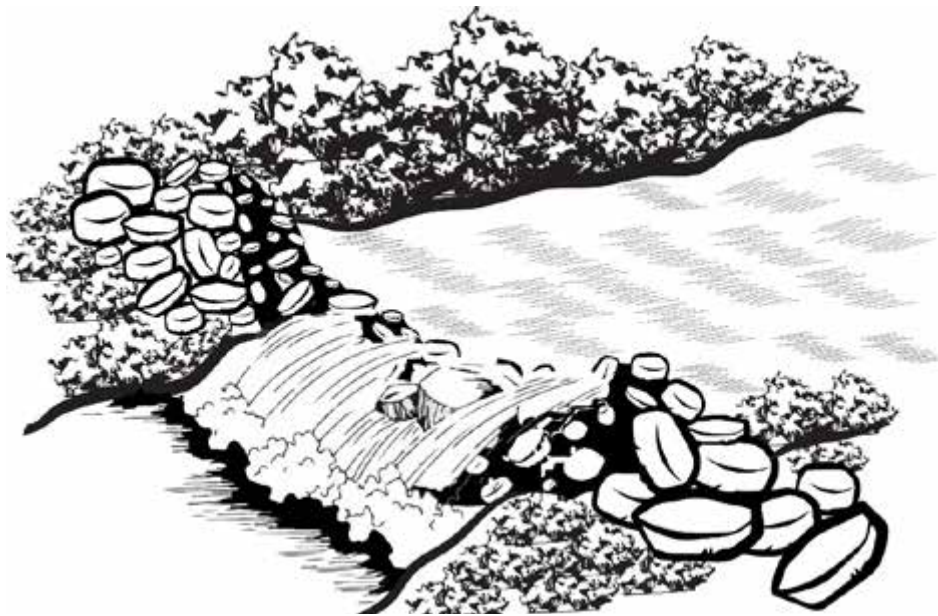


Figure 4.5: Un barrage en remblai construit à partir de blocs de pierre

Matériaux

Comme pour la structure d'un étang de ferme, les matériaux requis dépendent de la méthode de construction, du type et de la taille de la structure, des défis techniques du site et du niveau de stabilité recherché. Ces facteurs varient selon les endroits. Toutefois, les éléments suivants peuvent être nécessaires pour la construction d'un barrage en remblai:

- Un rouleau à mesurer
- Bêche et pelleuse pour l'excavation des fondations)
- Blocs de pierre, graviers, sable et ciment - pour la construction du remblai en béton
- Tige de fer pour le renforcement (facultatif) - pour la fondation et la structure en béton où un haut degré de stabilité et une structure permanente sont souhaités.
- Main-d'œuvre - maçons et main-d'œuvre pour le creusement et l'excavation.

- Matériaux argileux et sacs - lorsqu'il s'agit de construire un simple remblai en sacs d'argile.

Étape 1: Choix de l'emplacement

- Vérifiez le cours d'eau/la rivière pour trouver une bonne section transversale qui soit stable du côté opposé.
- Il est préférable que le lit de la rivière à l'endroit considéré soit un affleurement rocheux (Figure 4.8).
- Un cours d'eau d'une largeur comprise entre 2 et 5 m est approprié pour un micro-remblai/barrage. Les défis et les exigences techniques liés à la construction d'une digue sur une rivière plus importante dépassent le cadre de ce guide. Le coût peut également ne pas être abordable pour un petit exploitant agricole.
- Lorsque la profondeur maximale de la rivière est supérieure à 2 m, le ruissellement ou le débit de la rivière au plus fort de la saison des pluies peut être trop important pour qu'une petite structure puisse le retenir.

Par conséquent, lorsque la largeur de la rivière/du cours d'eau est supérieure à 5 m et que la profondeur du débit de pointe observé est supérieure à 2 m, une assistance supplémentaire peut être nécessaire pour éviter un débit excessif qui pourrait entraîner la défaillance de la structure.

Étape 2 : Plan de conception et matériaux de construction

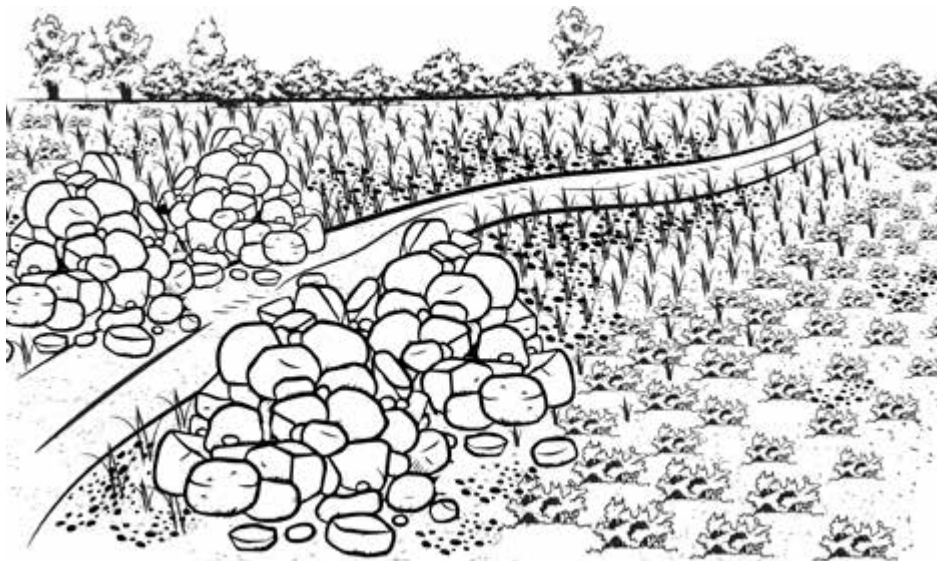
- Tenez compte du débit - la rivière/le ruisseau.
- Le matériau de construction disponible, par exemple, de l'argile, des blocs de pierre ou des pierres de gravier. Si cela est possible, profitez des matériaux disponibles pour réduire le coût de la construction.
- La construction de la digue avec un sac d'argile sera moins chère que des blocs de pierre qui seront fixés avec du mortier.
- Un remblai en béton avec la possibilité de renforcer la structure en acier de la fondation peut être plus coûteux.

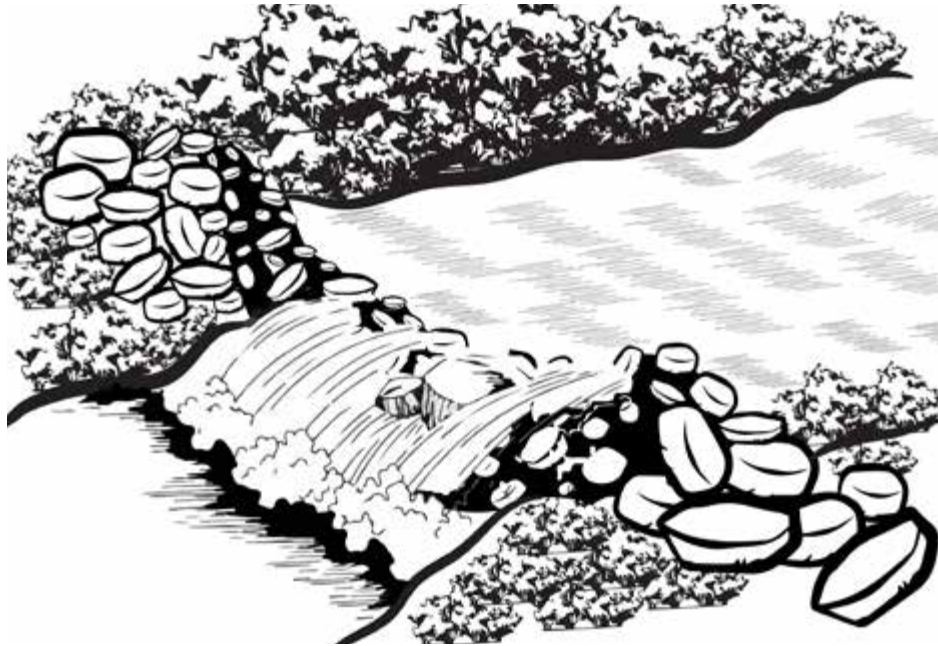
Étape 3 : Construisez la digue avec l'aide d'ouvriers ou de maçons.

- Remplissez le sac d'argile avec des matériaux argileux et placez les sacs en travers du cours d'eau.
- L'utilisation d'un sac d'argile est une mesure de remblai temporaire.
- Si l'on opte pour une digue en blocs de pierre ou en béton, une fondation de 0,5 à 1,0 m peut être nécessaire pour assurer la stabilité de la structure.
- La hauteur du barrage en remblai ne devrait pas dépasser la moitié de la profondeur maximale de la rivière/du cours d'eau (0,5 x profondeur de la rivière), surtout si la structure doit servir plus d'une saison.
- Si l'ensemble du cours de la rivière est bloqué en vue de retenir l'eau, la propagation de l'eau ou des inondations peuvent survenir pendant la saison des pluies.



Construction d'un barrage en remblai de blocs de pierre en travers d'un cours d'eau





Barrage en remblai terminé et en place

4.6 Exploitation Et Entretien

- Il est important de surveiller constamment les berges, la base du barrage en remblai et la structure, surtout dans le cas des barrages en blocs de pierre et des barrages en remblai en béton, afin de localiser toute fuite au fil du temps.
- La digue en argile est un barrage temporaire et peut nécessiter des réparations ou une reconstruction à chaque saison.
- Le risque d'envasement peut être élevé, ce qui, au fil du temps, dans les étangs de ferme et les barrages en remblai, peut réduire la capacité de stockage. L'enlèvement de la vase et des sédiments peut être nécessaire après un certain temps, en fonction de la production de sédiments dans le bassin versant.
- La zone de stockage des étangs de ferme et des barrages en remblai peut être exposée à l'évaporation dans les zones sèches ; il est donc bon

de planifier l'utilisation de l'eau pour tirer le meilleur parti de l'eau stockée avant le pic de la saison sèche. Par exemple, il faut s'assurer de planter les cultures tôt dans la contre-saison afin que les besoins en eau des plantes soient satisfaits par l'eau stockée disponible. L'évaporation peut réduire considérablement l'eau stockée, ce qui peut affecter l'eau disponible pour la production agricole.

- Si l'étang de la ferme est utilisé pour abreuver les animaux, veillez à ce que les animaux ne polluent pas l'étang et n'entrent pas dans la structure. Cela peut se faire en amenant l'eau pour les animaux sur la rive de l'étang.

Lien Vers Les Vidéos D'installation

Construction d'un étang de ferme. Précision extrême : <https://www.youtube.com/watch?v=X-EUiXqChN0> (consulté le 5 décembre 2020)

Avis De Non-Responsabilité

La mention d'une marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module est faite à des fins de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

La vidéo de l'étang de ferme provient du projet Smart Water for Agriculture de l'organisation de développement des Pays-Bas. Nous remercions la chaîne YouTube Utmost Precision.

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est vivement regrettée.

Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont une courtoisie de l'IWMI et du Dr. Adebayo Oke.

Bibliographie

Karamage, F., Liu, Y., Fan, X., Francis Justine, M., Wu, G., Liu, Y., Zhou, H. & Wang, R. (2019). Spatial relationship between precipitation and runoff in Africa, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.* <https://doi.org/10.5194/hess-2018-424>, 2018.

Awulachew, S. B., Lemperiere, P. & Tulu, T. (2009). Training manual on agricultural water management. IWMI (International Water Management Institute), Addis Ababa, Ethiopia, ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya and Adama University, Adama, Ethiopia.

MODULE 5

Systeme D'irrigation À Tuyau
D'alimentation Avec Vannes

Système D'irrigation À Tuyau D'alimentation Avec Vannes

5.1 Système À Tuyau D'alimentation Avec Vannes Pour L'irrigation Des Petites Exploitations.

Le transport de l'eau à partir de la source, qu'il s'agisse d'eau de rivière ou de puits d'eau souterraine, est un élément clé d'un système d'irrigation. Les sources d'eau ne sont pas nécessairement très proches du champ, même dans le cas d'une extraction d'eau souterraine ; une certaine forme de transport est toujours nécessaire pour rendre l'eau disponible pour l'irrigation dans le champ. Souvent, à l'aide d'un tuyau ou de canaux gravitaires, l'eau est acheminée vers la ferme pour différents types de pratiques d'irrigation. Les canalisations à ciel ouvert ou celles des champs sont très courantes, mais elles entraînent généralement d'importantes pertes d'eau par évaporation et percolation le long des canaux. La construction de ces canaux implique également d'énormes excavations de terre. Le béton ou le revêtement nécessaire pour éliminer les pertes d'eau augmente le coût de la construction. Dans le cadre de l'irrigation dirigée par les agriculteurs, l'utilisation d'un système de tuyaux d'alimentation avec vanne en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en chlorure de polyvinyle (PVC) peut être utilisée pour acheminer efficacement l'eau à des fins d'irrigation. Le réseau d'approvisionnement en eau et d'irrigation des exploitations agricoles peut également être constitué de tuyaux en fer forgé, en aluminium et en amiante, mais le PEHD et le PVC sont plus faciles à utiliser et leur coût par unité de longueur est relativement plus faible. Ils réduisent les pertes d'eau, améliorent la distribution de l'eau d'irrigation et facilitent l'application de l'eau sur le terrain. Le système de tuyaux en PEHD ou en PVC, qui comprend le raccordement de tuyaux en plastique de taille appropriée sous la forme d'un réseau de lignes principales, secondaires et latérales avec des vannes, peut représenter un coût supplémentaire par rapport aux canaux de terre ouverts et faciles à construire pour l'irrigation. Cependant, cela réduit le volume des pertes d'eau par évaporation et percolation et améliore l'efficacité du transport

de l'eau sur le terrain. Il permet également l'utilisation d'équipements d'irrigation avec une meilleure efficacité d'application de l'eau tels que les arroseurs et les systèmes de goutte à goutte. Bien qu'il existe d'autres matériaux de tuyaux tels que l'aluminium et les tuyaux galvanisés, les tuyaux en PEHD et en PVC sont préférés car ils sont facilement disponibles et leur coût est relativement faible. Ce manuel se concentrera sur les tuyaux en PEHD/PVC pour les pratiques d'irrigation des petits exploitants

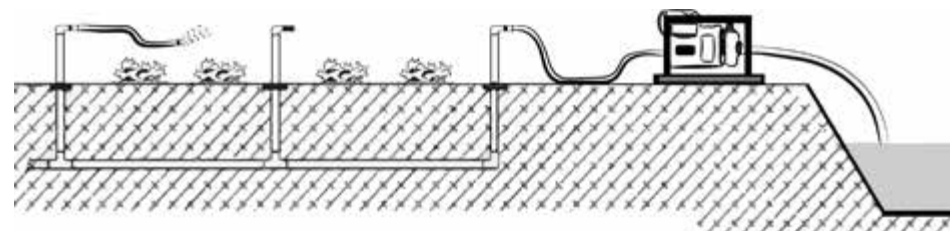
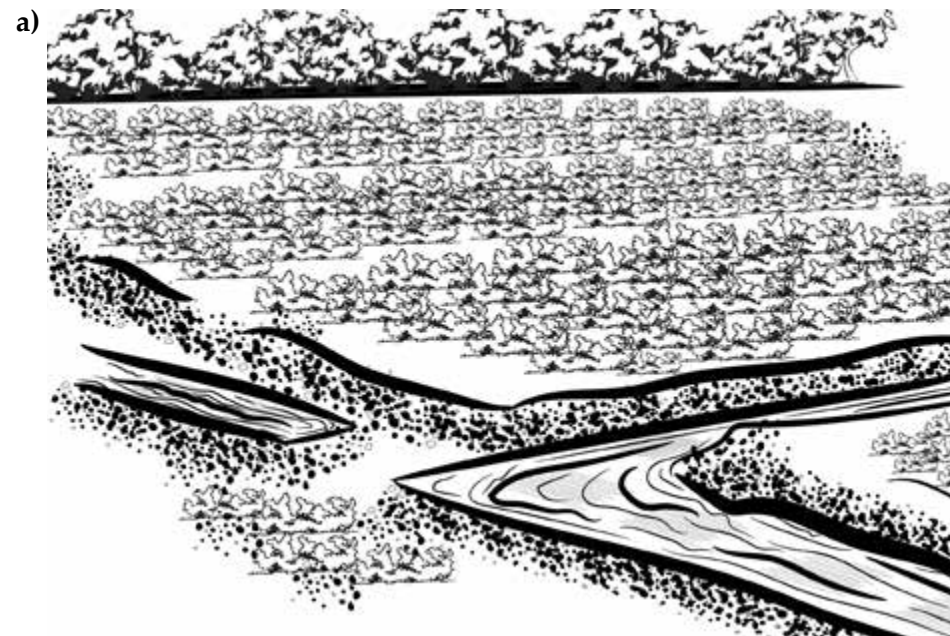


Figure 5.1: Système de réseau de tuyaux souterrains. (Source: FAO, 2014)



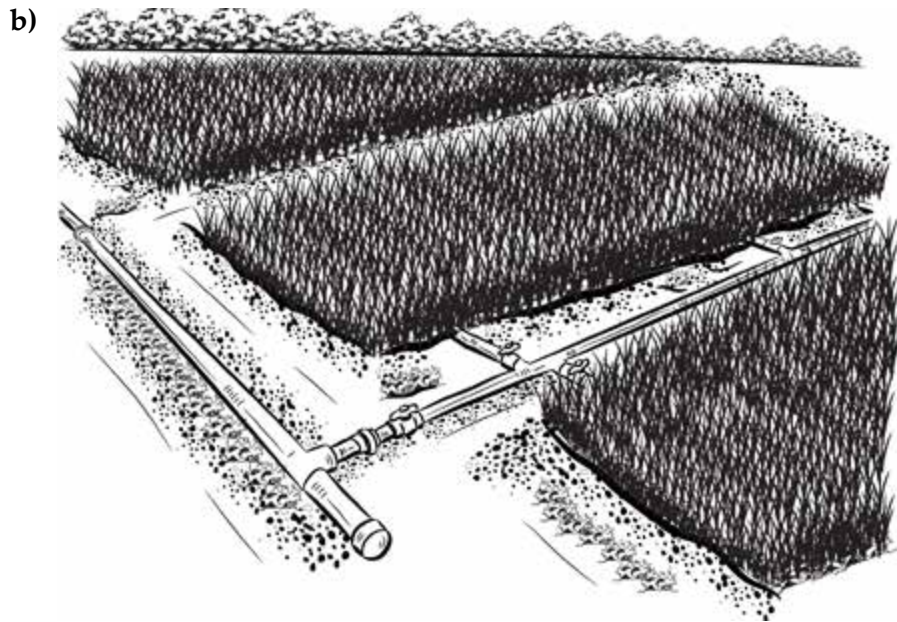


Figure 5.2: (a) Canalisations de terre pour l'acheminement de l'eau (b) système de canalisation avec vanne

5.2 Avantages Potentiels

L'utilisation d'un système de tuyaux PEHD/PVC peut améliorer efficacement la productivité de l'eau des cultures en réduisant les pertes encourues pendant l'acheminement de l'eau depuis les sources jusqu'au point d'irrigation. Il a été observé qu'un système d'irrigation ouvert alimenté par gravité est environ 40 % efficace en termes d'efficacité d'acheminement de l'eau. Dans les systèmes gérés par les agriculteurs, le pompage de l'eau des rivières ou des aquifères souterrains dans des canaux en terre n'est pas une pratique efficace. De plus, il n'est pas toujours possible de créer des voies d'acheminement de l'eau dans certains champs qui sont disponibles pour une culture temporaire ou dans un environnement agricole urbain. Même lorsque les canaux de terre sont réalisables, il faudra plus de pompage de carburant et de temps d'irrigation par unité de surface irriguée que lorsque l'eau est transportée dans des canalisations. Un système d'acheminement par canalisation permet également de déplacer efficacement l'eau depuis une source éloignée des parcelles à irriguer. Il

permet l'utilisation d'une seule source d'eau - rivières, étangs ou puits - pour irriguer plusieurs zones de terre. Les systèmes de distribution par canalisation peuvent également justifier les investissements dans les puits et les pompes à eau, puisqu'il devient possible de les faire fonctionner pendant de plus longues heures, ce qui permet d'irriguer davantage de terres. Un système efficace d'acheminement de l'eau permet d'économiser la main-d'œuvre, le carburant et le temps nécessaires à l'irrigation et d'augmenter considérablement la superficie à irriguer. Le système de tuyaux PEHD/PVC peut être installé soit sous forme de réseau enterré, soit à la surface du champ, de sorte qu'il peut être retiré après une saison et réinstallé en fonction de la configuration ou de la disposition du champ pour différents systèmes de culture. Dans un système d'agriculture à petit rendement, il peut être utilisé en combinaison avec une petite pompe motorisée, une pompe à pédale ou par gravité à partir d'un réservoir d'eau surélevé. Le système PEHD/PVC, s'il est correctement entretenu, peut être utilisé pendant de nombreuses années

5.3 Domaines D'application

Le système de canalisation en PEHD/PVC convient aux pratiques d'irrigation à basse et haute pression, en fonction des spécificités des méthodes d'irrigation, du terrain et de la pression. Il est adaptable à l'irrigation de différentes cultures, par exemple la production de légumes, le riz, le blé, et peut être facilement combiné avec différents systèmes d'irrigation tels que l'irrigation de surface (bassin, sillon), l'aspersion (différents types/capacités) et les pratiques d'irrigation goutte à goutte. Dans un système de petits exploitants, le pompage se fait généralement à une pression de 2 à 4 bars, surtout lorsque les têtes d'arrosage sont en service. Les autres méthodes d'irrigation des petits exploitants nécessitent moins de pression. Par conséquent, avec des pompes motorisées et d'autres dispositifs de remontée d'eau, le PEHD/PVC peut être utilisé de manière fiable pour la plupart des applications d'irrigation. Le système s'adapte à la plupart des terrains de production, y compris les endroits à forte pente, et peut être combiné à des techniques de conservation de l'eau dans les champs, comme les bassins de retenue et les terrasses, réduisant ainsi l'érosion des champs.

5.4 Facteurs à prendre en compte pour les coûts d'investissement

Le coût requis pour l'installation d'un système de tuyaux en PEHD/PVC peut varier en fonction du terrain, de la forme des terres, des distances et des spécificités de l'aménagement des champs de culture. Toutefois, en moyenne, l'investissement requis pour les systèmes de tuyaux à basse pression avec l'unité de pompage reste élevé, soit environ 1 000 à 1 500 USD/ha (FAO, 2014). Le coût peut être moindre dans certains pays où il existe une capacité de production locale ou une politique de défiscalisation sur l'importation des tuyaux et des raccords pour les matériaux agricoles. L'investissement, cependant, peut être facilement récupéré car le pompage de l'eau, la répartition et la facilité d'utilisation assurent une application plus précise et efficace de l'eau, ce qui se traduit par des économies d'eau, de plus grandes surfaces irriguées et des rendements plus élevés par unité de surface par rapport au système pluvial. Le PVC et le PEHD ont une durée de vie allant jusqu'à 50 ans, surtout s'ils sont enterrés et moins s'ils sont soumis à la lumière du soleil et déplacés. Cependant, avec un bon entretien, le PVC et le PEHD peuvent durer longtemps (Sustainable Solution Corporation, 2017) et en bon service.

Les autres avantages du système de canalisation dans l'irrigation des petits exploitants sont les suivants:

- Il peut aider à acheminer l'eau vers plusieurs parcelles de terrain à partir d'une seule source d'eau (particulièrement bénéfique lorsque la fragmentation des terres est un gros problème) ;
- Il réduit le temps nécessaire à l'irrigation d'une unité de surface par rapport à la distribution en canal ouvert ; et
- Un système de distribution par canalisation peut aider à maximiser le facteur de fonctionnement des pompes (heures de fonctionnement par saison), ce qui peut mieux justifier l'investissement initial.

5.5 Guide De Conception Et D'installation

5.5.1 Facteurs À Prendre En Compte Pour L'installation





L'installation d'un système de canalisation en PEHD/PVC nécessite des

compétences pour combiner différents tuyaux et raccords en PEHD/PVC de manière à ce qu'ils servent de système de canalisation pour l'irrigation. Il convient de noter les points suivants:



1. Les tuyaux et les raccords en PEHD/PVC ont une classification de pression. Pour les systèmes de canalisation des petits exploitants, il faut choisir des tuyaux et raccords en PEHD/PVC d'une pression nominale de 2 à 4 bars. Habituellement, les classes de pression sont indiquées par PN (pression nominale). Ainsi, PN2.5 signifie que la pression maximale pour le tuyau est de 2,5 bars, tandis que PN16 signifie que la pression maximale que le tuyau en question peut supporter est de 16 bars. Une PN de 6 est la plus appropriée pour le pompage d'irrigation. Un système d'arrosage peut nécessiter une pression maximale de 2 à 4 bars, tandis que l'irrigation au goutte-à-goutte requiert une pression beaucoup plus faible (1 à 2 bars).
2. Les entreprises d'irrigation peuvent souvent guider leurs clients concernant la classe de pression requise pour le type d'irrigation.
3. Les dimensions des tuyaux et des raccords en PEHD/PVC dépendent de la configuration du terrain. La taille de la conduite principale sera basée sur le diamètre de sortie de la pompe. Les conduites secondaires et latérales dépendent du réseau du système conçu (voir section 4.4.2 et 4.4.3).
4. Il est important de passer patiemment par la phase de planification pour pouvoir décider de la quantité et du type de matériaux nécessaires.
5. Si nécessaire, vous pouvez avoir besoin de conseils de la part de revendeurs, de plombiers/monteurs ou de consultants en irrigation. N'hésitez pas à faire ces consultations pour éviter d'acheter ce dont vous n'avez peut-être pas besoin.

Le tableau 5.1 donne une description détaillée des différents matériaux nécessaires à la conception et à l'assemblage d'un réseau de canalisation en PEHD ou en PVC.

Tableau 5.1 : Descriptions des matériaux en PVC utilisés dans la construction d'un réseau de canalisation d'eau d'irrigation

Objet	Description	Utilisation	PVC	PEHD
Tuyaux en PEHD ou tuyaux en PVC	Les tuyaux en PEHD et en PVC sont de différents diamètres (par exemple, 1», 1¼ 2», 2¼ , 3" ou 4").	Les tuyaux sont l'élément principal de l'écoulement des fluides. Pour le pompage d'irrigation, une gamme de tuyau de faible à moyenne pression est nécessaire (PN classe 2 ou 4 permettra la pression de 2 ou 4 bars respectivement). <i>Les tuyaux sanitaires ne sont pas appropriés pour le pompage de l'eau d'irrigation.</i>		
			Disponibles en longueur de 6m ou 9m	Disponible en rouleau jusqu'à 100 m (selon la longueur requise).
Raccord/Connecteur	Pour raccorder des tuyaux de même taille	Si leurs tailles diffèrent, le raccord est appelé <i>raccord réducteur, réducteur</i>		
Raccords coudés	Soit 45° ou 90° de différentes tailles de tuyaux	Généralement utilisés entre deux longueurs de tuyau (ou de tube) pour permettre un changement de direction. Les raccords peuvent être des coudes normaux (même taille aux extrémités), des coudes réducteurs (reliant des tailles différentes avec un filetage ou un non filetage à l'intérieur).		
Tuyau en T	Un tuyau en T est utilisé pour joindre ou diviser l'écoulement d'un fluide	Les T peuvent raccorder des tuyaux de diamètres différents ou changer la direction d'une canalisation, ou les deux. Ils peuvent être utilisés avec des manchons pour réduire les dimensions et connecter des tuyaux de tailles différentes.		
Adaptateur		Il se présente sous la forme d'une extrémité fileté mâle ou femelle. Il peut être nécessaire pour raccorder des tuyaux de différents matériaux, par exemple du PVC avec du PEHD ou du PVC avec du galvanisé		
Un raccord Union	Un raccord union permet également de connecter deux tuyaux	Il est utilisé pour raccorder des tuyaux et permet de les déconnecter ultérieurement pour l'entretien. Il se compose de trois parties : un écrou, une extrémité femelle et une extrémité mâle. Il s'agit d'un composant qui permet de démonter le système en tant qu'unité mobile.		

Objet	Description	Utilisation	PVC	PEHD
Serre-joints à selle	On utilise les serre-joints à selle dans les raccords en PEHD pour créer des liens d'entrée ou un point de raccordement.	La selle est utilisée de préférence pour relier une ligne latérale à la sous-ligne ou à la ligne principale. Il existe en différentes tailles, avec des types qui peuvent connecter 2 tailles de tuyaux, par exemple, 2" - 3/4".		 Installation de la vanne sur la selle
Manchon réducteur	Le manchon est installé pour réduire le diamètre du tuyau	Lorsque cela est nécessaire, les manchons sont utilisés avec des raccords de type T ou coude pour réduire la taille du tuyau à connecter.		 Les PEHD ont des raccords réducteurs
Vannes	Les vannes permettent d'arrêter (ou de réguler) le débit des liquides.	Il en existe différents types et marques. Les robinets-vannes et les vannes à boisseau sphérique de taille appropriée sont principalement utilisés pour l'acheminement simple des eaux d'irrigation. Avec des raccords appropriés, ils s'adaptent aux tuyaux en PVC et en PEHD.		
Bouchon	Couvercle d'extrémité	Nécessaire à l'extrémité d'une canalisation, pour boucher les bornes fontaines ou les puits d'eau souterraine.		
Gomme PVC	Colle dure à séchage rapide pour PVC	Elle est utilisée pour assembler les tuyaux et les raccords lorsque cela est nécessaire. Parfois, dans un raccordement à très basse pression, le raccordement peut être suffisamment ferme sans colle.		<i>Les tuyaux en PEHD n'ont pas besoin de colle. Les raccords sont généralement filetés. C'est l'un des grands avantages du PEHD par rapport au PVC.</i>

Objet	Description	Utilisation	PVC	PEHD
Compteur d'eau (facultatif)	Un compteur d'eau est utilisé pour contrôler le volume d'eau pompé dans le réseau de canalisations.	Pour un petit exploitant, ce compteur peut être facultatif. Cependant, lorsque l'eau d'irrigation est payante, en particulier lorsque l'équipement est plus sophistiqué, le compteur d'eau est essentiel.		
Vanne de régulation de la pression (facultative)	Pour contrôler et maintenir la pression requise dans un système d'irrigation.	Dans un système d'irrigation au goutte à goutte installé à grande échelle, la vanne de régulation de la pression n'est pas facultative.		

Notez:

- i. Les diamètres des tuyaux sont exprimés en pouces (impérial) ou en millimètres (métrique). Soyez cohérent dans le choix de l'unité pour éviter toute confusion et tout problème de montage.
- ii. Le coût par unité de longueur des tuyaux en PVC et en PEHD peut varier en fonction de la capacité de production locale ou de la politique en matière de taxes d'importation. Dans certains pays, les équipements et matériaux d'irrigation sont soumis à des taxes d'importation faibles voire aucune. Ce type de politique a un impact positif sur le coût des équipements.
- iii. Bien que les tuyaux en PEHD soient relativement moins chers par unité de longueur que ceux en PVC, les raccords en PEHD sont généralement plus chers que ceux en PVC.
- iv. Le PVC ou le PEHD peuvent être enterrés ou posés à la surface du sol. Les systèmes de canalisation enterrés dans de grands champs (plus d'un hectare) peuvent nécessiter des considérations techniques un peu plus poussées qui dépassent le cadre de ce manuel.
- v. Assurez-vous de contacter des techniciens compétents, des entreprises de tuyauterie, des ingénieurs en irrigation ou des fournisseurs d'équipement pour vous guider dans les détails autant que vous le souhaitez. Des consultations techniques seront nécessaires lorsque le champ fait plus d'un hectare pour choisir les bonnes tailles de tuyaux, déterminer la hauteur de chute dynamique totale ou la pression du système, estimer le débit, planifier la disposition entre autres et décider des différents composants pour un fonctionnement efficace.

5.5.2 Facteurs À Prendre En Compte Pour La Mise En Place D'un Système De Canalisation En Pehd/Pvc

Il existe des possibilités infinies dans la conception ou l'utilisation des tuyaux de canalisation d'eau d'irrigation en PEHD/PVC. Les options choisies dépendent de ces facteurs. Ces considérations majeures sont essentielles pour la taille de l'investissement, les opérations sur le terrain, l'économie de l'exploitation et la durabilité du projet.

- **La disposition possible du champ, c'est-à-dire sa dimension et sa forme :** Les champs agricoles n'ont pas toujours des formes régulières, c'est-à-dire rectangulaires, circulaires, etc. Cependant, la forme du champ, sa longueur, sa largeur et la façon dont ces dimensions sont situées par rapport à la source d'eau détermineront l'emplacement de la ligne principale, des lignes secondaires et des latéraux. Cela permettra également de savoir comment le champ peut être partitionné en blocs.
- **La taille du champ à irriguer lors d'un événement d'irrigation et le nombre de partitions/blocs dans le champ :** Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles il peut être avantageux de partitionner le champ en blocs, en particulier si le champ est plus grand que ce que l'équipement disponible peut techniquement irriguer en même temps. L'irrigation d'un hectare à la fois nécessite plus d'eau, d'énergie, de main-d'œuvre et d'équipements auxiliaires (indépendamment des méthodes d'irrigation) que l'irrigation d'un tiers d'hectare. Le partitionnement

des champs peut permettre d'utiliser efficacement le même investissement sur un tiers d'hectare pour irriguer un hectare par rotation. Le partitionnement peut également permettre de planter différentes cultures et de répondre aux exigences agronomiques du champ. Le nombre et la taille (superficie) des blocs sont déterminants pour le type et la configuration du réseau de distribution, en particulier les bornes d'entrée qui doivent être conçues pour répondre à l'approvisionnement en eau dans le bloc.

- **Le matériel d'irrigation à utiliser ou à raccorder à la borne fontaine/point de raccordement:** *Les dispositifs d'irrigation à raccorder à la borne fontaine doivent être pris en compte lors du choix de la taille - diamètre du tuyau et du dispositif de raccordement à la borne fontaine. Par exemple, quel type d'embranchement, de tuyau (flexible ou enrouleur) ou d'arroseur ? Un tuyau d'arrosage nécessite une borne fontaine de 1 pouce de diamètre espacée de 2m alors qu'un arroseur géant ou à canon peut nécessiter un point de borne fontaine de 2 pouces de diamètre avec un espacement allant jusqu'à 60m ou plus (selon le périmètre mouillé de l'arroseur à canon).*
- **Le volume d'eau et la pression de fonctionnement prévus à la borne fontaine ou pour les méthodes d'irrigation :** *L'irrigation de surface peut être réalisée en laissant l'eau s'écouler d'une borne fontaine directement dans le champ. Cependant, d'autres méthodes d'irrigation nécessitent un certain niveau de pression pour fonctionner efficacement. Les exigences en matière de pression et de débit du dispositif d'application de l'irrigation à connecter à une borne fontaine doivent être prises en compte lors de la planification et de la décision concernant la taille et la configuration du réseau de canalisations (voir section 5.5.3).*
- **La capacité de la pompe (la hauteur de charge totale et le diamètre de refoulement/de sortie de la pompe).** En règle générale, plus le champ à équiper pour l'irrigation avec des systèmes de canalisation est grand, plus la capacité de décharge et de pompage requise pour un fonctionnement efficace est importante. Cependant, le champ peut être divisé pour que la même pompe soit utilisée pour fournir de l'eau à différents blocs de champ. La hauteur de chute totale et la capacité de

refoulement déterminent la capacité de la pompe. Ces deux éléments sont essentiels pour déterminer la taille/le diamètre des tuyaux à installer dans le plan (voir module 2).

- **Le régime foncier (combien d'années sont disponibles pour l'utilisation du champ) :** Les années disponibles pour l'utilisation de la terre - location ou bail - doivent être prises en compte lors de l'investissement dans une infrastructure d'irrigation. Si la location de la terre est courte, il y a une limite à l'investissement sur cette surface. Par exemple, il se peut que vous ne soyez pas en mesure d'enterrer des tuyaux ou d'entreprendre des travaux de développement de sources d'eau nécessitant des capitaux importants.

Dans la session suivante, les conceptions de base possibles sont présentées. Le tracé peut être enterré ou posé sur la surface du terrain en fonction de certains des facteurs mentionnés précédemment dans les sections 5.5.1 et 5.5.2

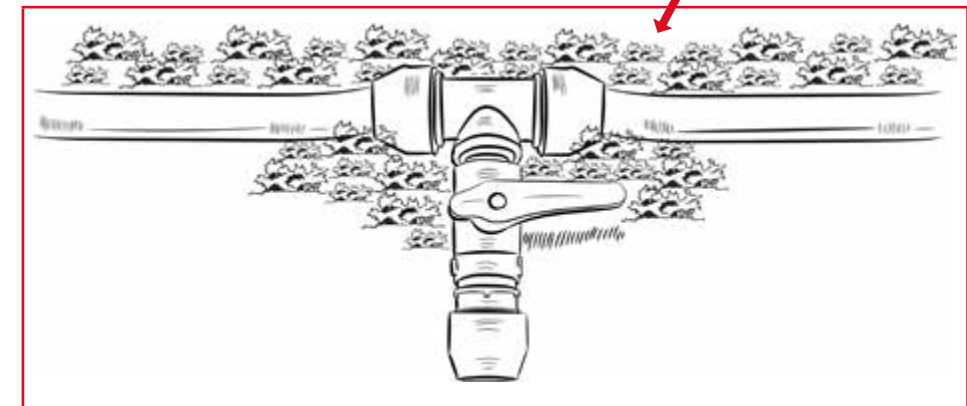
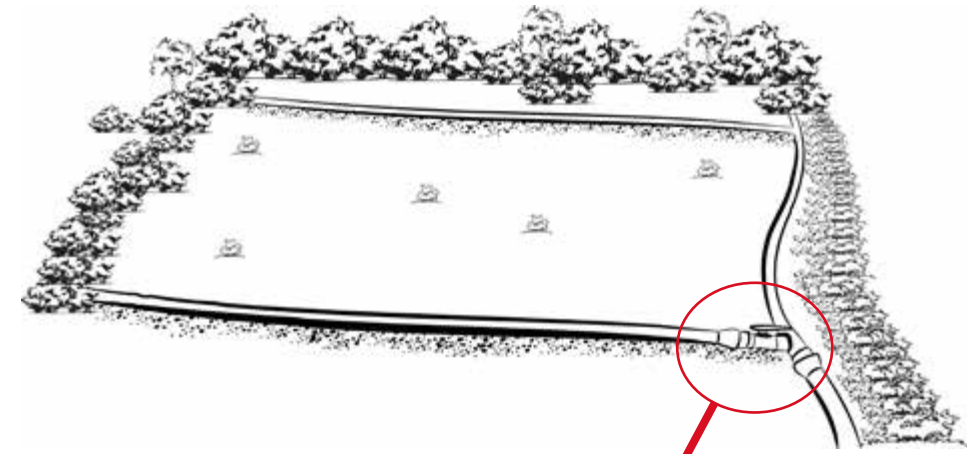
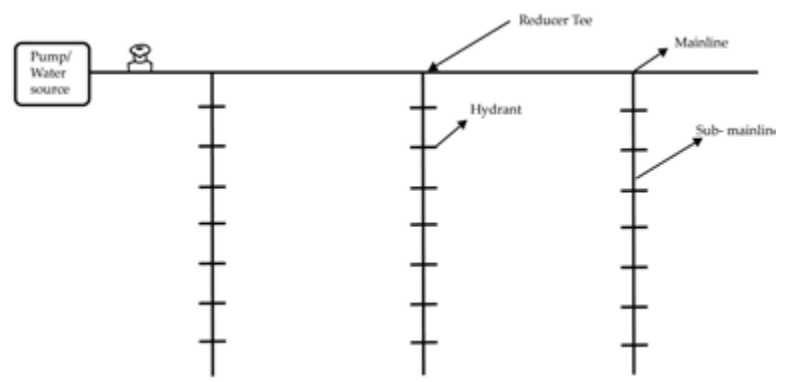
5.5.3 Exemple D'installation De Canalisation Sur Le Terrain

1. Conduite principale - conduite secondaire - conduite latérale - borne fontaine

La canalisation principale est la partie principale du système de distribution. Son diamètre est le plus grand en fonction de la quantité d'eau à amener au champ, qui dépend également de la surface à irriguer. La configuration peut être la suivante : conduite principale (4») → conduite secondaire (3») → conduite latérale (2») → borne-fontaine (2» ou 1»). Ce type de configuration peut être approprié pour un grand champ (champ de plus de 1 hectare). L'espacement entre les conduites principales secondaires, les conduites latérales et les bornes fontaines dépend de la configuration du champ ainsi que de l'équipement à utiliser.

D'autres configurations possibles

4-3-2
3-2-2
3-2-1

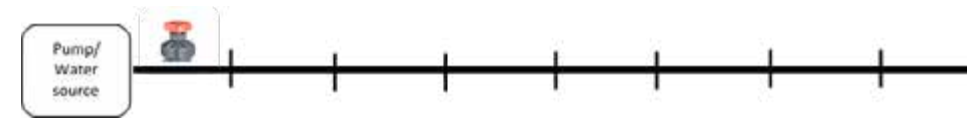


La borne fontaine

La borne-fontaine est la sortie à laquelle on peut raccorder un tuyau ou un tube flexible pour acheminer l'eau d'irrigation vers le champ. Chaque borne-fontaine est équipée d'une vanne à bille ou d'un robinet-vanne avec un dispositif de raccordement approprié. Une borne-fontaine est un endroit où l'on peut raccorder des arroseurs, des lignes de goutte à goutte ou des tubes d'arrosage. Le débit d'une borne-fontaine particulière est contrôlé par une vanne. La taille de la vanne peut être la même que celle de la ligne latérale ou, à l'aide de manchons réducteurs, la ligne latérale peut avoir une taille de tuyau différente.

2. Ligne principale → Ligne latérale → Borne-fontaine (Borne-fontaine double)

3-2
2-1



3. Ligne simple → Borne-fontaine (à une extrémité)



Il est également possible de poser un réseau de tuyaux en PVC/PEHD pour acheminer l'eau au niveau du bassin/du lit du champ. Par exemple, dans la production de blé et de riz, le réseau de tuyaux peut être organisé avec une combinaison d'unions, de vannes, de coudes et de raccords similaires pour acheminer l'eau vers les bassins de retenue.

5.6. Fonctionnement Et Entretien

- Les eaux souterraines, les rivières, les ruisseaux et les structures de stockage ouvertes - par exemple, les étangs et les lacs - sont les sources d'eau des systèmes d'irrigation.
- Assurez-vous que la source d'eau à pomper dans le système de canalisation est propre, non turbide ou pleine de sédiments.
- Utilisez le PVC ou le PEHD avec la bonne pression nominale comme décrit précédemment.
- Les raccords doivent être solides pour éviter les fuites. Ceci est toujours important.
- Avant de démarrer les pompes, assurez-vous que les vannes des borne-fontaines appropriées sont ouvertes pour délivrer l'eau le long des lignes que vous souhaitez irriguer. Ne mettez jamais en marche votre système de pompage sans ouvrir la sortie de refoulement, cela fera monter la pression et fera éclater le système.
- Si le système de canalisation n'est pas enterré, évitez de rouler sur les installations. Les tuyaux en PVC ou en PEHD ne peuvent pas supporter le poids des véhicules ou des tracteurs.
- Efforcez-vous d'emballer tous vos tuyaux et raccords du champ après la saison pour éviter de les perdre à cause des voleurs, des feux de brousse et des tracteurs qui roulent dessus.
- En gardant votre matériel en sécurité à tout moment, vous vous assurez qu'il servira pendant de longues années.

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module est faite à des fins de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est vivement regrettée. Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont une courtoisie de l'IWMI.

Bibliographie

- Food and Agricultural Organization (2014): Irrigation Techniques for Small-scale Farmers: Key Practices for DRR Implementers. FAO Rome.
- Phocaidis, A. (2007). Handbook on Pressurized Irrigation Techniques. Second Edition. Food And Agriculture Organization Of The United Nations Rome, 2007
- Sustainable Solutions Corporation (2017). Life Cycle Assessment of Water and Sewer Pipe and Comparative sustainability analysis of pipe materials.

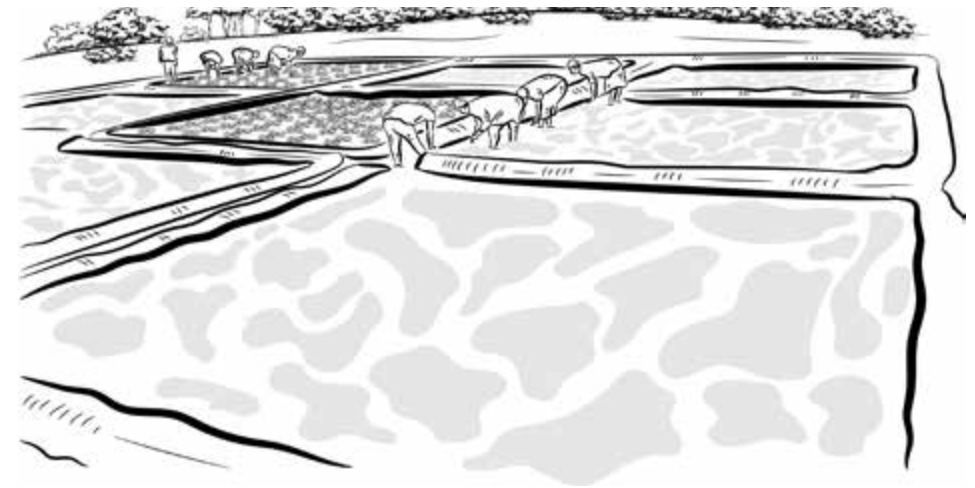
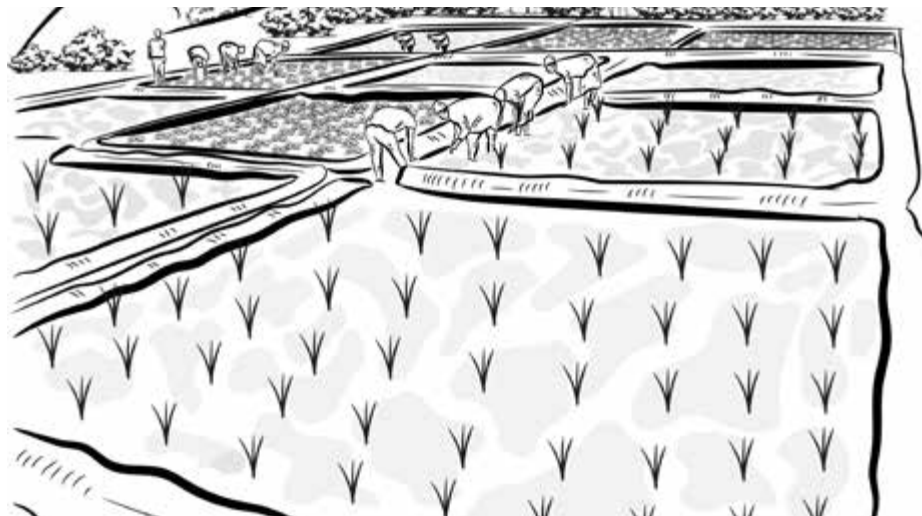
MODULE 6

Irrigation De Surface : Systèmes De
Bassins, De Planches Et De Sillons

Irrigation De Surface : Systèmes De Bassins, De Planches Et De Sillons

6.1 Irrigation De Surface

L'irrigation de surface est la méthode d'irrigation la plus courante chez les petits exploitants agricoles. Dans sa forme la plus simple, l'eau s'écoule par gravité dans une zone délimitée du champ de culture. La zone délimitée peut être large, comme dans le cas de l'irrigation par bassin ou par rangée, ou étroite, comme dans le cas de l'irrigation par sillons. L'irrigation de surface tire parti de la pente du champ pour distribuer l'eau des zones élevées aux zones basses du champ. Toutefois, des pentes très élevées peuvent réduire considérablement l'efficacité du système d'irrigation et provoquer une érosion du sol, en particulier dans les sols sableux. La topographie, la pente, le type de sol, le type de culture et la source d'eau sont quelques-uns des facteurs à prendre en compte pour choisir le type d'irrigation de surface à mettre en place dans un champ. Ce module donne un aperçu de l'irrigation par bassin, par bassin de contrôle, par sillon et par planche.



Irrigation par bassin

6.2 Irrigation Par Bassin

6.2.1 Domaines D'application

Les bassins peuvent être adaptés à la plupart des cultures, des sols ou des pratiques agricoles. Les pentes jusqu'à 3% peuvent être irriguées par des bassins. Sur des pentes plus raides, l'irrigation par bassin peut être mise en œuvre. Cependant, elle doit s'accompagner de bonnes pratiques de conservation, telles que l'aménagement de terrasses, des cours d'eau à faible débit non érosifs et des bassins de plus petite taille. En général, la largeur des terrasses varie de 1,5 m pour des pentes de 4 % à 150 m pour des pentes de 0,1 %.

6.2.2 Cultures

L'irrigation par bassin est très adaptée au riz paddy. Les autres cultures qui conviennent à l'irrigation par bassin comprennent les cultures de plein champ telles que le maïs, le blé et les haricots, les pâturages, les herbes, les arbres, par exemple les agrumes et les bananes, et divers légumes. L'irrigation par bassin ne convient généralement pas aux cultures qui ne peuvent pas supporter des conditions humides ou détrempées pendant 24 heures. Elle ne convient pas aux cultures qui nécessitent des sols meubles

et bien drainés, en particulier les cultures de racines et de tubercules comme les pommes de terre, le manioc, les betteraves et les carottes.

6.2.3 Topographie

L'irrigation par bassin est pratiquée lorsque le terrain est relativement plat. Plus la surface du terrain est plate, plus il est facile de construire des bassins. Un certain nivellement peut être nécessaire sur les terrains irréguliers pour assurer une distribution uniforme de l'eau. Les bassins peuvent également être construits sur des pentes en terrasse.

6.2.4 Sols

L'irrigation par bassin peut être utilisée dans une grande variété de textures de sol. Cependant, les argiles à texture fine sont préférables. Les argiles ont une infiltration modérée et ne se gorgent donc pas facilement d'eau. Les sables grossiers ne sont pas recommandés pour l'irrigation par bassin en raison de leur taux d'infiltration élevé.

6.2.5 Débit Du Cours D'eau

L'irrigation par bassin utilise des cours d'eau de grande taille car toute la zone irriguée est inondée. L'eau est appliquée à partir d'un canal de champ par des siphons, des piles ou en ouvrant une brèche dans la digue pour créer une entrée. En général, pour une même taille de cours d'eau et une même profondeur d'irrigation, les bassins doivent être plus petits sur les sols légers que sur les sols lourds.

6.3 Coûts D'investissement Et Faisabilité

La construction de structures pour l'irrigation de surface - bassins, bassins de retenue ou sillons - se fait après la préparation du terrain, y compris son nivellement. Ces structures nécessitent de la main d'œuvre pour leur construction et leur coût dépend des coûts en vigueur dans l'environnement agricole. Par exemple, le coût de la construction de bassins de retenue est de l'ordre de 150 à 200 usd/ha. Les détails techniques impliqués dans la construction de structures pour l'irrigation de surface sont généralement à la portée technique et financière des petits exploitants agricoles.

6.4 Conception Et Installation

6.4.1 Conception Du Bassin

La conception des bassins fait référence à la forme et à la taille des bassins ainsi qu'aux digues de terre. Des facteurs tels que la topographie du terrain, la pente, le type de sol, la culture à réaliser et la disponibilité de l'eau, en particulier le débit (litre/sec), sont pris en compte dans la conception des systèmes d'irrigation par bassin. Ces facteurs déterminent la forme et la taille des bassins et des digues de terre qui les entourent, ainsi que les opérations d'irrigation. Les tableaux 6.1 et 6.2 peuvent servir de guides pour faire correspondre le type de sol, la pente, la largeur du bassin et le débit du cours d'eau pour la conception d'un bassin typique. Le plan général (figure) comprend un canal d'entrée, le bassin de retenue, les digues ou les diguettes de retenue et le canal de drainage.

Exemple de conception

Si la pente principale du champ est d'environ 0,3, à l'aide du tableau 5.1, il est possible de déterminer que la largeur maximale de chaque bassin est de 37 m, mais elle peut également varier entre 30 et 45 m. En supposant que la texture du sol dans le champ est un sol limoneux sableux, vous avez la possibilité de choisir votre bassin en fonction de la surface (m²) si vous n'êtes pas contraint par le débit du cours d'eau ou de déterminer la surface maximale si le débit du cours d'eau est déjà déterminé. D'après le Tableau 6.2, avec un cours d'eau de 10 l/sec et un sol limoneux sableux, la superficie du bassin est de 200 m².

$A = L \times B$; D'après le tableau 6.1, la longueur choisie est de 37m, donc B est $200/37 = 5\text{m}$. En fonction de la topographie du terrain, L et B doivent être déterminés. Il est également possible de simplement rendre le bassin carré et beaucoup plus petit, en particulier sur une pente raide ou lorsque le cours d'eau est très petit. 1 : Pente approximative et largeur maximale du bassin (m).

Tableau 6.1 : Pente approximative et largeur maximale du bassin (m)

Pente (%)	largeur maximale(m)	
0.2	45	35 - 55
0.3	37	30 - 45
0.4	32	25 - 40
0.5	28	20 - 35
0.6	25	20 - 30
0.8	22	15 - 30
1.0	20	15 - 25
1.2	17	10 - 20
1.5	13	10 - 20
2.0	10	5 - 15
3.0	7	5 - 10
4.0	5	3 - 8

Source: FAO, 1985

Tableau 6.2 : Surfaces maximales de bassin suggérées (m2) pour différents types de sol et débits possibles de cours d'eau (l/sec)

débits (l/s)	Sol sableux	sol limoneux sableux	Sol limon argileux	Sol argileux
5	35	100	200	350
10	65	200	400	650
15	100	300	600	1000
30	200	600	1200	2000
60	400	1200	2400	4000
90	600	1800	3600	6000

Source: FAO, 1985

Construction du bassin

Les travaux de construction d'un système d'irrigation par bassin commencent généralement par les canaux d'alimentation du bassin (en supposant que le reste de l'infrastructure d'approvisionnement en eau a

été réalisé). Les canaux d'alimentation du bassin sont construits comme un petit canal en formant les berges. Celles-ci sont de préférence droites, en descendant la pente, et doivent être parallèles les unes aux autres. Les canaux doivent être construits au-dessus du niveau du sol pour permettre l'écoulement de l'eau du canal d'alimentation ou du canal de champ vers les bassins (Figure 6.1).

Facteurs à prendre en compte pour la construction des bassins

- Les berges doivent avoir une hauteur d'environ 30 cm et une largeur de 30 cm au sommet et être bien compactées. Cela peut varier en fonction de la taille du bassin.
- Les berges de l'alimentateur de bassin forment un côté des bassins. Les bassins peuvent maintenant être aménagés selon les dimensions prévues.
- Les digues sont construites sur les limites des bassins. Les digues doivent avoir une hauteur d'environ 20 cm et une largeur d'environ 20 cm au sommet.
- Comme pour les berges d'alimentation, les digues doivent être bien compactées pour éviter les fuites d'un bassin à l'autre.
- Après la construction des digues, le bassin doit être nivelé. Une astuce simple consiste à remplir le bassin d'eau et à vérifier les points hauts et bas, puis à niveler.
- Cette «pré-irrigation» facilitera également le travail du sol et la plantation.
- Après le nivellement, des crêtes peuvent être formées dans les bassins au cas où des bassins à crêtes seraient nécessaires.

Sur les petites parcelles à pente uniforme, il est possible de construire directement les bassins

- On commence par tracer des lignes de contour à un intervalle vertical de 10 cm.
- La distance entre les lignes de contour est divisée par trois. C'est la largeur des bassins. Grâce à cette méthode, les bassins peuvent être courbes et non rectangulaires.

- La détermination de la longueur du bassin sera guidée par la taille maximale du bassin (voir tableaux 6.1 et 6.2) et l'emplacement des alimentateurs du bassin.
- Les alimentateurs du bassin doivent être situés en bas de la pente et parallèles les uns aux autres.

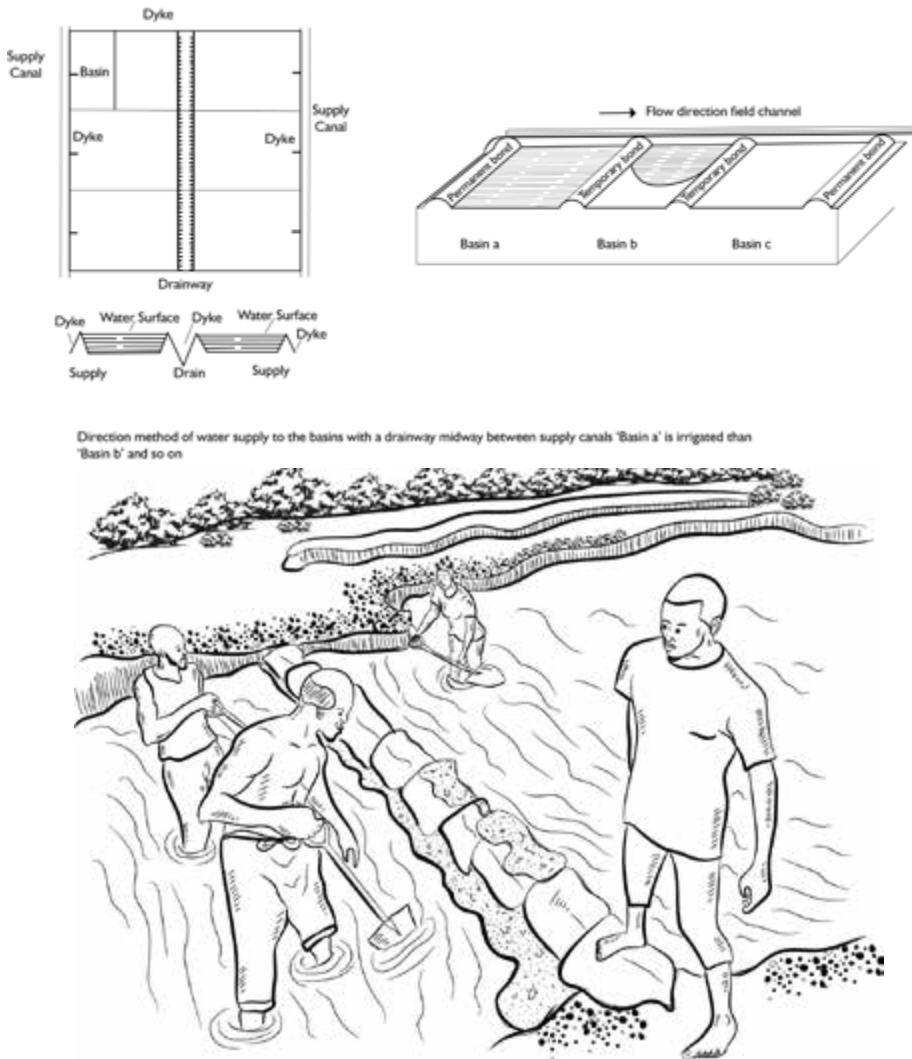


Figure 6.1: Guide de construction pour l'irrigation par bassin

6.4.2 Bassin De Retenue

Un bassin de retenue est un terrain rectangulaire ou carré nivelé, entouré de digues en terre et inondé pendant l'irrigation. Par sa taille et sa forme, il est beaucoup plus petit qu'un bassin conventionnel. Il est formé de digues en terre ou de petits remblais qui retiennent l'eau d'irrigation à l'intérieur des bassins de retenue. L'eau est appliquée aux bassins de retenue par des siphons, des spiles ou en ouvrant une brèche dans la digue pour créer une entrée (Figure 6.2).

Avantage du bassin de retenue

- Les bassins de retenue sont utiles pour le lessivage des sels nocifs. Cependant, un bon système de drainage est nécessaire pour évacuer l'excès d'eau.
- L'irrigation par bassin de retenue convient aux terrains à pente douce et uniforme et aux sols ayant un taux d'infiltration modéré à faible.
- Elle peut être utilisée sur une pente raide avec un terrassement. Cependant, les pentes raides nécessitent des aménagements complexes et un nivellement plus important du terrain.
- Les cultures en ligne et les cultures en rangs serrés sont adaptées aux bassins de retenue, à condition que la culture ne soit pas affectée par une inondation temporaire ou qu'elle soit plantée dans des lits surélevés de manière à rester au-dessus du niveau de l'eau.
- La méthode est spécialement adaptée à l'irrigation des cultures céréalières et fourragères dans les sols lourds où l'eau est absorbée lentement et doit rester en place pendant une période relativement longue pour assurer une irrigation adéquate.

Fonctionnement du bassin de retenue

- L'eau s'écoule dans le champ par le drain ou le canal principal.
- Grâce à des dispositifs de contrôle tels que des vannes ou des déversoirs, le drain du champ est alimenté.
- L'eau est introduite dans le bassin de contrôle dans les ordres successifs de 1, 2, à 8 (Figure 6.2) en utilisant des spiles ou en ouvrant une brèche dans la ligne d'alimentation/drain.

- Lorsque la ligne d'alimentation est suffisamment grande, il est possible d'arroser deux ou plusieurs bassins de retenue en même temps.
- Une quantité suffisante d'eau est laissée dans le bassin de retenue et autorisée à s'infiltrer pour répondre aux besoins d'irrigation.

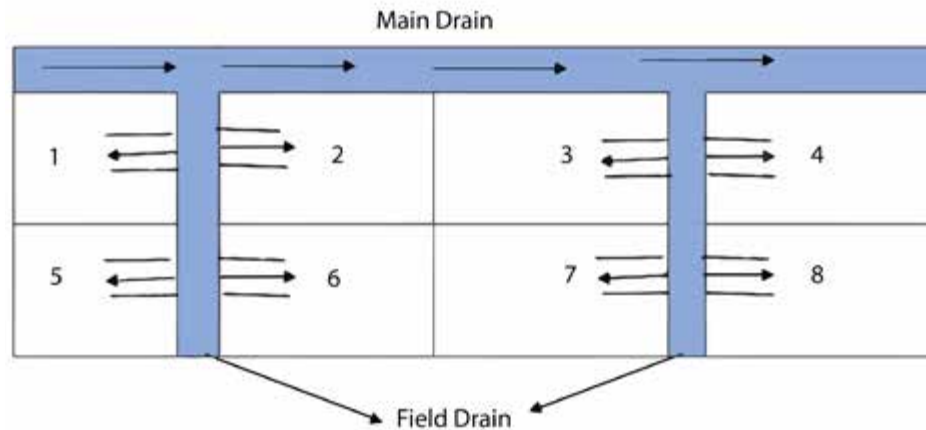


Figure 6.2: Disposition des bassins de retenue

Bassin de retenue avec canalisation avec vanne

- Dans un système pressurisé où une canalisation avec vanne est utilisée, un bassin de retenue peut recevoir l'eau directement du réseau de canalisations.
- Ce système où l'eau est transportée par des tuyaux s'est avéré réduire les pertes de transport de l'eau et a donné de bons résultats dans l'utilisation de l'irrigation par bassin de retenue pour la production de riz et de blé.
- Ce système est particulièrement adapté lorsque l'on utilise un puits tubulaire d'eau souterraine peu profonde avec une petite machine de pompage.

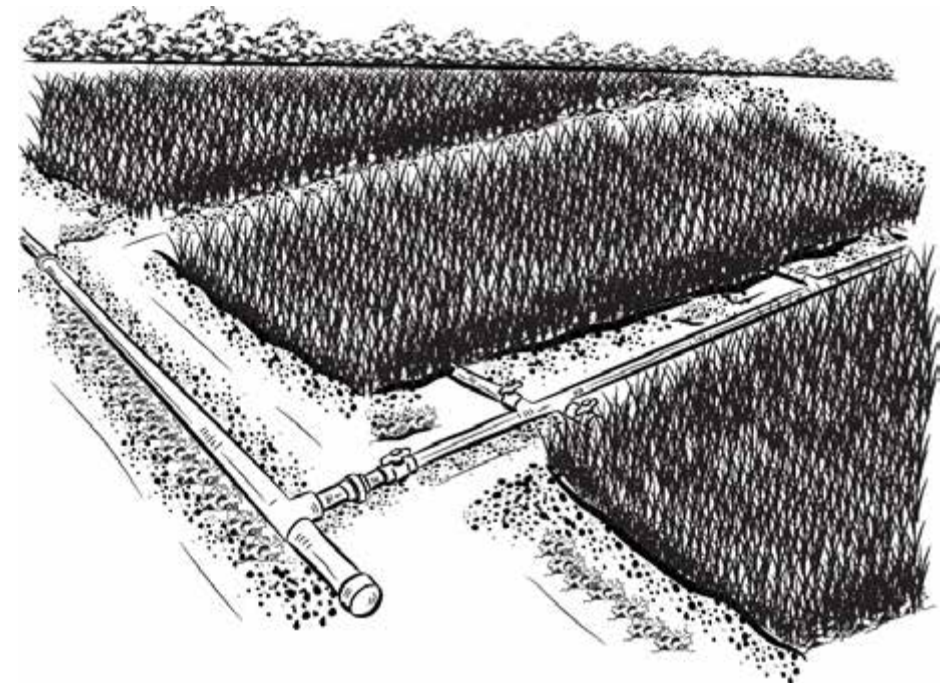


Figure 6.3 : Production de riz dans un bassin de retenue avec un réseau de canalisation d'eau

6.5 Irrigation Par Planches

Dans l'irrigation par planches, les bandes de délimitation sont des bandes de terre où l'eau d'irrigation s'écoule sur une pente descendante, généralement de forme rectangulaire. Les planches peuvent varier de 3 à 30 m de largeur et de 60 à 800 m de longueur. Elles sont séparées par des digues ou des levées parallèles. C'est cette plus grande longueur de la bande de délimitation qui la différencie du bassin ou du bassin de retenue. Cependant, l'hydraulique et les conditions pour une irrigation efficace sont presque les mêmes.

Domaine d'application

- Les bandes de délimitation sont très appropriées pour les cultures à croissance rapprochée comme la canne à sucre, l'herbe, les céréales et les cultures maraîchères.

- L'irrigation par planches avec des bandes de délimitation peuvent s'appliquer aux petites et moyennes exploitations agricoles en raison de la grande superficie/des brins.
- Elles peuvent être très utiles dans les systèmes d'irrigation où les petits exploitants ont accès à l'eau et se voient attribuer de grandes exploitations agricoles.

Fonctionnement des bandes de délimitation

- La figure 6.5 présente la disposition d'une bande de délimitation typique, tandis que le tableau 6.3 donne des indications sur la texture du sol, la taille du cours d'eau et la surface possible (longueur et largeur) appropriée pour une bande de délimitation.
- Normalement, l'eau est amenée sur la bande de délimitation depuis le canal par des prises d'eau qui peuvent être construites avec des vannes sur la paroi du canal ou, lorsque des canaux non revêtus sont utilisés, en faisant une ouverture temporaire dans la paroi du canal.
- Cette dernière solution n'est pas recommandée car elle affaiblit les parois du canal, ce qui entraîne une rupture facile. Un autre moyen utilisé dans le même but est l'insertion de courts tuyaux en PVC dans le canal à travers la paroi.
- Les tuyaux courts sont généralement équipés d'un embout, qui est retiré lorsque l'irrigation est pratiquée. Certains agriculteurs utilisent des tissus ou des feuilles de plastique pour fermer et ouvrir le tuyau.
- La méthode la plus appropriée pour amener l'eau du canal au champ, cependant, est l'utilisation de raies(FAO, 2002).

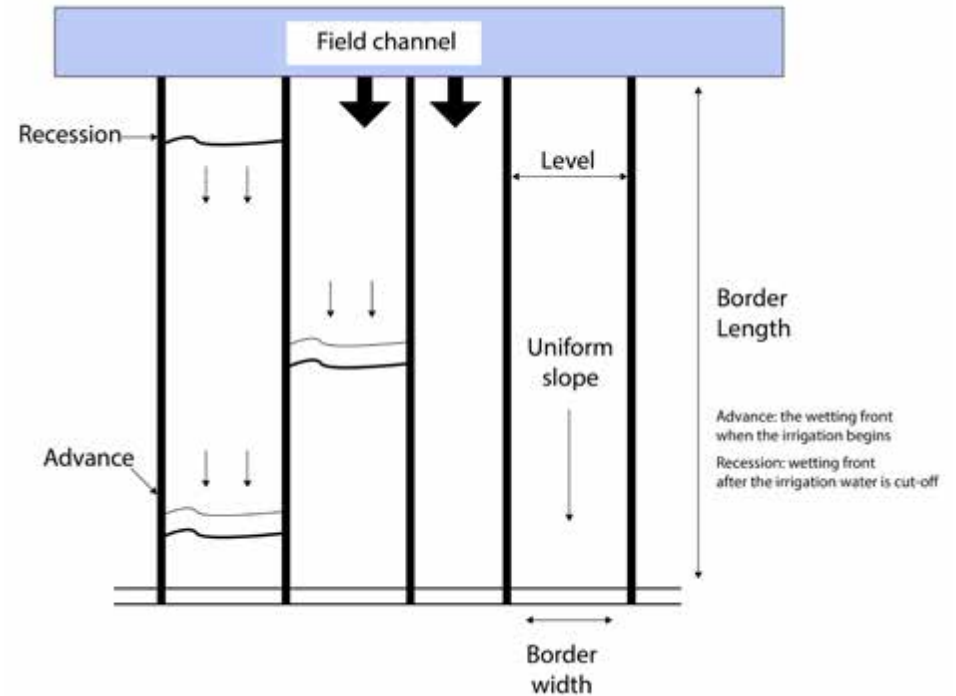


Figure 6.4: Disposition des bandes de délimitation

Tableau 6.3 : Pente, largeur et longueur approximatives pour la construction des bandes de délimitation (Source : FAO, 2002)

Type de sol	Pente	Profondeur de l'eau appliquée	débit (l/sec)	Largeur de la bande	Longueur de la bande
rugueux	0.25	50	240	15	150
		100	210	15	250
		150	180	15	400
	1	50	80	12	100
		100	70	12	150
		150	70	12	250
	2	50	35	10	60
		100	30	10	100
		150	30	10	200
moyen	0.25	50	210	15	250
		100	180	15	400
		150	100	15	400
	1	50	70	12	150
		100	70	12	300
		150	70	12	400
	2	50	30	10	100
		100	30	10	200
		150	30	10	300
Fin	0.25	50	120	15	400
		100	70	15	400
		150	40	15	400
	1	50	70	12	400
		100	35	12	400
		150	20	12	400
	2	50	30	10	400
		100	30	10	400
		150	20	10	400

6.6 Irrigation À La Raie

Un système d'irrigation à la raie est constitué de sillons et de billons. L'eau d'irrigation est acheminée par de petits canaux ou raies. L'eau d'irrigation est appliquée soit par dérivation depuis le canal du champ, soit par des siphons, des tuyaux à grille, des tuyaux ou des tuyaux en PVC construits avec contrôle. L'eau peut être détournée du canal du champ ou des tuyaux à grille. L'eau est progressivement absorbée par le sol et se répand latéralement pour mouiller la zone entre les raies. Tout comme pour le bassin et la bande de délimitation, l'irrigation à la raie dépend du type de sol, de la topographie, de la durée de l'irrigation (FAO, 2002).

L'irrigation à la raie est assez simple car aucune préparation supplémentaire du sol n'est nécessaire après la construction de la raie ou du billon pour la plantation des cultures. L'eau s'infiltré dans la raie au fur et à mesure que l'eau s'écoule le long de la pente.

Domaine d'application

- Les raies peuvent être utilisées sur la plupart des types de sol, bien que les sols sablonneux ne soient pas recommandés car les pertes par percolation seraient élevées en raison des taux d'infiltration élevés.
- La méthode convient mieux aux cultures en ligne telles que le maïs, les pommes de terre, les oignons, les tomates, etc.
- L'irrigation à la raie peut avoir une efficacité limitée. Lorsque la pente est élevée, le temps de contact pour l'infiltration sera très faible. Il existe également un risque d'érosion lorsque l'eau d'irrigation appliquée ou les précipitations sont importantes.
- La forme et la conception des raies dépendent du type de sol (figure 5.3). Le tableau 5.4 est un guide sur le choix du type de sol, de la pente et de la taille de la raie pour une série de taux d'application de l'irrigation. Cependant, une adaptation locale peut être nécessaire pour obtenir un taux d'application optimal.

Fonctionnement de l'irrigation à la raie

- Les raies peuvent être tracées à l'aide d'outils tirés par des animaux ou des tracteurs, tels que des charrues à billons ou à versoirs.

- La raie est construite le long de la pente. Il est le plus approprié dans le paysage avec des pentes douces (1 - 10%).
- Plus la pente est élevée, plus la possibilité d'érosion est grande si la taille du cours d'eau est également élevée.

Tableau 6.4 : Type de sol, pente et taille des ruisseaux pour la pratique de l'irrigation à la raie (Source FAO, 2002)

	Type de sol	Argile	Argile	Limn	Limn	Sable	Sable
		Besoin net d'irrigation en (mm)					
Pente de la raie	Taille du cours d'eau/raie						
0.0	3.0	50	75	50	75	50	75
0.1	3.0	100	150	60	90	30	45
0.2	2.5	120	170	90	125	45	60
0.3	2.0	130	180	110	150	60	95
0.5	1.2	150	200	130	170	75	110

6.6.1 Modèle D'application Efficace De L'eau Dans La Raie

Si la forme de la raie est correctement choisie et construite, la distribution de l'humidité dans la raie devrait être uniforme et couvrir suffisamment la zone des racines de la culture. La figure 5.6 illustre une répartition uniforme de l'humidité dans des raies bien espacées et correctement irriguées.

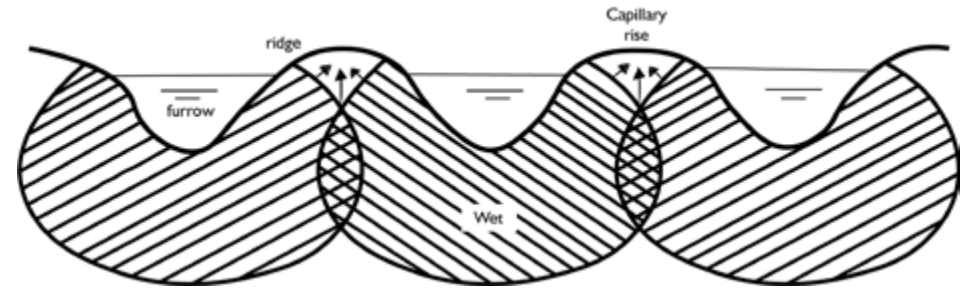
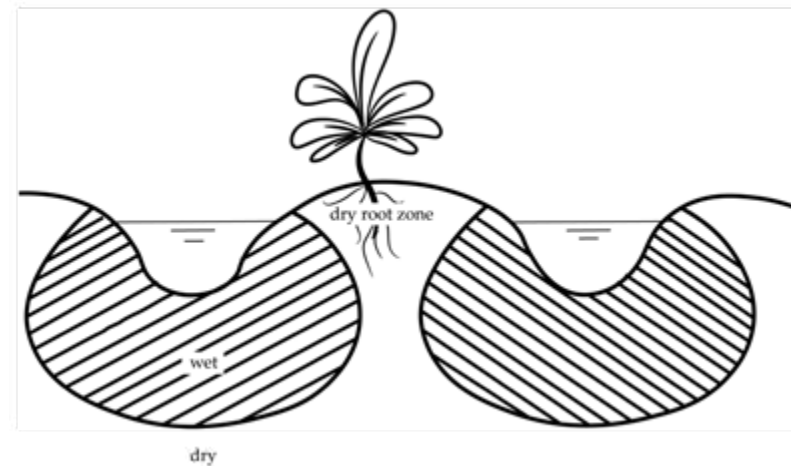
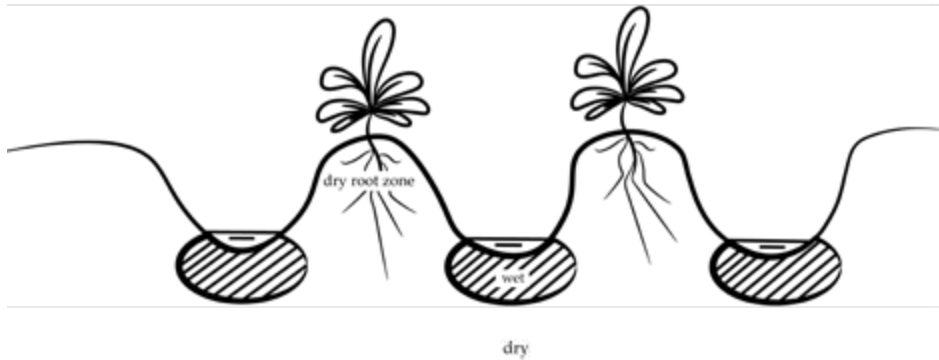


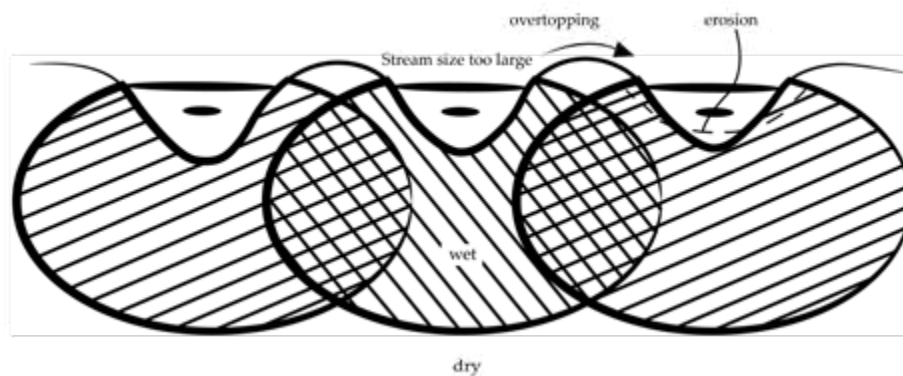
Figure 6.6 : Distribution idéale de l'humidité dans un raie (Source : FAO, 1985)
En revanche, la figure 6.7 montre trois (3) conditions principales qui montrent une mauvaise application de l'eau et une mauvaise répartition de l'humidité dans le système de raie.



The spacing between adjacent furrow is too wide



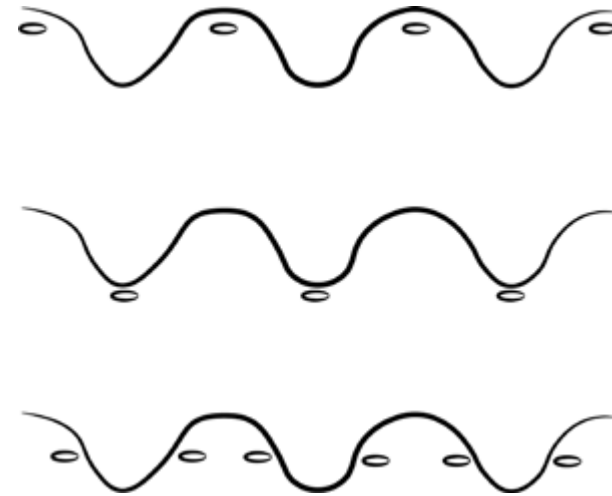
Stream size is too small to wet the ridge



The stream size is too large resulting in overtopping

6.6.2 Facteurs À Prendre En Considération Pour L'irrigation Des Raies.

Les positions de plantation dans les systèmes à raie peuvent être ajustées en fonction des considérations du champ, de la salinité de l'eau, des précipitations et du type de sol. Trois (3) positions de plantation potentielles basées sur les considérations ci-dessus ont été illustrées ci-dessous.



Source FAO, 1985

6.7 Fonctionnement Et Entretien

Les constructions d'irrigation de surface nécessitent un entretien régulier.

- Il est important de vérifier régulièrement les digues, d'identifier les défauts et de les réparer immédiatement avant que des dommages ne soient causés.
- Les digues (temporaires ou permanentes) sont sensibles à l'érosion qui peut être causée par les pluies, les inondations ou le passage de personnes lorsqu'elles sont utilisées comme sentiers.
- Les taupes creusent parfois des trous dans les parois des digues, ce qui peut provoquer la rupture des digues et l'érosion.
- Avant chaque saison de culture, il faut vérifier que les bassins restent de niveau.
- Pendant la pré-irrigation, on peut facilement voir où se trouvent les points hauts et les points bas ; il faut les aplanir. Il faut également veiller à ce que les canalisations des champs soient exemptes de mauvaises herbes et de dépôts de limon.
- L'irrigation de surface, si elle n'est pas bien conçue, peut souffrir de mauvais schémas de distribution de l'eau, de sous-irrigation ou de

sur-irrigation. Une autre contrainte est que, dans le cas de l'irrigation par bassin, un trop grand nombre de crêtes n'occupe pas seulement la terre mais entrave également d'autres opérations agronomiques ainsi que l'utilisation de machines.

Pour Plus D'informations

027E Irrigation de surface <https://www.youtube.com/watch?v=Ya5ikTKZgIo>

(consulté le 5 décembre, 2020)

Clause De Non-Responsabilité

La mention d'une marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module a pour but la formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est vivement regrettée.

La vidéo sur l'irrigation de surface provient de la chaîne YouTube Irrigation Toolbox.

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Nous regrettons vivement toute omission.

Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont une courtoisie de l'IWMI.

Bibliographie

Savva, A. P. & Frenken, K. (2002). Surface Irrigation systems. Planning, Design, Operation and Maintenance. FAO, 2002.

Irrigation Water Management: Irrigation Methods Training manual no 5. FAO, Rome, 1985

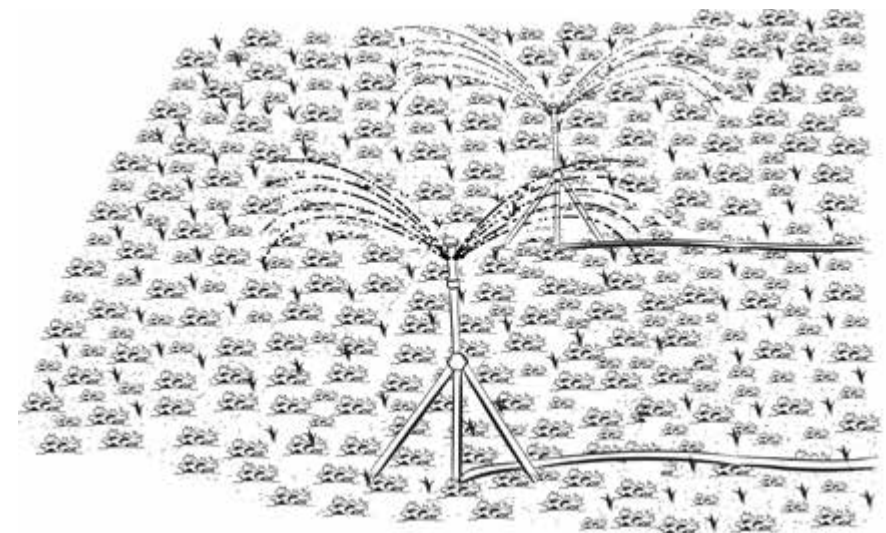
MODULE 7

Systemes D'irrigation Par Aspersion

Systèmes D'irrigation Par Aspersión

7.1 Technologie De L'irrigation Par Aspersión

L'irrigation par aspersion est une méthode d'irrigation où l'eau d'irrigation est appliquée d'une manière similaire aux précipitations naturelles. Elle imite les précipitations et combine l'utilisation de canalisations et de gicleurs, des dispositifs dotés d'orifices prédéterminés par lesquels l'eau est projetée sous pression. La différence fondamentale entre le système d'aspersion et l'irrigation de surface réside dans le fait qu'alors que dans l'irrigation de surface, la surface du champ est utilisée pour transporter l'eau à travers le champ, dans le système d'aspersion, l'eau d'irrigation est transportée par des tuyaux sous pression. L'énergie de la pompe est nécessaire pour obtenir le jet d'eau. Les différents types d'arroseurs sont généralement conçus pour fonctionner sous une pression spécifique et lorsque cette pression nominale n'est pas respectée, les performances des arroseurs sont réduites. Cependant, pour obtenir une bonne irrigation par aspersion, d'autres conditions doivent être prises en compte lors de la conception du système. Il s'agit notamment de la surface à irriguer au cours d'un épisode d'irrigation, du type de sol, du type de culture, de la topographie du paysage, de la distance à la source d'eau, de l'élévation du champ, des caractéristiques du vent et des sources d'énergie possibles pour le pompage. Les arroseurs existent en différentes capacités, diamètres et nombres de gicleurs, débits ou taux d'application et mécanismes de rotation. Ces paramètres doivent être correctement adaptés au type de sol et à la demande en eau des cultures pour garantir l'efficacité d'un système d'irrigation par aspersion. Ce module fournit un guide de fonctionnement de base pour l'utilisation de la technologie d'irrigation par aspersion dans le cadre d'un système de petite exploitation.



7.2 Avantages Potentiels

Lorsqu'elle est correctement conçue et exploitée, l'irrigation par aspersion donne une meilleure uniformité et peut se traduire par une efficacité d'irrigation supérieure à celle des pratiques d'irrigation de surface. L'irrigation par aspersion a de nombreuses applications dans la plupart des aménagements paysagers. Elle s'adapte aux petites et grandes exploitations si elle est bien conçue. Le système a une grande efficacité d'irrigation. La mise en œuvre de l'irrigation par aspersion permet de réduire les pertes d'eau d'irrigation dues à l'utilisation de canaux de transport, d'améliorer l'efficacité de l'application sur le terrain et de l'utiliser pour différentes cultures. Le système a une longue durée de vie. L'utilisation d'un système d'irrigation par aspersion correctement conçu, installé et utilisé permet d'économiser de l'eau d'irrigation par hectare par rapport à l'irrigation de surface tout en augmentant le rendement des cultures. Le tableau 6.1 est un exemple d'économie d'eau et d'augmentation du rendement lorsque des systèmes d'irrigation par aspersion sont utilisés.

Tableau 7.1 : Rendement et économie d'eau dans l'irrigation par aspersion en Inde (Source : INCID, 1998)

Culture	Économie d'eau %	Hausse du rendement %
Orge	56	16
Chou	40	3
Chou-fleur	35	12
Piment	33	24
Coton	36	50
Arachide	20	40
Maïs	41	36
Oignon	33	23
Pomme de terre	46	4
Blé	35	24

Le système d'aspersion présente plus d'avantages. Il remplace les canalisations des champs par des tuyaux d'alimentation qui sont beaucoup plus faciles à utiliser et à entretenir. L'irrigation par aspersion permet

souvent de réduire les travaux d'aménagement du terrain (par exemple, le nivellement du terrain) qui sont nécessaires pour l'irrigation de surface. L'utilisation efficace de l'eau permet également de réduire les coûts liés aux besoins bruts en eau, notamment lorsque les agriculteurs doivent payer l'eau d'irrigation.

7.3 Domaines D'application

L'irrigation par aspersion a des conceptions très variées avec des spécifications de fabricants différentes.

- Les systèmes d'irrigation par aspersion s'appliquent à un large éventail de cultures, en particulier les cultures arables qui sont cultivées en étroite collaboration, comme les céréales, les légumineuses, le blé, la canne à sucre, l'arachide, le coton, les légumes, les fruits, les fleurs, les épices et les condiments.
- Ils s'adaptent à différents types de sol ; toutefois, les taux d'infiltration du sol doivent guider le choix du type d'arroseur. Le taux d'application de l'arroseur ne doit pas dépasser la capacité d'infiltration du sol pour éviter l'augmentation du ruissellement et une éventuelle érosion du champ.
- Avec le bon arroseur, on peut l'utiliser dans une pépinière, pour la production de semis, dans des serres et dans de grands champs.
- Avec l'augmentation de la taille des champs, la topographie difficile, la distance de la source d'eau et la pauvreté du sol, une plus grande technicité est nécessaire dans la conception et l'installation des systèmes d'arrosage.

7.4 Investissement Et Coûts

L'investissement dans un équipement d'irrigation par aspersion, s'il est correctement entretenu, peut être utilisé pendant plus de 20 ans. Les coûts d'investissement d'un système d'arrosage par aspersion se situent entre 5 000 et 8 000/ha pour un système d'arrosage conventionnel avec des conduites principales et latérales en aluminium, même si le coût peut être inférieur avec des conduites en PEHD ou en PVC. Le coût opérationnel, cependant, peut être élevé en raison de l'énergie nécessaire

au fonctionnement de la pompe pour atteindre la pression requise. Les besoins en main d'œuvre - pour le déplacement des canalisations latérales et des colonnes montantes - sont une autre considération majeure, en particulier lorsque le système d'arrosage n'est pas un ensemble solide - où les canalisations principales, les canalisations latérales et les colonnes montantes avec arroseur sont dans une position permanente sur le terrain.

7.5 Conception Et Installation

Pour qu'une méthode d'irrigation par aspersion soit efficace au stade de la planification, l'irrigant/agriculteur doit disposer d'informations de base qui lui permettront de prendre des décisions sur la capacité du système. Les informations de base requises pour l'installation d'un système d'irrigation par aspersion sont les suivantes:

7.5.1 Surface Irriguée

La superficie à irriguer à un moment donné doit être connue. Plus la surface à irriguer est grande (par cycle d'irrigation), plus l'investissement est important en termes de tuyaux d'arrosage, de latéraux et de capacité de pompage. Cependant, le champ peut être divisé en parcelles de plus petite superficie, tandis que le système de canalisation est conçu pour permettre la connexion de latéraux d'arrosage pour l'irrigation d'autres parcelles. Les parcelles doivent être de dimensions similaires dans la mesure du possible, de sorte que le déplacement des arroseurs pour irriguer la parcelle suivante ne nécessite que peu d'ajustements.

La figure 7.1 est un exemple de la façon dont un champ peut être divisé en plusieurs parcelles. Selon la source d'eau et la station de pompage disponible, la ligne principale peut être posée soit au milieu du champ, soit à la limite. Une conduite secondaire peut être nécessaire si les parcelles sont grandes.

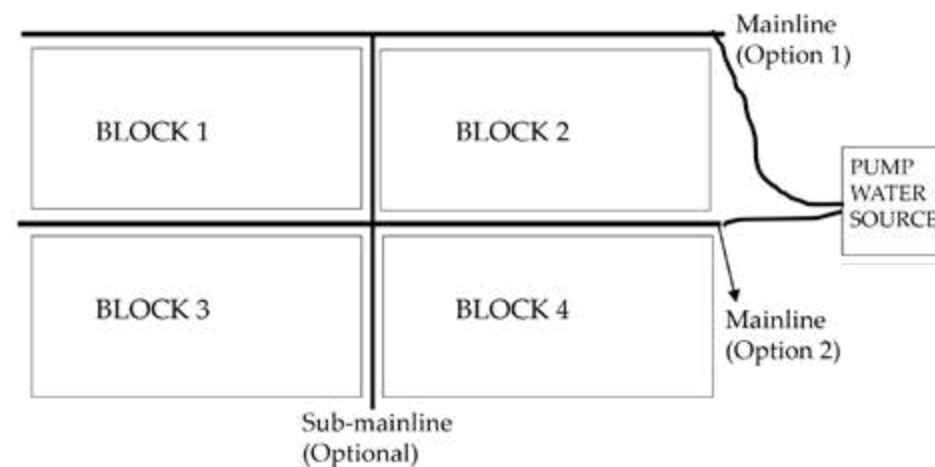




Figure 7.1: Partitionnement d'un champ en parcelles

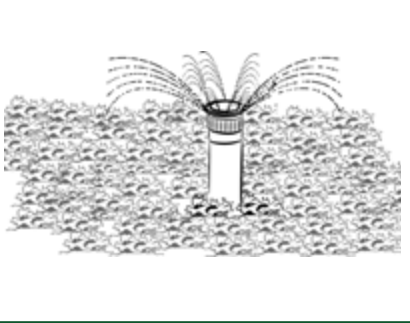
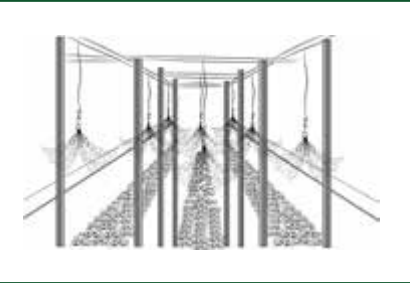

Le volume d'eau dont vous aurez besoin pendant le cycle de vie de la culture doit être évalué en fonction de la surface totale à cultiver.

7.5.2 Description Des Composants Du Système D'arrosage Arroseurs

Un arroseur est un dispositif utilisé pour pulvériser de l'eau sous pression. Selon la conception, la taille du jet ou de la goutte peut être brumeuse, fine ou grossière. La surface couverte à un moment donné, qui est généralement en forme de cercle, est appelée le diamètre mouillé. L'arroseur approprié doit être choisi en fonction du type de culture, des caractéristiques de la texture du sol, des conditions météorologiques, notamment la direction et la vitesse du vent.

Tableau 7.2 : Descriptions des différents types d'arroseurs pour l'irrigation

types d'arroseurs	Descriptions	Application possible	Image
Arroseur à impact	<ul style="list-style-type: none"> La tête de l'arroseur est entraînée dans un mouvement circulaire par la force de l'eau qui sort. Elle tourne à 360° et le débit est fonction du diamètre de la buse Elle est équipée de buses simples ou doubles. Nécessite une pression élevée pour un fonctionnement efficace. 	<ul style="list-style-type: none"> Applicable à la plupart des cultures et à la plupart des types de sol. Il doit être monté sur une colonne montante qui doit se trouver au-dessus ou à proximité de la hauteur la plus élevée du feuillage de la culture irriguée. Il peut être facilement monté sur une colonne montante mobile et utilisé seul pour une petite zone ou en plusieurs fois. 	 <p>Palier : 1/2» NPT mâle, laiton Palier : 1/2» NPT mâle, laiton Angle de trajectoire : 23 degrés Portée de fonctionnement : 20-80 psi (1.4-5.5 bar) Débit : 1,56-6,35 gpm (0,35-1,44 m3/h) Rayon: 10,8-14,2 m (35-46 ft.) Port de la buse : 1/4" femelle NPT</p>
Pistolet de pulvérisation ou arroseur à canon	<ul style="list-style-type: none"> Pistolet de pulvérisation ou arroseur à canon Il s'agit d'un modèle plus grand que l'arroseur à impact. Il offre une longue portée et est utile pour une grande couverture à la fois. Il nécessite une énergie/pression élevée. Il est monté sur un trépied ou sur certains modèles et est livré avec un système autopropulsé et un tuyau mobile. 	<ul style="list-style-type: none"> S'applique surtout aux céréales et aux autres cultures dont la hauteur des plantes est élevée, par exemple les vergers et les céréales. Utile lorsque des latéraux limités sont prévus. Facile à raccorder à une borne-fontaine et à déplacer 	

types d'arroseurs	Descriptions	Application possible	Image
Arroseur escamotable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cet arroseur s'ouvre lorsqu'il est sous pression et se ferme lorsqu'il n'est pas en fonctionnement. ▪ Il est fourni avec des dispositifs permettant de régler le type de rotation (360°, 180°, 50°). ▪ Il nécessite une pression pour fonctionner efficacement. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le plus approprié pour les pelouses, les cultures rapprochées, les cultures à faible hauteur, les légumes et les pépinières. ▪ Le diamètre mouillé n'est pas élevé. ▪ Il est facile à gérer dans les petites zones irriguées. 	
Micro-arroseur suspendu/ brouillard	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il s'agit d'un arroseur à très faible débit. ▪ Le débit se présente comme une brume ou un brouillard. ▪ Il nécessite une faible pression. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utile là où une forte application d'eau n'est pas nécessaire. ▪ Approprié dans les pépinières et les serres de production. ▪ Pour le conditionnement de la température et de l'humidité. 	
Tube de pulvérisation ou arroseur de pluie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cet arroseur se présente sous la forme d'un tube perforé de taille prédéfinie, avec généralement 3 trous par point espacés de 25 cm. ▪ L'eau est pulvérisée par les trous du tube lorsqu'il est actionné sous pression. ▪ Le tube est connecté à la ligne principale et les lignes sont espacées de 2m pour assurer une bonne couverture lors de l'utilisation. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilisable pour les légumes, les cultures sur lit et les cultures de proximité. ▪ Convient lorsque le sol peut supporter un taux d'application élevé. ▪ Nécessite de l'eau propre, non turbide et ne dissout pas les solides. 	

7.5.3 Les Caractéristiques À Rechercher Dans Votre Arroseur

- Taux et modèle de jet : Comme le montre le tableau 7.2, les arroseurs existent en différents modèles et débits qui sont déterminés par la taille et le nombre de buses et la pression de fonctionnement.
- Taille des gouttes : brume ou brouillard, petites ou grosses, différents arroseurs produisent des gouttes de tailles différentes.
- Pression de fonctionnement : la pression de fonctionnement doit être maintenue pour que les arroseurs donnent des performances maximales. Il est également important de réduire l'effet du vent.

Les pistolets d'arrosage et les arroseurs à impact peuvent nécessiter jusqu'à 2-4 bars, tandis que les micro-arroseurs et les tubes d'arrosage requièrent 2-3 bars de pression. La fluctuation et l'inadéquation de la pression de fonctionnement réduisent l'efficacité de l'application de l'irrigation.

- Le diamètre mouillé ou le rayon du jet :
- Le type de rotation (cercle complet, 360°, 270° ou 180°)
- Le matériau de fabrication (plastique, métaux - laiton ou argent). Cela peut suggérer la *durabilité*.

7.5.4 Système De Canalisation De L'eau

Les tuyaux et les flexibles sont les principaux matériaux de canalisation de l'irrigation par aspersion. Les tuyaux peuvent être en aluminium, en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en polychlorure de vinyle (PVC). Ces matériaux sont les tuyaux les plus couramment utilisés sur le terrain. Dans les pépinières et les serres où des micro-asperseurs sont nécessaires, ces matériaux de tuyaux peuvent être utilisés à haute pression. Des tuyaux appropriés et des tuyaux traînants peuvent également être utilisés pour les micro-asperseurs et les arroseurs à canon. La capacité d'investissement, le type de régime foncier, la culture et les méthodes d'irrigation par aspersion sont parmi les principaux éléments à prendre en compte dans le choix du type de matériaux de canalisation. (Voir Module 4).

7.5.5 Méthodes D'aménagement

Le plan d'irrigation par aspersion comprend généralement une ligne principale, une ligne secondaire (facultative), des latéraux et des colonnes montantes.

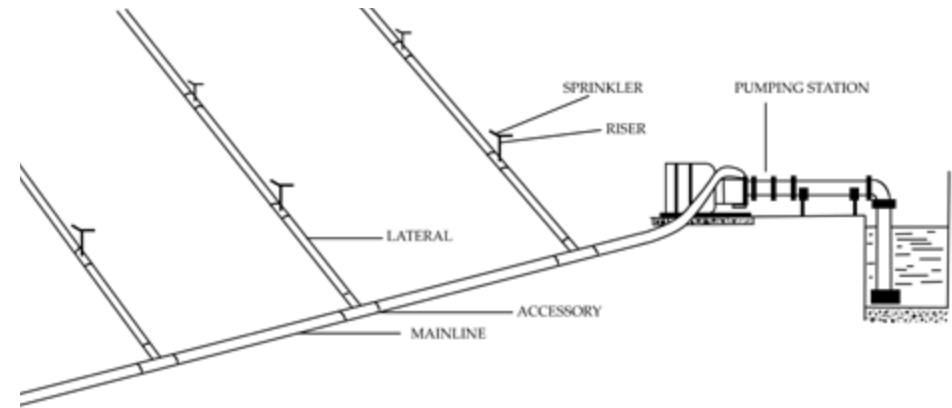


Figure 7.2: Différents composants du système d'arrosage (Source: FAO, 1985)

Ligne principale : Les tuyaux de canalisation acheminent l'eau directement depuis la pompe

Ligne secondaire principale : Dans les champs de grande taille, une sous-canalisation achemine l'eau de la canalisation principale vers un bloc/sous-zone où la canalisation latérale peut être connectée au champ. Le latéral peut être connecté à la colonne montante de l'arroseur dans le champ.

Latéraux : Il s'agit de la conduite d'eau qui se raccorde aux colonnes montantes ou directement aux têtes d'arrosage. L'embranchement peut être constitué d'un tuyau en PEHD ou en PVC ou d'un tuyau flexible.

Ensemble solide : La canalisation principale est enterrée et des bornes fontaines sont installées pour le raccordement des canalisations secondaires qui sortent de la canalisation enterrée. Les latéraux et les colonnes montantes sont tous en place et ne sont pas déplacés vers d'autres parties du champ pendant la saison d'irrigation.

Ensemble semi-solide : La canalisation principale est enterrée avec des bornes fontaines pour le raccordement des latéraux. Mais les latéraux, les tuyaux et les colonnes montantes sont mobiles et peuvent être déplacés vers une autre parcelle.

Ensemble mobile : Dans ce cas, la canalisation principale et les bornes fontaines ne sont pas enterrées. Les latéraux et les colonnes montantes

peuvent être déplacés vers d'autres parties du champ. À la fin de la saison d'irrigation, tous les composants sont retirés pour être rangés en toute sécurité.

7.5.6 Dispositions D'espacement Pour Les Arroseurs Sélectionnés

L'eau distribuée par un seul arroseur peut ne pas être répartie uniformément sur une zone. Pour garantir des précipitations uniformes sur toute la surface irriguée, les arroseurs sont toujours placés de manière à se chevaucher dans les deux sens. Ce placement ou cette disposition des arroseurs est appelé l'espacement des arroseurs (figure 7.3).

Les arroseurs sont montés sur les lignes latérales à un espacement égal entre 6 et 18 mètres. Les lignes latérales sont également espacées à des intervalles spécifiques de 6m et 18m. L'espacement des arroseurs le long des lignes latérales est appelé S_l et l'espacement entre deux lignes est appelé S_m . Le schéma d'espacement peut être carré, rectangulaire ou triangulaire. Si $S_l = S_m$, par exemple, 6m x 6m signifie que les latéraux sont espacés de 6m tandis que les colonnes montantes des sprinklers sont montées sur le latéral à 6m. L'espacement peut également être de 8m x 8m ou de 12m x 12m.

Le choix de l'espacement dépend du diamètre mouillé de l'arroseur et des caractéristiques du vent sur le terrain. Pour obtenir une bonne répartition, une bonne uniformité et un bon chevauchement, l'espacement des arroseurs (S_m) ne doit pas dépasser 65 % de la couverture du diamètre mouillé de l'arroseur dans des conditions de vent léger à modéré dans les configurations carrées et rectangulaires. Une fois S_l et S_m déterminés, le nombre d'arroseurs sur un latéral peut être déterminé en fonction de la longueur du champ/de la parcelle et de l'espacement des arroseurs sur chaque latéral, S_l .

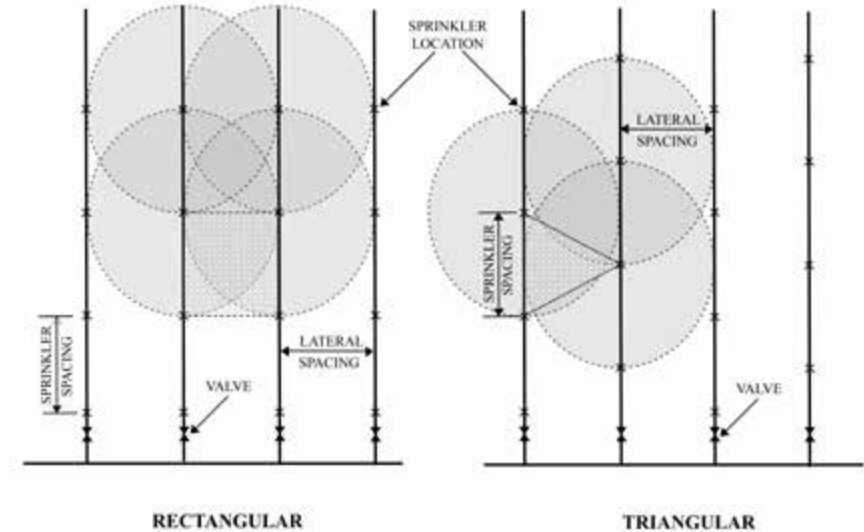


Figure 7.3: Disposition des arroseurs en configuration rectangulaire ou triangulaire

Source: Stephanie and Andrew, 2014

Dans la configuration triangulaire, l'espacement peut être étendu jusqu'à 70 % de la couverture du diamètre. En cas de vent fort, l'espacement peut être réduit jusqu'à 50 pour cent de la couverture du diamètre et la direction latérale perpendiculaire à la direction du vent. Si la vitesse du vent est supérieure à 3,5 m/s, l'arrosage n'est pas recommandé.

ii. Pistolet de pulvérisation ou arroseur à canon

- Les Pistolet de pulvérisation ou arroseur à canon montés sur trépied sont conçus pour réduire le nombre et le mouvement des latéraux qui nécessitent souvent une main-d'œuvre importante. Ces types d'arroseurs sont développés pour améliorer le système conventionnel de latéraux de tuyaux déplacés à la main.
- Les Pistolet de pulvérisation ou arroseur à canon utilisent des arroseurs géants fonctionnant à haute pression avec des diamètres mouillés compris entre 20 et 90 mètres, voire plus.

- Le diamètre mouillé dépend généralement des spécifications du fabricant.
- Le trépied de l'arroseur est positionné à un espace pouvant atteindre la moitié du diamètre mouillé, de sorte que le jet puisse couvrir jusqu'au périmètre mouillé.
- Le vent peut affecter de manière significative la portée et l'efficacité des arroseurs à canon.
- Pour tenir compte du vent, selon la force du vent, il faut considérer entre 60 et 80% du périmètre mouillé.
- Les arroseurs, montés sur des trépieds, ne sont pas fixés directement sur les tuyaux latéraux mais reliés à ceux-ci par des tuyaux flexibles en PE de 20-25 mm de diamètre et jusqu'à 30 m de longueur.

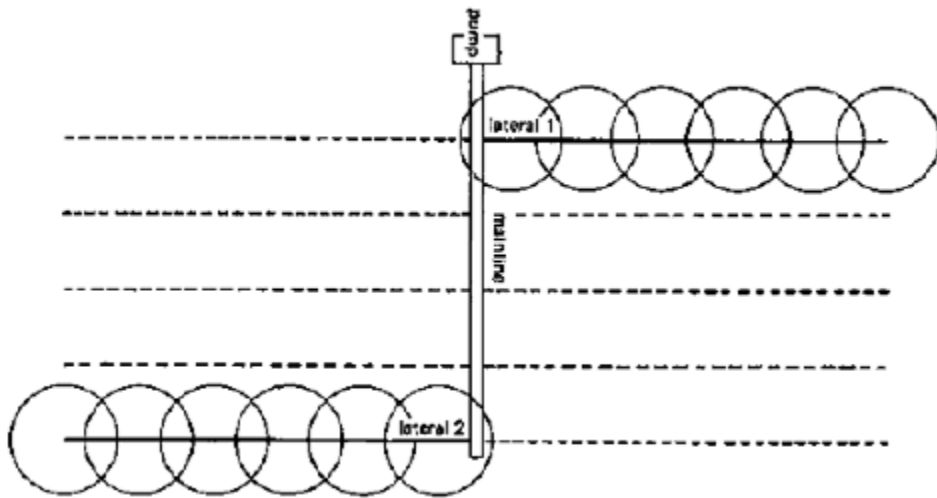


Figure 7.4: Exemple d'installation d'un arroseur à canon

iii. Tube de pulvérisation ou arroseur de pluie

Le tube de pluie ou tuyau de pluie est une invention récente. Il s'agit d'un tuyau flexible de 40 mm de diamètre avec 3 trous pré-perforés espacés d'environ 25 cm sur la partie supérieure du tube. Le tube de pluie est livré en rouleau de 100m pour certaines marques. Il est installé à travers

un raccordement à la ligne principale. Chaque ligne de tuyau de pluie est espacée de 2m sur la ligne principale (voir le module 4 pour l'installation des tuyaux de canalisation).

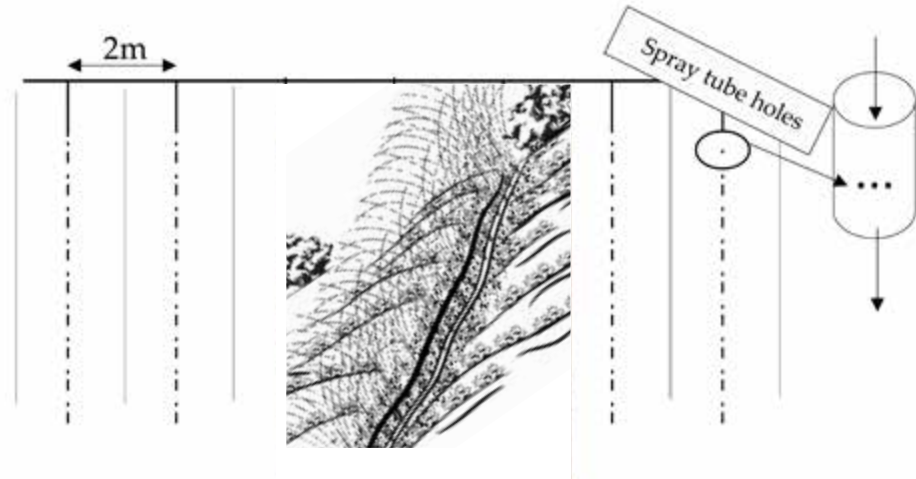


Figure 6.4: Installation des arroseurs de pluie

La longueur du tuyau de pluie est déterminée par la largeur du champ à irriguer. Ainsi, le rouleau de 100m est coupé à la longueur préférée en fonction de la taille du champ.

7.6 Guide D'installation

Etape 1:



- Décidez du type de système d'arrosage le plus approprié pour la culture et le type de sol à irriguer. Ceci est basé sur différents facteurs discutés précédemment et sur le niveau d'investissement.
- Décidez du matériel nécessaire à la canalisation de l'eau
 - OPTION 1: tuyaux de canalisation préfabriqués à base d'aluminium. Ils sont achetés et simplement posés en suivant les liens d'accouplement fournis.
 - OPTION 2: Système de canalisation assemblé en HDPE/ PVC (Module 4)

Etape 2

- Suivez les principes du système de canalisation du Module 4.
- Déterminez le type d'arroseur (tenez compte des 3 types d'arroseurs décrits ci-dessus), la capacité de décharge et les taux d'application (Tableau 6.2).
- Déterminez la taille des tuyaux pour la conduite principale et les conduites secondaires.
- Déterminez le nombre de latéraux en fonction de l'espacement latéral et de l'espacement des arroseurs choisis.
- Posez des tuyaux en PEHD ou en PVC sur la canalisation principale, les canalisations latérales et les colonnes montantes.
- Suivez la capacité de la pompe en utilisant le guide du module 2.

Etape 3

- Si vous choisissez un arroseur à canon pulvérisateur
- Déterminez l'espacement des latéraux
- Déterminez l'espacement des bornes fontaines sur la conduite principale ou secondaire.
- Connectez-vous au trépied de l'arroseur

Étape 4

- Raccordez la conduite principale à la pompe
- Assurez-vous que les vannes installées sont ouvertes
- Lors du premier fonctionnement de la pompe, rincez le système en ouvrant les extrémités latérales afin de forcer tous les débris présents dans la ligne à sortir.
- Fermez les extrémités latérales, mettez la pompe en marche et observez les performances de l'arroseur.
- Observez la performance des arroseurs, la décharge, la projection et la rotation.
- Observez l'uniformité

7.7 Fonctionnement Et Entretien

- Veillez à faire fonctionner la pompe de manière optimale pour obtenir la pression nécessaire aux arroseurs.
- L'entretien de la pompe est très important - vérifiez l'huile, le carburant et les performances générales.
- Les sédiments et les débris ne doivent pas pénétrer dans le système de tuyauterie. Cela peut nuire aux arroseurs et aux performances globales de l'irrigation.
- Veillez à ce que les tuyaux soient bien protégés contre les équipements de travaux du sol et le chapardage.
- Emballez tous les arroseurs et les tuyaux après les opérations de la saison et gardez-les au sec, en sécurité et en sûreté.

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module a pour but la formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de manière appropriée. Toute omission est vivement regrettée.

Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont une courtoisie de l'IWMI. Les arroseurs proviennent de Jain Irrigation et de Jai Agrotech Agency

Bibliographie Et Autres Ouvrages De Référence

Food and Agricultural Organization (1985). Irrigation Water Management: Irrigation Methods. Manual 5. Rome Italy.

Stephanie, T. & Andrew, P. (2014). B.C. Sprinkler Irrigation Manual (2014). Ed. Ted W. Gulik, British Columbia, Ministry of Agriculture.

Sprinkler Irrigation in India (1998). Indian National Committee on Irrigation and Drainage. Sprinkler Irrigation in India. INCID, New Delhi

Phocaidés, A. (2007). Handbook on Pressurized Irrigation Techniques. Second Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2007

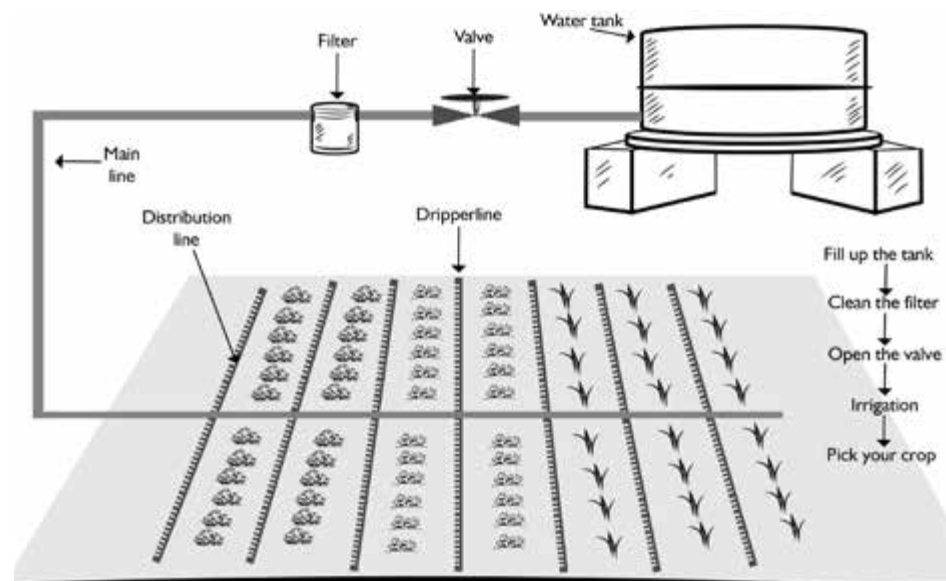
MODULE 8

Systemes D'Irrigation Par Goutte À Goutte

Systèmes D'Irrigation Par Goutte À Goutte

8.1 Pratiques D'irrigation Goutte À Goutte

L'irrigation goutte à goutte est une méthode par laquelle l'eau est appliquée directement sur la culture lentement à une vitesse prédéterminée. Il s'agit d'un système à basse pression qui utilise des dispositifs appelés goutteurs ou émetteurs installés à des points spécifiques le long des conduites d'eau ou des lignes d'égouttement. L'agencement des goutteurs suit l'espacement des plantations et les peuplements de culture. La conception de l'irrigation goutte à goutte est de permettre l'irrigation des zones de racines de la culture. L'eau est amenée en gouttes ou en ruissellements en continu de manière à maintenir la zone racinaire humide. L'eau est distribuée aux zones racinaires et non directement à d'autres zones en dehors de la zone d'intérêt. C'est pourquoi l'irrigation goutte-à-goutte donne la plus grande efficacité d'utilisation de l'eau par rapport aux autres pratiques d'irrigation. Un système d'égouttement bien conçu et géré peut donner jusqu'à 95% d'efficacité d'irrigation. En effet, il n'y a pratiquement pas de perte d'eau dans un moyen de transport ; une perte d'eau très réduite par évaporation du sol et une distribution efficace de l'eau aux cultures, ce qui garantit également une utilisation élevée de l'eau des cultures.



Source : NETAFIM

8.2 Avantages Potentiels

L'irrigation goutte à goutte est la méthode d'irrigation la plus avancée avec la plus grande efficacité d'application d'irrigation. L'eau est distribuée sur une longue période, par exemple pendant plusieurs heures - probablement jusqu'à un jour - par temps chaud. Le milieu de culture autour de la zone racinaire est irrigué directement par mouillage vertical par gravité et latéralement par capillarité. Le système d'égouttement fonctionne sous très basse pression, ce qui réduit la demande d'énergie dans le système. Au Kenya, un système d'irrigation goutte-à-goutte à petite échelle et peu coûteux a produit 2,8 fois le rendement des tomates tout en n'utilisant que 45 % de l'eau traditionnellement utilisée à la main. En Tanzanie, l'irrigation goutte à goutte a fourni un rendement en thé quatre fois plus élevé que celui du thé non irrigué. De même, au Soudan, l'irrigation goutte à goutte a permis d'économiser l'eau d'irrigation de 60 % et d'augmenter le rendement en oignons de 40 % par rapport à l'irrigation de surface (Rodolfo, 2015).

8.3 Domaine D'Application

L'irrigation goutte-à-goutte s'applique à différents sols et peut s'adapter à une large gamme de topographie, des terres plates aux pentes abruptes. Le système peut être utilisé pour cultiver différents types de cultures. Il convient particulièrement aux cultures en rangs et notamment aux cultures maraîchères, céréalières et arboricoles. Un système de goutte à goutte est bien adapté aux cultures cultivées sur des lits. Toutefois, d'autres facteurs tels que le coût et les avantages peuvent limiter l'application du système de goutte-à-goutte pour toutes les cultures.

L'irrigation goutte à goutte nécessite certaines conditions pour atteindre une productivité élevée :

- **Eau de bonne qualité** : De l'eau de bonne qualité avec des sédiments extrêmement faibles ou inexistant, des solides dissous, une salinité et une non-acidification sont nécessaires. Une forme de prétraitement, comme des filtrations ou une correction du pH de l'eau avant utilisation, peut être nécessaire pour éliminer les obstacles.
- **Caractéristiques du sol** : La nature générale du sol et ses caractéristiques peuvent avoir une incidence sur la distribution de l'eau et la performance des cultures. Les sols argileux lourds ou graveleux ne conviennent pas à un système goutte-à-goutte. Les sols à texture moyenne comme le loam sableux, l'argile sableuse, le loam limoneux, le loam argileux, etc., sont les mieux adaptés aux pratiques d'irrigation goutte à goutte.
- **Engagement envers les meilleures pratiques de gestion**. À petite échelle, l'irrigation goutte à goutte ne nécessite pas de techniques d'entretien étendues et compliquées. Les besoins d'exploitation, de gestion et d'entretien augmentent avec l'hectare. Par exemple, la qualité de l'eau joue un rôle crucial dans la productivité du système de goutte à goutte et si le système est généralement combiné avec un engrais (fertigation), le niveau de technicité nécessite des augmentations.

8.4 Besoin D'Investissement

L'irrigation goutte-à-goutte comprend différents composants et peut être appliquée à n'importe quelle échelle - du seau goutte à goutte et famille

goutte à goutte Kits aux grandes fermes d'irrigation goutte à goutte couvrant plusieurs hectares. Ainsi, l'investissement dépend de l'échelle des exploitations d'irrigation, des instruments et d'autres installations pour améliorer l'efficacité des systèmes. Dans le cas d'un système de petits exploitants utilisant les trousseaux de goutte à goutte à godets et les trousseaux familiales de goutte à goutte couvrant environ 100 à 500 m², le coût peut varier de 50 à 300 \$US (FAO, 2014). Cela peut ne pas inclure le développement de sources d'eau, c.-à-d. la construction de puits ou d'installations de pompage et de réservoirs de stockage qui doivent habituellement être soulevés de 1 à 2 m. Les systèmes commerciaux de goutte à goutte coûtent entre 8 000 et 10 000 \$US/ha, et les coûts énergétiques sont estimés entre 500 et 700 \$US/ha, ce qui signifie que les coûts d'investissement par hectare sont considérables. L'investissement pour un seau ou un système d'irrigation goutte à goutte familial est considérable. Même si les coûts d'un goutte-à-goutte à seau (50 \$US) et d'un goutte-à-goutte familial (300 \$US) sont relativement modestes, la superficie couverte est assez petite (50-250 m²). Les coûts de main-d'œuvre pour remplir régulièrement le seau et le réservoir d'eau sont assez importants et estimés à 500-700 \$ US/ha (FAO, 2014).

Un avantage majeur de l'investissement dans un système goutte à goutte est l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la certitude d'une utilisation élevée des nutriments appliqués, ce qui entraîne une amélioration significative de l'eau et de la productivité économique. Dans le cadre de la planification et de la décision d'investir, on s'attend toujours à ce qu'une bonne analyse de faisabilité et de marché soit effectuée pour s'assurer que le choix des cultures à irriguer sera en mesure de rembourser l'investissement sur une période raisonnable.

8.5 Conception Et Installations

8.5.1. Matériaux et composants du système goutte à goutte


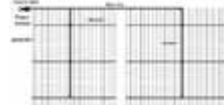

Selon l'échelle de fonctionnement, certains éléments sont requis tandis que d'autres sont facultatifs. Cependant, chaque système goutte-à-goutte à petite échelle a les caractéristiques suivantes :

- Source d'eau
- Réservoir de stockage surélevé (1 - 2m) ou système de pompe pour maintenir la pression du système (< 1,0 bar)
- Canalisation principale d'alimentation en eau
- Lignes latérales ou goutte à goutte
- Émetteurs/goutteurs
- Bouchons d'extrémité
- Valves (de types différents)



Kits d'égouttage préemballés

Il existe de petits systèmes préemballés conçus pour des zones de terrain prédéterminées. Habituellement, les troussees préemballées/conçues sont fournies avec des composants/matériaux d'irrigation goutte à goutte pour la zone spécifiée, par exemple 100 m², 250 m² ; 500 m² ou jusqu'à 2000 m². Le tableau 8.1 illustre les composantes d'un système d'irrigation goutte à goutte. Les plus petits de ces kits de goutte-à-goutte préemballés habituellement installés dans des zones d'environ 100 à 250 m² sont décrits comme le système de goutte-à-goutte familial. Lorsqu'un système d'égouttement est prévu pour la zone située au-delà de ces emballages ou de plus d'un acre (4000m²), des composants spécifiques peuvent être requis au-delà de ce que les fabricants de la famille de systèmes d'égouttement offerts dans un emballage type. Il faut toutefois noter qu'un certain niveau de compétences techniques est requis à cette échelle pour concevoir et coupler adéquatement ces composantes, élaborer un régime d'entretien et assurer une productivité élevée du système. Certains fournisseurs d'équipement d'irrigation peuvent également fournir des services d'installation et d'après-vente pour des installations situées dans une zone plus vaste que les systèmes préemballés.

Tableau 8.1 : Différents composants d'un système d'irrigation goutte à goutte

Composants	Description et utilisations	Images
Composants de base		
Source d'eau	Les sources d'eau goutte à goutte peuvent provenir des eaux de surface, des eaux souterraines ou des étangs. Cependant, les systèmes goutte à goutte nécessitent une eau de haute qualité sans solides dissous, ni turbidité, ni couleur ou salinité. Le pH doit être neutre.	
Réservoir de stockage surélevé (1 - 2m)	Réservoir de stockage - Tambour (200lit) - Réservoir en PVC (1000 - 5000litres) La hauteur du support de 1-2m (ou jusqu'à 3m avec la hauteur du réservoir) peut produire jusqu'à 0,2 - 0,3bar. Suffisant pour une petite surface.	
Canalisation principale d'alimentation en eau	Tuyau d'alimentation en eau du réservoir ou de la pompe (pour les systèmes plus grands). La taille est déterminée en fonction de la taille du champ	
Sous-ligne principale	Une ligne secondaire à partir de la ligne principale. Il alimente les lignes latérales.	
Lignes latérales ou goutte à goutte	Des conduites latérales alimentent le champ en eau d'irrigation et transportent l'émetteur/goutteur.	

Composants	Description et utilisations	Images
Émetteurs/ goutteurs	Les émetteurs ou goutteurs sont les unités qui distribuent l'eau d'irrigation. Ils peuvent être en ligne dans laquelle les émetteurs sont implantés dans le tuyau latéral ou être montés. Ils peuvent être compensés en pression ou non. Les émetteurs compensés en pression sont les meilleurs pour les terrains accidentés. Ils maintiennent la pression et le débit quelle que soit la pente.	
Filtres en ligne	Les filtres en ligne sont des filtres de petite taille pour filtrer la saleté, le sable et les limons d'un système d'égouttement à petite échelle. Ils sont très essentiels dans le système goutte à goutte. La capacité est limitée et des filtres plus grands sont nécessaires pour un système goutte à goutte de grande taille.	
Bouchons/ bouchons d'extrémité	Des bouchons d'extrémité sont utilisés pour maintenir/boucher les lignes latérales à l'extrémité pour empêcher l'écoulement et permettre le rinçage si nécessaire.	
Connecteurs	Pour connecter les câbles latéraux à la sous-ligne principale, différents raccords, tés et autres types de connecteurs sont utilisés. L'utilisation de ces éléments dépend de la conception, de la forme des terres et de la taille du système d'irrigation.	

Composants	Description et utilisations	Images
Valves (de types différents)	Les vannes sont généralement des dispositifs utilisés pour contrôler le débit de fluide. Ils existent en différents types et capacités.	
Clapet anti- retour	Un clapet anti-retour permet l'écoulement dans un sens et empêche automatiquement le reflux. Ils peuvent être nécessaires dans le contrôle de la tête.	
Vanne à obturateur	Ces types de vannes sont utilisés pour autoriser ou interdire complètement l'écoulement dans un système plutôt que pour changer la direction de l'écoulement.	
Composants pour grand système		
Système de pompe de pression pour maintenir jusqu'à 1-2 bar dans le système	Pour les grandes surfaces, une pompe à eau est nécessaire pour maintenir l'écoulement et la pression de l'eau dans le système goutte-à-goutte. Ceci est critique lorsque la pression du réservoir de stockage ne sera pas adéquate. La pompe électrique à énergie solaire est préférée dans l'irrigation goutte à goutte. La capacité doit être déterminée en fonction de la taille du champ et des installations.	
Manomètres	Un système goutte à goutte est un système à basse pression. Un manomètre est utilisé pour surveiller la pression du système. Il s'agit d'un composant essentiel du système de goutte-à-goutte au-delà du kit de goutte préemballé de taille familiale.	

Composants	Description et utilisations	Images
Régulateurs de pression	Le régulateur de pression est utilisé pour maintenir la pression dans le système à un niveau déterminé.	
Compteur d'eau	Un compteur d'eau est utilisé pour mesurer le débit d'eau dans le système.	
Filtre les réservoirs	Des filtres sont installés pour éliminer les solides, les sables, les limons et les algues de l'eau, en particulier pour l'eau des rivières, des étangs ou des eaux souterraines. Il existe différents filtres et le choix d'un type dépend du besoin particulier du système.	
Réservoir de mélange engrais/nutriments	Une cuve de mélange d'engrais est utilisée pour préparer l'engrais ou les nutriments pour l'opération de fertigation.	
Injecteurs de fertigation ou venturi	Le venturi ou l'injecteur d'engrais est nécessaire pour assurer une application proportionnelle des nutriments dissous pendant la fertigation. Ces périphériques sont de tailles différentes et doivent correspondre à la capacité du système, au débit et à la taille du tuyau.	

8.5.2. Installation D'Irrigation Par Goutte-À-Goutte

Installation d'un kit d'égouttage préemballé :

Il s'agit d'un ensemble préconçu de composants d'irrigation goutte-à-

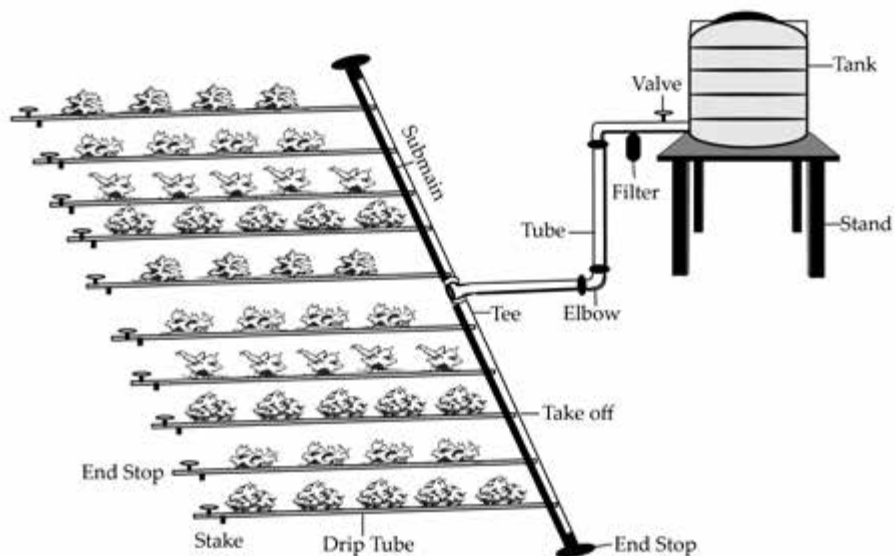
goutte pour une zone spécifique selon le fabricant ou la marque. Il n'y a aucune possibilité d'expansion après qu'un paquet spécifique a été choisi.

Étapes de préinstallation

- Familiarisez-vous avec les instructions ou les détails requis pour le package choisi. Il est important d'étudier le manuel d'installation et de poser des questions à votre revendeur / fournisseur sur le paquet. Par exemple, est-ce un système d'émetteur en ligne, devez-vous installer les émetteurs, la longueur totale des latéraux, le taux d'émetteur, la pression recommandée ou la hauteur de stockage, etc.
- Dégagez et préparez votre terrain. Faites des plates-bandes ou des crêtes pour vos cultures. La longueur des lits est très importante. Suivre la longueur latérale et le nombre de latéraux recommandés.
- En fonction de la taille/zone de l'emballage, suivre le réservoir de stockage recommandé et s'assurer que le support pour transporter l'eau de stockage est correctement mis en place.
- S'assurer d'avoir une bonne source d'eau, propre et exempte de sédiments ou de solides.
- S'assurer qu'un dispositif de levage d'eau est en place. Une petite pompe solaire (0,5 ch) ou un autre type de pompe peut être utilisé.
- Dans le cas d'un champ très petit, un seau peut être utilisé pour soulever l'eau. Cela augmentera toutefois la main-d'oeuvre nécessaire pendant la saison d'irrigation.

Étapes d'installation

- Souvent, l'installation des kits goutte à goutte suit une procédure plug and play. Dans certains cas, le fournisseur peut également fournir des services d'installation et faire partie de l'installation. En revanche, dans le cas d'un petit rez-de-jardin familial :
- Déballez le package et suivez la procédure décrite dans le manuel.
- Les étapes de base pour l'installation des kits de goutte pré-emballés sont énoncées ci-dessous :



Les fabricants produisent des kits d'égouttage en 100, 250, 500, 1000 et 2000m² ou plus. Ces kits de goutte préconçus sont généralement fournis avec un guide d'installation qui est souvent suffisamment explicite - suivant un principe de bricolage.

En règle générale, considérez les étapes suivantes :

Étape 1 :

- Vous pourriez avoir besoin d'une expérience de base en plomberie ou contacter un plombier local.
- Vous aurez besoin d'une scie à métaux, d'un couteau ou d'un cutter, d'une longueur de tuyau en PVC ou en HDPE avec un diamètre, un coude, des tés et d'autres raccords (de bonnes tailles) fournis dans l'emballage ou recommandés pour être achetés.

Étape 2 :

- Votre champ/crête/lit doit avoir été préparé car il est le mieux adapté à votre production végétale.

- Cependant, assurez-vous que l'espacement des cultures au champ correspond à l'espacement latéral et émetteur recommandé.

Étape 3 :

- Déterminez la position de votre réservoir. Il est préférable d'avoir votre réservoir dans la partie supérieure de la pente du champ.

Étape 4 :

Connectez les différents composants dans l'ordre suivant

- Réservoir de stockage fermement fixé en place sur la structure de support/support.
- Connectez la vanne principale au réservoir.
- Connectez le filtre en ligne, le régulateur de pression, la minuterie (en option).
- Connectez un raccord, un coude et un té, selon les besoins, pour poser le tuyau sur le bord de votre champ.

Étape 5 :

En fonction de la marque et de la ligne d'égouttement fournie, connectez vos câbles latéraux au sous-réseau à l'aide d'un raccord mamelon et d'une vanne de ligne appropriés.

Étape 6 :

- Effectuez un test. Remplissez le réservoir d'eau !
- Ouvrir la vanne du réservoir et laisser s'écouler librement chacun des côtés, l'un après l'autre.
- Veillez à ce que les éléments latéraux et les émetteurs soient alimentés en eau.
- Rincer les lignes avant de mettre les bouchons d'extrémité.

8.5.3. Installation Du Système Drip Au-Delà De 1 Acre

Pour les petits agriculteurs qui souhaitent investir dans l'irrigation goutte

à goutte au-delà des kits de goutte préemballés ou au-dessus de 1 acre, ils devront évaluer correctement le champ et concevoir le système pour une performance efficace. Il est fortement recommandé que l'agriculteur consulte un fournisseur d'équipement d'irrigation goutte à goutte en raison des différentes options qui peuvent être possibles, des complexités impliquées et des réalités biophysiques différentes. Un bon fournisseur avec les services suivants devrait être considéré :

LISTE DE CONTRÔLE POUR UN FOURNISSEUR DE SERVICES D'IRRIGATION

- Capacité d'aider à évaluer l'économie et de s'assurer que l'idée de l'agriculteur vaut l'investissement.
- Capacité de conception sur mesure - solution d'irrigation appropriée au plan d'affaires de l'investisseur.
- Services d'installation, d'exploitation et de formation.
- Services après-vente et entretien.

L'irrigation goutte à goutte est un système efficace mais nécessite des détails techniques pour une mise en oeuvre à plus grande échelle.

8.6 Exploitation Et Maintenance

1. S'assurer que l'eau utilisée pour l'irrigation goutte à goutte est de bonne qualité.
2. Le nettoyage périodique du filtre en ligne est très important. La fréquence de nettoyage dépend principalement de la qualité de l'eau.
3. Rinçage périodique de l'ensemble des lignes latérales pour éviter le colmatage du système.
4. Le rinçage est très important après l'utilisation du système pour l'opération de fertigation.
5. Selon le type d'émetteur, assurez-vous que les émetteurs sont propres.
6. Soyez prudent dans le choix de la combinaison d'engrais lorsque le système est utilisé pour la fertigation.

Clause De Non Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module est à usage de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assumera aucune responsabilité quant au choix de toute marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été correctement citées. Toute omission est par là fortement regrettée.

Les photographies utilisées dans ce manuel sont gracieusement fournies par IWMI.

Bibliographie

Food and Agricultural Organization. (1985). Irrigation Water Management: Irrigation Methods. Manual 5. Rome Italy.

Phocaidis, A. (2007). *Handbook on Pressurized Irrigation Techniques*. Second Edition. Food And Agriculture Organization of The United Nations Rome, 2007

Quevenco, R. (2015). Bountiful crop with every drop: using drip irrigation to increase yields and conserve. Water IAEA Bulletin, March 2015

MODULE 9

Planification De L'irrigation Avec Les
DéTECTEURS Fullstop De Front Mouillant

Planification De L'irrigation Avec Les Détecteurs Fullstop De Front Mouillant

9.1 Introduction

Le détecteur de front mouillant fournit une méthode rentable pour évaluer si l'on applique trop ou pas assez d'eau d'irrigation, pour détecter les engorgements et pour surveiller les niveaux de nutriments et de sel dans le sol. Elle comprend un entonnoir de forme spéciale, un filtre et un mécanisme mécanique à flotteur (figure 9.1). L'entonnoir est enfoui dans le sol dans la zone racinaire de la culture. L'indicateur est monté sur un tube d'extension qui dépasse du sol. Lorsque les terres sont irriguées, l'eau diminue à mesure que la capacité de rétention d'eau du sol est dépassée. L'entonnoir « capte » l'eau du front mouillant lorsqu'il passe. L'eau passe par un filtre et est recueillie dans un réservoir. Si suffisamment d'eau est recueillie, elle active un flotteur, qui à son tour fait apparaître un indicateur au-dessus de la surface du sol. L'indicateur apparaît lorsque le front mouillant s'est déplacé d'environ 10 cm sous le bord de l'entonnoir. Le drapeau indicateur est maintenu par un loquet magnétique et doit être poussé vers le bas pour être réinitialisé. Un tube de sortie à la base du détecteur de front mouillant permet d'extraire l'eau recueillie dans l'entonnoir à l'aide d'une seringue et de tester la salinité ou les nutriments. Le détecteur de front mouillant n'a pas besoin de source d'alimentation, de lecteurs, d'enregistreurs ou de logiciels pour fonctionner.

Le détecteur FullStop de front mouillant a été testé en Afrique du Sud, au Zimbabwe, au Mozambique, en Tanzanie (Stirzaker et al. 2017), au Ghana (Adimassu et al., 2020) et en Éthiopie (Schmitter et al., 2017; Tesema et al., 2016).

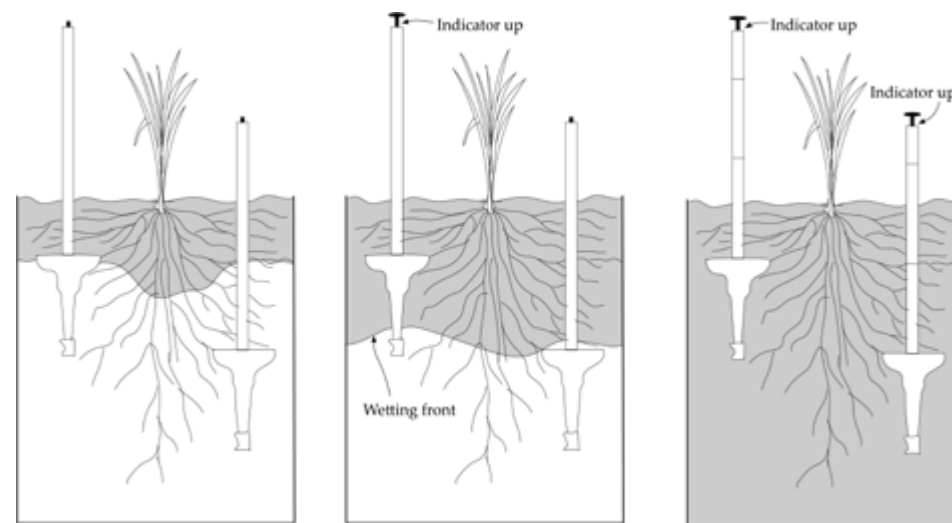


Figure 9.1 : Utilisation typique des détecteurs de front mouillant

9.2 Avantages Potentiels

L'utilisation de l'outil détecteur de front mouillant guide les agriculteurs sur la quantité d'eau à irriguer sans nécessairement réduire le rendement des cultures. Dans les zones où l'irrigation est insuffisante en raison d'un manque de main-d'œuvre ou d'énergie, le détecteur de front mouillant aide les agriculteurs à utiliser la main-d'œuvre disponible ou l'énergie de manière productive en les guidant à appliquer la quantité d'eau requise. De même, dans les zones où il y a sur-irrigation, le détecteur guide les agriculteurs à économiser l'eau. La productivité de l'eau augmente généralement lorsque la bonne quantité d'eau est appliquée aux cultures. Cependant, l'effet d'une meilleure gestion de l'eau sur les rendements varie selon le type de sol, le type de culture et les systèmes d'irrigation, et dépend également d'autres facteurs comme l'interaction avec les engrais et les pratiques agronomiques. Certaines recherches ont été menées sur l'effet du détecteur de front mouillant sur le rendement et la productivité de l'eau. Les impacts sur l'utilisation de l'eau et la production végétale dépendent de la culture, du système d'irrigation, de la main-d'œuvre impliquée, de la fertilité des sols et des pratiques de programmation. Les

autres avantages comprennent une meilleure qualité des produits et une part plus importante des rendements commercialisables. Les résultats de l'évaluation du détecteur de front mouillant au Ghana et en Éthiopie sont présentés au tableau 9.1.

Tableau 9.1. Effet du détecteur de front mouillant sur l'utilisation et le rendement de l'eau

Culture	Diminution de la consommation d'eau	Augmentation du rendement
Oignon	16 – 26%	4 – 21%
Pomme de terre	19 – 43%	5 – 17%
Tomato	21%	14%
Pepper	22 – 28%	14 – 75%
Blé	44%	-3%
Chou	5%	13%

(Source : Schmitter et coll., 2017)

9.3 Domaines D'Application

Le détecteur de front mouillant peut être utilisée dans les systèmes d'irrigation par aspersion, goutte à goutte et par sillon.

9.4 Coûts D'Investissement

Une boîte contient deux paires de WFD et coûte R 550 (USD 36,05) hors frais de transport et taxes. Elle peut être achetée à l'adresse suivante : <https://shopsa.via.farm/>. Une boîte contient des entonnoirs rouges (2), une pièce de base avec filtre en maille d'acier (2), des tubes d'extension noirs (5), un anneau de verrouillage (2), un bouchon indicateur (2), des flotteurs en mousse (14), un tube flexible vert (2), une seringue (1) et un sac de sable filtrant (1). Une paire de détecteur de front mouillant placée stratégiquement dans un champ bien nivelé peut aider un agriculteur à se renseigner sur ses besoins d'irrigation.



Figure 9.2 : Composantes du détecteur de front mouillant

9.5 Assemblage Du Détecteur De Front Mouillant

Avant de commencer l'étape 1, s'exercer à joindre la base à un tube d'extension. Toujours tremper les tubes d'extension et les pièces de base dans de l'eau très chaude pour adoucir le plastique avant de les joindre. Insérer la pièce de base dans l'extrémité large du tube d'extension en alignant les ergots, puis en poussant et en tordant. Le raccord sera en position verrouillée après un quart de tour dans le sens des aiguilles d'une montre. Désamarrer ce raccord et suivre les étapes ci-dessous.

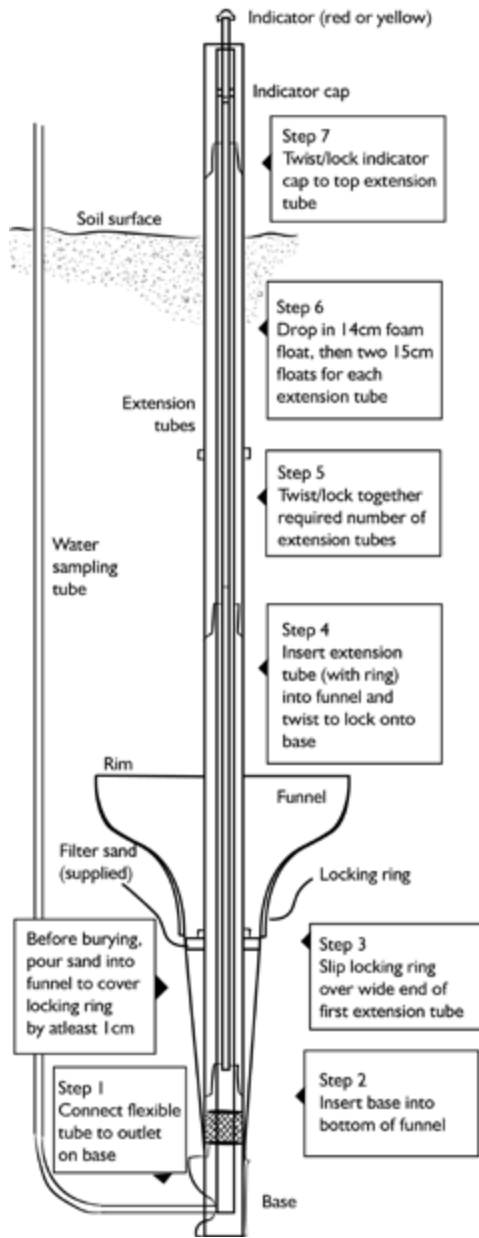


Figure 9.3. Étapes d'installation

Étape 1 :



Étape 2 :



Étape 3 :



Étape 4 :



Étape 5 :



Étape 6 :



Étape 7 :



Lien vers la vidéo d'assemblage

<https://www.youtube.com/watch?v=RojPiPAXTKI&t=23s>

Vérification du détecteur de front mouillant pour déceler les fuites

Après l'assemblage, il ne doit pas y avoir de fuites entre la pièce de base et l'entonnoir. Testez chaque détecteur pour détecter les fuites après son assemblage en ajoutant une seringue pleine d'eau dans l'entonnoir, avec le tube flexible maintenu en position verticale pour s'assurer que l'eau ne s'échappe pas. L'indicateur s'élève alors et est retenu par un aimant. Aucune eau ne doit être visible à l'articulation entre l'entonnoir et la base. Laissez l'eau s'écouler par le tube flexible et tapotez l'indicateur vers le bas pour libérer le verrou magnétique. Le sable de filtre fourni ne doit pas être ajouté avant que vous ne soyez prêt à installer le détecteur. S'il est nécessaire de le démonter, retirez d'abord les flotteurs.

9.6 Profondeur De Placement Du Détecteur De Front Mouillant

La profondeur optimale de placement dépend de la méthode d'irrigation et de la fréquence de l'irrigation, ainsi que du type de culture et de sol. Le tableau 9.2 est présenté à titre indicatif, en fonction de notre expérience. Les profondeurs de placement sont mesurées depuis la surface du sol jusqu'à l'anneau de verrouillage. Si vous mesurez jusqu'au bord de l'entonnoir, soustrayez 10 cm des profondeurs indiquées dans le tableau. Avec l'expérience, ces recommandations peuvent être adaptées aux conditions locales. Dans l'irrigation sous sillon, placez le DÉTECTEUR DE FRONT MOUILLANT approximativement à une distance de 75 % de la prise d'eau pour des fronts de mouillage optimaux.

Tableau 9.2 Profondeur d'installation pour différentes méthodes d'irrigation

Méthode d'irrigation	Notes	Détecteur peu profond	Détecteur profond
Goutte à goutte	La quantité appliquée par goutteur est habituellement inférieure à 6 litres à la fois (p. ex., cultures en rangs, légumineuses)	30 cm	45 cm
	Quantité appliquée par goutteur habituellement plus de 6 litres à la fois (cultures pérennes)	30 cm	50 cm
aspersion	L'irrigation est habituellement inférieure à 20 mm à la fois (p. ex., pivot central, micro-jets)	15 cm	30 cm
	L'irrigation est généralement supérieure à 20 mm à la fois (p. ex., arroseurs et draglines)	20 cm	30 cm
Sillon / inondation	Placements plus profonds que ceux indiqués pour les irrigations peu fréquentes ou les sillons très longs	20 cm	40 cm

Lorsque le flotteur est en position relevée, un front mouillant s'est déplacé au-delà du détecteur. Le sol au-dessus du détecteur est aussi humide que possible (presque saturé). C'est pourquoi les profondeurs ci-dessus peuvent sembler peu profondes. Un troisième détecteur, situé à 10 cm au-dessous de la profondeur indiquée ci-dessus, peut être installé si nécessaire.

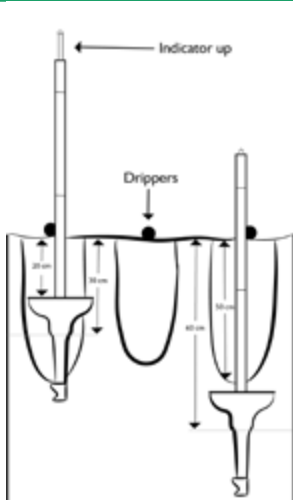
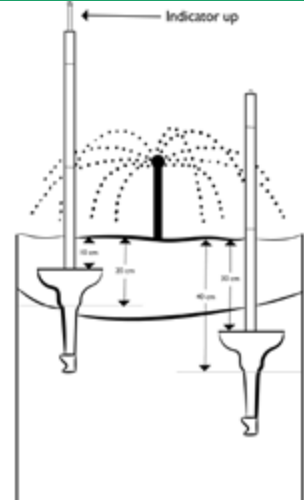
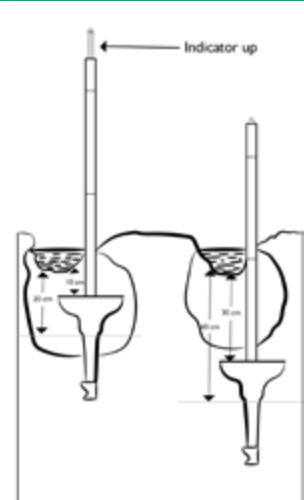




Goutte à goutte	Aspersion	Sillon/goutte à goutte
		
<p>Le détecteur doit toujours être placé directement sous un goutteur.</p> <p>Il est fréquent que les détecteurs réagissent rapidement au goutte-à-goutte parce que l'eau est concentrée autour du goutte-à-goutte. Si oui, appliquez moins d'eau plus souvent.</p>	<p>Les régimes de mouillage ont tendance à être moins profonds sous l'irrigation par aspersion que l'irrigation au goutte-à-goutte ou en sillon.</p> <p>Les détecteurs ne sont généralement pas activés par des applications de moins de 15 mm, à moins que le sol ne soit assez humide avant l'irrigation.</p>	<p>Les détecteurs doivent être placés à moitié sous le sillon et à moitié sous le lit, le tube d'extension passant par l'épaule du lit.</p> <p>Ce placement est également adapté pour les cultures irriguées par aspersion cultivées sur des lits surélevés.</p>

Figure 9.4 : Profondeur de placement des FDS

9.7 Installation Du Détecteur De Front Mouillant

Outils nécessaires

- Tarières de 20 cm et de 5 à 10 cm (ou pelle et truelle si vous n'avez pas accès aux tarières).
- Ruban à mesurer

	
Tarière	Truelle à main
	
Pelle	Ruban à mesurer

Étapes d'installation

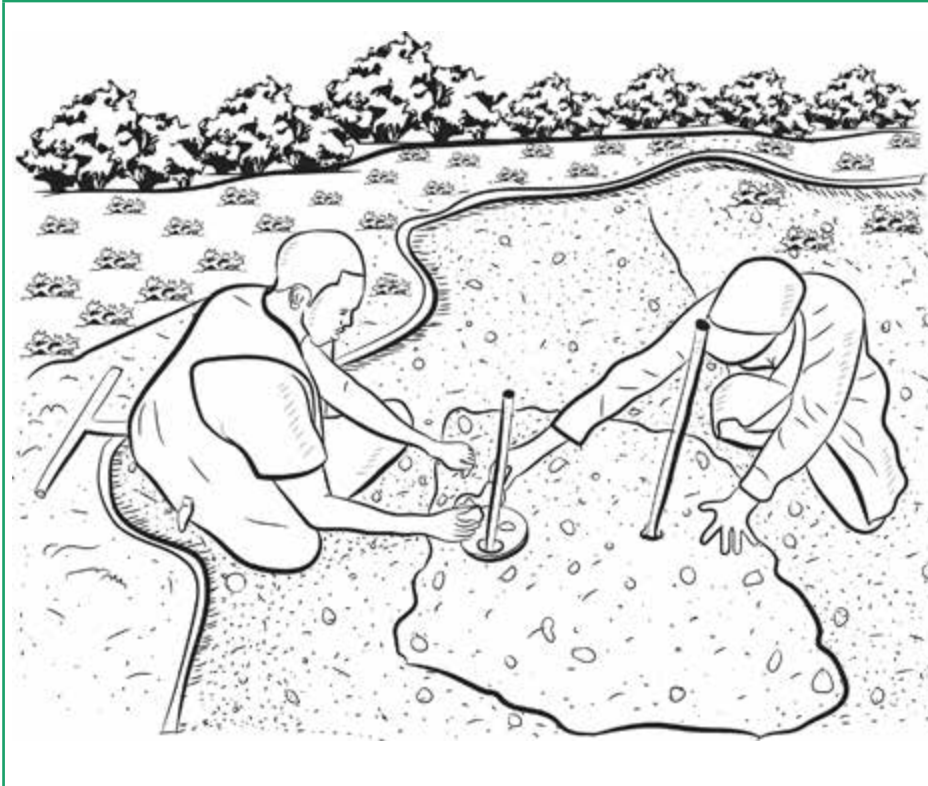
Voici les instructions pour installer le détecteur de front mouillant à l'aide de tarières. Une pelle peut être utilisée à la place de la tarière de 20 cm et une truelle peut être utilisée à la place de la tarière de 5 à 10 cm.

Étape 1 – Creuser le trou



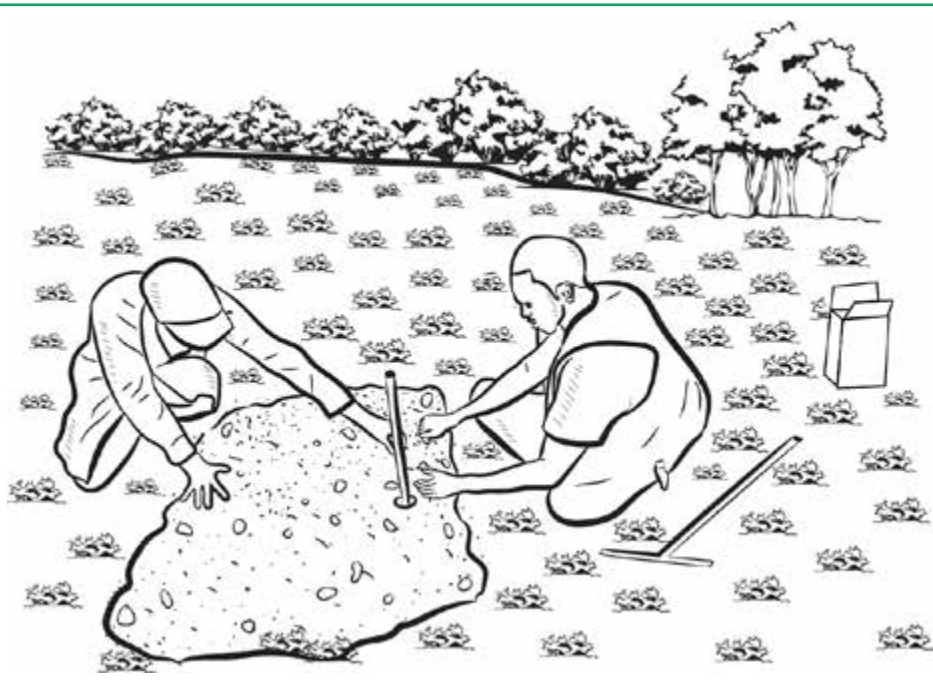
Le détecteur est plus facile à installer à l'aide de deux tarières : une tarière (de 20 cm ou plus de diamètre) pour l'extrémité large de l'entonnoir du détecteur et une autre (de 5 à 10 cm de diamètre) pour l'extrémité étroite de l'entonnoir. Une pelle et une truelle peuvent également être utilisées. Gardez différentes couches de sol séparées lorsque vous les retirez du trou si le type de sol change avec la profondeur. L'installation est plus facile lorsque le sol est humide, plutôt que lorsqu'il est très humide ou sec.

Étape 2 – Ajouter du sable filtrant et l'insérer dans le trou



Verser le sable du filtre fourni dans l'entonnoir jusqu'à ce qu'il couvre l'anneau de verrouillage d'au moins 1 cm. Abaisser le détecteur dans le trou et mesurer la distance à l'anneau de verrouillage (ou le bord de l'entonnoir) pour vérifier qu'il est à la profondeur désirée.

Étape 3 – Enterrer le détecteur de front mouillant



Cassez les côtés du trou en retournant le sol au-dessus du détecteur, car les côtés lisses peuvent restreindre la croissance des racines et le mouvement de l'eau. Le trou doit être rempli en ramenant la terre enlevée à sa couche d'origine. Le sol doit être raffermi à la main, mais pas compacté. Tout le sol doit être remis dans le trou en laissant une légère bosse au-dessus de l'installation. Après le tassement, vérifier que le niveau du sol au-dessus du site d'installation est le même que celui du sol environnant afin que l'eau ne s'écoule pas vers le détecteur FullStop ou ne s'en éloigne pas.

Étape 4 – Activer le flotteur



Arroser le site sur le détecteur après l'installation pour déclencher le flotteur. Cela peut nécessiter 20 litres ou plus pour une installation plus profonde.

9.8 Lecture De L'état De L'eau Du Sol

Au début, on recommande de continuer à irriguer conformément à la pratique normale tout en ayant une « impression » de la façon dont les détecteurs réagissent. Comparez ensuite votre pratique habituelle à ce que le FullStop vous montre, comme le résume le tableau 9.3 :

Tableau 9.3. Interprétation de l'indicateur du détecteur de front mouillant

Indicateur peu profond ↑	Indicateur profond ↑	Signification*	Action
Down	Down	Eau insuffisante pour les cultures établies	Appliquez plus d'eau à la fois ou raccourcissez l'intervalle entre deux irrigations.
Up	Down	Le front mouillant a pénétré la partie inférieure de la zone racinaire	La plupart du temps, c'est le résultat souhaité. Par temps chaud ou lorsque la culture est à un stade de croissance sensible, le détecteur profond doit répondre.
Up	Up	Le front mouillant s'est déplacé vers le bas ou sous la zone racine	Si cela se produit régulièrement, alors il est probable qu'il ait arrosage excessif. Réduire les quantités d'irrigation ou augmenter l'intervalle de temps entre les irrigations.
Down	Up	Le sol ou l'irrigation n'est pas uniforme ou la surface du sol est inégale	Suivez les étapes de dépannage. S'assurer que la surface du sol est au niveau des détecteurs. Vérifier l'uniformité de l'irrigation ou l'emplacement des goutteurs.

* Cela suppose que les détecteurs ont été placés à des profondeurs adaptées au système d'irrigation et au régime de gestion

Une fois que vous avez acquis une certaine confiance dans la façon dont les détecteurs fonctionnent, vous êtes prêt à améliorer l'irrigation, la gestion des nutriments et des sels. Modifiez vos pratiques d'utilisation de l'eau au rythme qui vous convient, en tenant compte de la croissance et/ou du rendement des plantes. Notez qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir la réponse désirée du détecteur après chaque irrigation – les tendances générales sont plus importantes.

9.9 Surveillance Des Nutriments Et Du Sel

L'eau piégée dans le détecteur peut être aspirée avec une seringue via le tube flexible et contrôlée pour sa conductivité électrique ou sa concentration en nutriments (Figure 9.3). Les échantillons doivent être prélevés peu après l'irrigation. Noter que le détecteur conserve un petit échantillon d'eau après s'être vidé. Il faut l'enlever avant les irrigations à partir desquelles des échantillons d'éléments nutritifs doivent être analysés.

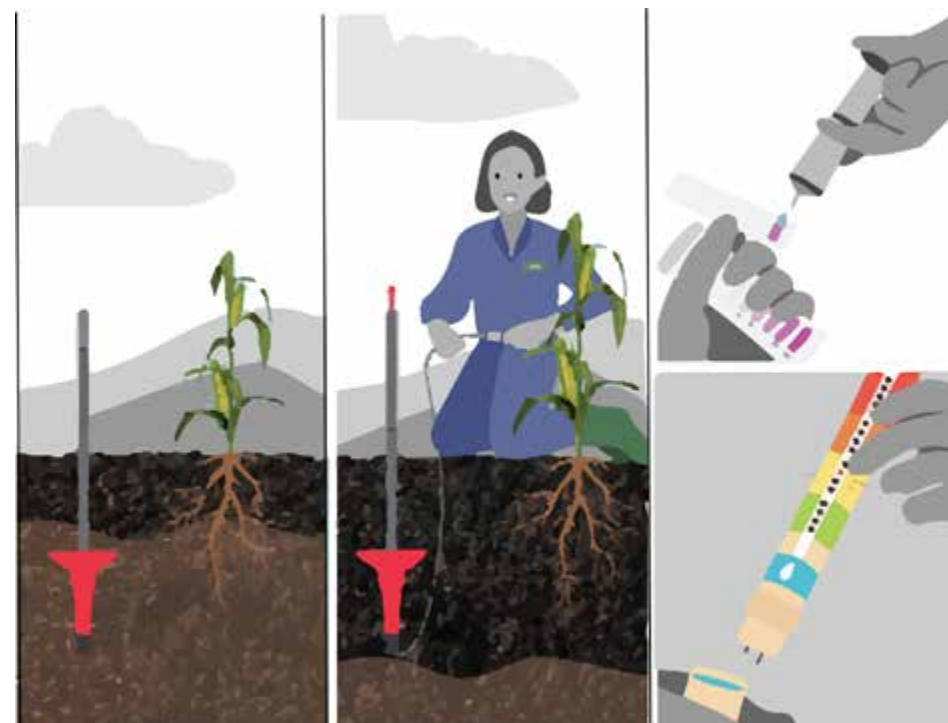


Figure 9.5 Surveillance des nutriments et des sels

9.10 Entretien Du Détecteur De Front Mouillant

- Des essais et une maintenance occasionnels doivent être effectués pour s'assurer que le détecteur fonctionne comme prévu.
- S'assurer qu'il n'y a pas de fuite avant l'installation. Après l'installation, deux autres contrôles doivent être effectués tous les quelques mois.
- Mécanisme de flottement : injecter 30 ml d'eau de la seringue dans la tubulure verte de 4 mm. Le flotteur devrait apparaître.
- Filtre : irriguer jusqu'à ce que le flotteur apparaisse, puis retirer l'eau du tube de 4 mm à l'aide d'une seringue et réinitialiser le flotteur. Le flotteur devrait réapparaître dans les 5 minutes.

9.11 Lien Vers Les Vidéos D'installation

Vidéo sur l'assemblage

<https://www.youtube.com/watch?v=5NMCdycR3LI>

Vidéo d'installation

https://www.youtube.com/watch?v=1p-cay_X3Kk&t=5s

Mesure des solutés

https://www.youtube.com/watch?v=j_huHMa41eU

9.12. Limites

Le détecteur FullStop de front mouillant TM a été conçu pour répondre aux fronts mouillants « forts ». En termes de physique du sol, la force du front doit être d'environ 2 à 3 kPa d'aspiration ou plus humide pour que l'indicateur se lève. En pratique, cela signifie que les fronts « faibles » ne seront pas détectés et que l'eau peut passer au-delà d'un détecteur sans activer l'indicateur. Les fronts mouillants s'affaiblissent à mesure qu'ils s'enfoncent dans le sol après l'arrêt de l'irrigation. Les fronts faibles se produisent également pendant la pluie légère, ou lorsque de petites quantités d'eau sont appliquées à intervalles fréquents.

Droit D'auteur

Le détecteur de front mouillant est une technologie développée et détenue par la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Agriculture and Food et distribuée en Afrique du Sud par RIEngs (Pty) Limited sous licence de CSIRO Agriculture and Food.

Avis De Non-Responsabilité

Toute décision de modifier l'utilisation de l'eau devrait être progressive et faire l'objet d'un suivi de près et régulier afin de déterminer tout impact négatif sur la culture. Dans la mesure permise par la loi, le CSIRO n'accepte aucune responsabilité découlant directement ou indirectement de toute utilisation abusive, négligente ou incorrecte du FullStop, de toute non-respect des instructions d'assemblage ou d'installation ou de toute circonstance indépendante du CSIRO.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel sont fournies par la Virtual Irrigation Academy (VIA), gérée par CSIRO Agriculture and Food basée à Canberra, en Australie.

Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont une courtoisie de l'International Water Management (IWMI) et de la Virtual Irrigation Academy (VIA).

Les étapes de l'assemblage et de l'installation du détecteur de front mouillant sont issues de la Virtual Irrigation Academy (VIA) (<https://via.farm/fullstop-instructions>).

Références

Adimassu, Z., Balana, B. B., Appoh, R. & Nartey, E. (2020). The use of Adimassu, Z., Balana, B. B., Appoh, R. & Nartey, E. (2020). The use of the wetting front detector as an irrigation-scheduling tool for pepper

production in the Upper East Region of Ghana: Evidence from a field experiment and farmers' perceptions. *Irrig. and Drain.* 2020;1–18. <https://doi.org/10.1002/ird.2454>

Schmitter, P., Hailelassie, A., Desalegn, Y., Chali, A., Langan, S. & Barron, J. (2017). *Improving on-farm water management by introducing wetting-front detector tools to smallholder farms in Ethiopia*. LIVES Working Paper 28. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI).

Stirzaker, R., Mbakwe, I. & Nuru, R. M. (2017). *A soil water and solute learning system for small-scale irrigators in Africa*. *International Journal of Water Resources Development*, 33:5, 788-803, DOI:10.1080/07900627.2017.1320981

Tesema, M., Schmitter, Petra, Nakawuka, Prossie; Tilahun, S. A., Steenhuis, T. & Langan, S. (2016). Evaluating irrigation technologies to improve crop and water productivity of onion in Dangishta watershed during the dry monsoon phase. Paper presented at the International Conference of the Advancement of Science and Technology, Bahir Dar, Ethiopia, 17-18 July 2016. 10p.

MODULE 10

Planification De L'Irrigation Avec Le Capteur
D'Humidité Du Sol De Marque Chameleon

Planification De L'Irrigation Avec Le Capteur D'Humidité Du Sol De Marque Chameleon

10.1 Capteur D'humidité Du Sol De Marque Chameleon

Le capteur d'humidité du sol Chameleon est un simple dispositif électronique utilisé pour surveiller les niveaux d'eau du sol dans les champs des agriculteurs (figures 1 et 2). Il mesure l'humidité du sol sous les plantes et imite la façon dont les plantes vivent (la tension requise) l'extraction de l'eau du milieu du sol. Il est composé de capteurs enfouis dans la zone des racines et d'une carte Chameleon ou d'un lecteur Wi-Fi. Le capteur Chameleon est fabriqué avec un noyau interne de matériau de détection entouré d'un revêtement extérieur de gypse. Au cœur du capteur se trouvent deux électrodes plaquées Or qui mesurent la résistance sur un milieu spécial au centre du capteur. Ce support spécial est emballé dans le capteur de manière à étalonner le capteur tel qu'il est construit. Le gypse est ensuite coulé comme enveloppe extérieure. Le gypse permet à l'humidité de se déplacer à travers le matériau de détection tout en dissolvant une petite quantité de gypse dans l'eau, créant un environnement de conductivité électrique constante qui tamponne le capteur. Lorsque les niveaux de sel dans le sol dépassent 4 dS/m, l'étalonnage du capteur change.

Le capteur d'humidité du sol est conçu pour être précis dans la gamme où la plupart des cultures irriguées sont sensibles au stress hydrique. Il est conçu pour être facilement installé, convivial et peu coûteux. Les capteurs sont enterrés dans la zone racine laissant le fil au-dessus du sol pour être connecté à la carte Chameleon. Le capteur peut également être connecté à distance à un lecteur Wi-Fi pour lire, stocker et envoyer des données. En utilisant un codage couleur simple, les agriculteurs peuvent décider eux-mêmes s'ils irriguent ou non. Tout comme le célèbre reptile multicolore, les lumières de l'écran changent de couleur en fonction de

l'humidité du sol. Tout ce que l'agriculteur a à faire est de simplement connecter le lecteur (lecteur de carte ou lecteur Wi-Fi) au capteur dans le sol et obtenir une lecture pour différentes profondeurs dans le profil.



Figure 10.1a. Trousse de démarrage de la carte Chameleon



Illustration 10.1b. Ensemble de trois capteurs de la carte Chameleon



Figure 10.2a. Trousse de démarrage Chameleon Wi-Fi

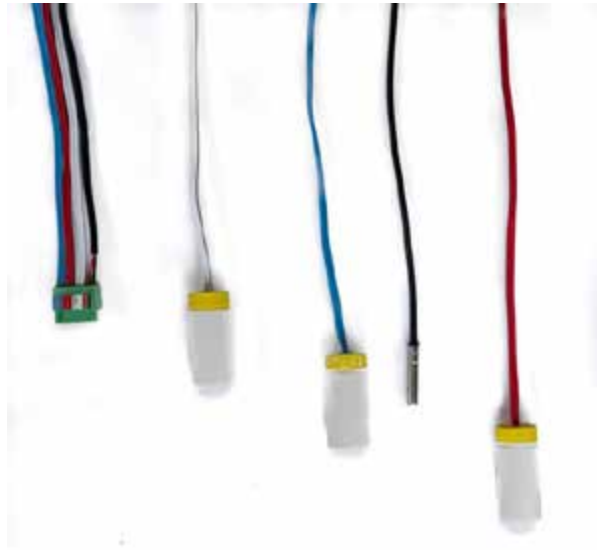


Figure 10.2b. Réseau de capteurs Wi-Fi Chameleon

10.2 Avantages Potentiels

Un arrosage excessif ou insuffisant réduit la productivité des cultures et les gains économiques potentiels de l'irrigation. Par exemple, la surexploitation réduit l'efficacité des engrais, augmente le coût du carburant et de la main-d'œuvre et entraîne potentiellement un faible rendement des cultures et, par conséquent, une réduction des revenus. Elle entraîne également la dégradation des sols, la salinisation et l'apparition possible de parasites et de maladies. En ayant accès à un système peu coûteux, facile à utiliser et efficace pour surveiller les niveaux d'eau du sol, les agriculteurs peuvent ajuster positivement leur régime d'irrigation ce qui permet une utilisation plus durable de l'eau et l'amélioration des rendements. L'utilisation du capteur Chameleon améliore la productivité des cultures et de l'eau. L'amélioration de la productivité de la main-d'œuvre a également été signalée, la main-d'œuvre utilisée précédemment pour les tâches d'arrosage étant détournée vers d'autres tâches bénéfiques telles que le désherbage. (<https://research.csiro.au/climatesmartagriculture/our-research/secure-food-systems/Chameleon-sensor-and-the-virtual-irrigation-academy/>). Les autres avantages comprennent une meilleure qualité des produits et une part plus grande des rendements commercialisables.

10.3 Domaines D'Application

Le capteur Chameleon est recommandé pour les systèmes d'irrigation par aspersion, goutte à goutte et par sillon, en particulier lorsque l'agriculteur a le contrôle de l'eau d'irrigation. Le capteur Chameleon peut être utilisé dans tous les types de sols sans étalonnage puisqu'il mesure la tension. Il peut être déployé dans les systèmes d'irrigation menés par les agriculteurs ainsi que dans les systèmes d'irrigation communautaires.

10.4 Coûts D'Investissement

Un kit de démarrage Chameleon Wi-Fi coûte R 3,000 (USD 200) hors frais de transport et taxes. Le kit de démarrage Wi-Fi se compose d'un réseau de capteurs d'humidité du sol Chameleon et d'un lecteur Wi-Fi Chameleon. Le réseau de capteurs se compose de trois capteurs Chameleon plus un capteur de température et d'identification, connecté à un bornier. Un kit de démarrage Chameleon Card coûte R 990.00 (USD 66) hors frais de transport et taxes. Le kit de démarrage contient une carte Chameleon et

trois capteurs individuels (version non-Wi-Fi). La trousse de démarrage Wi-Fi Chameleon et la trousse de démarrage Carte Chameleon peuvent être achetées à VIA Shop Africa <https://shopsa.via.farm/>.

10.5 Profondeur De Placement Des Capteurs

Les capteurs peuvent être placés à trois profondeurs dans le même trou, par exemple à 20 cm, 40 cm et 60 cm. Cela vous permet de voir la progression des racines dans le sol pendant la saison de croissance, alors que les couleurs passent du bleu au vert et au rouge (voir Figure 10.3). De multiples profondeurs vous permettent également de voir à quelle profondeur l'eau a pénétré après l'irrigation.

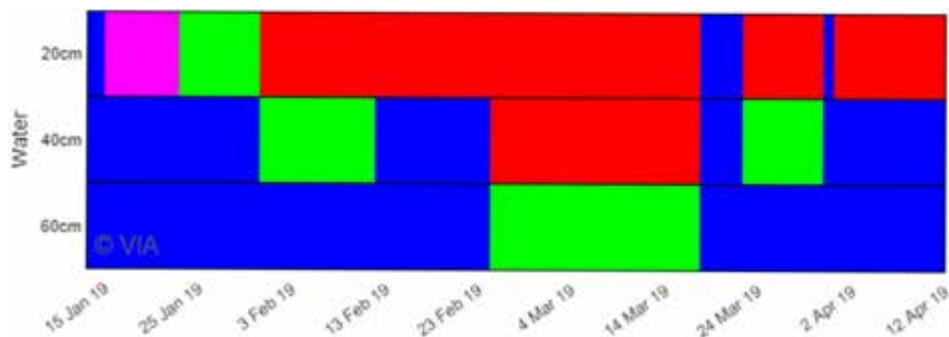


Figure 10.3. Exemple de changement de la tension du sol à trois profondeurs pour un champ de blé irrigué à Koga, en Éthiopie, en 2019 (source : Petra Schmitter / IWMI)

Alternativement, ils peuvent être installés à une même profondeur à plusieurs endroits différents. Installer un capteur au milieu de la zone racine. Pour les cultures à racines peu profondes, un seul capteur peut être placé à une profondeur de 10 à 20 cm. D'autre part, pour les cultures à racines plus profondes, un seul capteur peut être placé à une profondeur de 20 à 30 cm. Ces profondeurs représentent la partie de la zone racinaire où la majeure partie de l'eau est extraite. Les capteurs peuvent être laissés en place pour la prochaine culture ou enlevés à la fin de la saison et réinstallés.

10.6 Installation Du Capteur Chameleon Fabrication d'un outil d'insertion de capteur

Outils nécessaires

- Tuyau en plastique de 20 mm de diamètre ou en métal d'environ 50 cm de longueur
- Meuleuse ou lime d'angle
- Permanent marker

Étapes

1. Couper un morceau de tuyau en plastique ou en métal de 20mm de diamètre d'environ 50cm de long.
2. À l'aide d'une lime ou d'une meuleuse d'angle, affûter les bords à une extrémité.
3. À l'aide d'un marqueur permanent, marquer les profondeurs le long du tuyau par incréments de 10 cm.
4. Couper un morceau de goujon de 13mm d'environ 60cm de long.



Figure 10.4. Tuyau de 20 mm affûté et goujon de 13 mm (source : Richard Stirzaker)

Installation d'un capteur

Les capteurs sont secs lorsqu'ils sont emballés pour l'expédition et trop secs pour que le lecteur puisse les détecter. Avant utilisation, tremper les capteurs dans l'eau jusqu'à ce qu'ils deviennent bleus. Il est utile d'effectuer un test d'uniformité d'irrigation avant d'installer des capteurs. Les capteurs situés dans des zones sèches ou humides ne seront pas

représentatifs de l'ensemble du champ. Ceci est particulièrement important pour les arroseurs. Pour l'irrigation goutte-à-goutte, les capteurs doivent être placés à mi-chemin entre l'émetteur et le bord du circuit de mouillage. Placer les capteurs directement sous l'émetteur de gouttes réduira leur durée de vie.

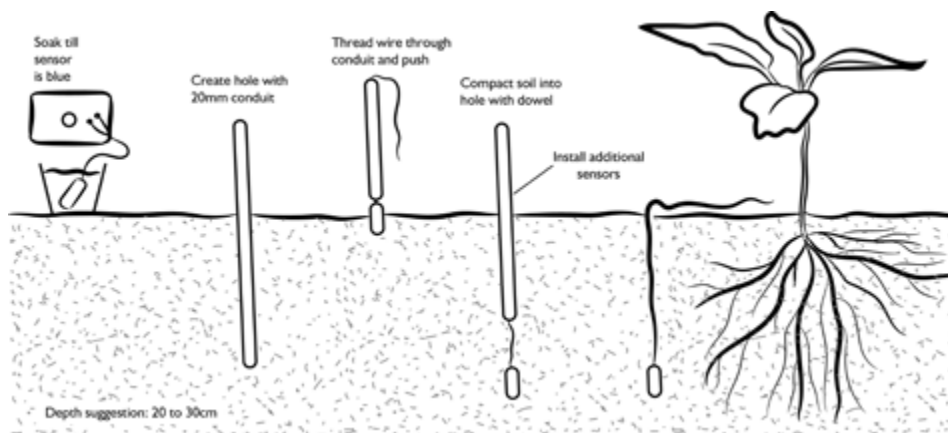


Figure 10.5. Installation de capteurs individuels

Étapes d'installation



Étape 1 – Percez un trou à l'aide d'un tuyau de 20 mm affûté. Utilisez une cheville de plus petit diamètre pour déboucher le tuyau au fur et à mesure.



Étape 2 - Faites passer le fil du capteur à travers le tuyau.



Étape 3 – Tirez fermement le fil, puis insérez-le fermement dans le trou jusqu'à ce que vous sentiez le fond.

Étape 4 - Remblayez en utilisant le tuyau (ou le goujon) pour comprimer le sol jusqu'au trou.

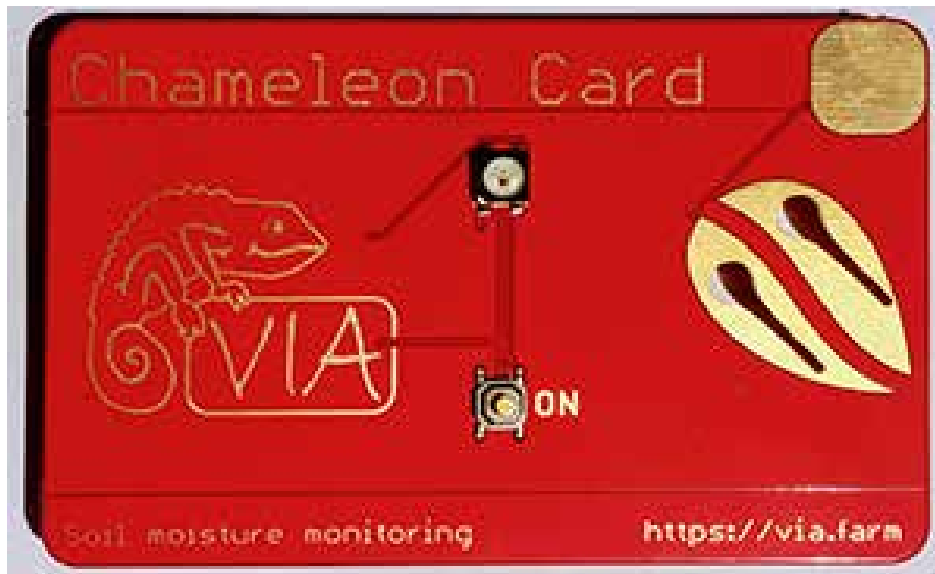
(Source : Les images utilisées pour décrire les étapes d'installation sont fournies par Richard Stirzaker)

10.7 Lecture De L'état De L'Humidité Du Sol

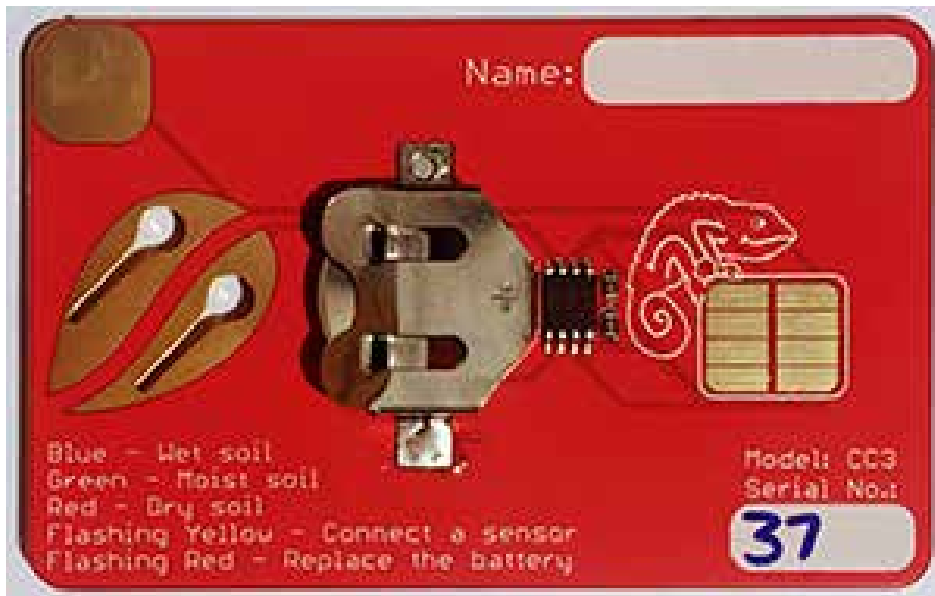
L'état de l'humidité du sol peut être lu avec une carte Chameleon ou un lecteur Wi-Fi.

a. Carte Chameleon

La carte Chameleon (figure 4) est un moyen simple de lire l'état de l'eau du sol à partir du capteur d'humidité du sol. Il lit un capteur à la fois, mais ne stocke ni ne télécharge de données. La carte Chameleon traduit la résistance mesurée par le capteur en code couleur et affiche la valeur à l'aide de couleurs LED (Tableau 1).



Avant



Retour

Figure 10.6. Carte Chameleon

Pour lire l'état de l'eau du sol, un agriculteur doit faire ce qui suit.

1. Maintenez le bouton enfoncé.
2. Placer les extrémités nues des deux fils du capteur laissés au-dessus du sol dans les fentes de la feuille d'or.
3. La lumière LED s'affiche en **bleu**, en **vert** ou en **rouge** pour indiquer l'état de l'eau du sol.



Figure 10.7. Carte Cameleon

Interprétation des couleurs LED

La couleur reflète la difficulté d'une plante à extraire de l'eau du sol. La couleur indique aux agriculteurs si une profondeur de sol donnée est très humide (lumière bleue – les plantes peuvent facilement attirer l'eau et potentiellement tous les pores sont remplis d'eau), trop sèche (lumière rouge - les plantes peuvent à peine extraire de l'eau), ou un niveau adéquat (lumière verte - les plantes peuvent absorber l'eau). (Tableau 10.1 et Figure 10.6).

Tableau 10.1. Interprétation des couleurs LED sur la carte Chameleon

Couleur des DEL	Signification
Bleu	Sol humide
Vert	Sol humide
Rouge	Sol sec
Clignotant jaune	Le fil du capteur n'est pas connecté
Clignotant rouge	La batterie doit être remplacée

Le moment optimal pour irriguer la plupart des cultures est lorsque le capteur Chameleon est vert. Quand il est bleu, il y a assez d'eau dans le sol à moins que le temps soit extrêmement chaud. Lorsqu'elle est rouge, la plante subit déjà un certain stress hydrique. Les règles simples ci-dessus doivent être interprétées pour votre situation particulière. Par exemple, vous pourriez ne pas être en mesure d'obtenir de l'eau quand vous en avez besoin, donc vous pouvez décider d'irriguer avant que le capteur ne devienne vert. Alternativement, les capteurs peuvent indiquer rouge dans la couche de terre arable mais bleu dans les couches centrale et inférieure. Si les racines sont profondes, l'irrigation peut être retardée jusqu'à ce qu'une plus grande partie de l'eau du sous-sol ait été utilisée. Différentes cultures sont sensibles au stress hydrique à différents stades de croissance. Par exemple, les jeunes plantes de maïs peuvent être légèrement stressées par l'eau aux premiers stades pour s'assurer que les racines pénètrent profondément dans le sol. Cependant, le capteur doit être bleu au stade de la pollinisation parce que la culture est maintenant sensible au stress hydrique.

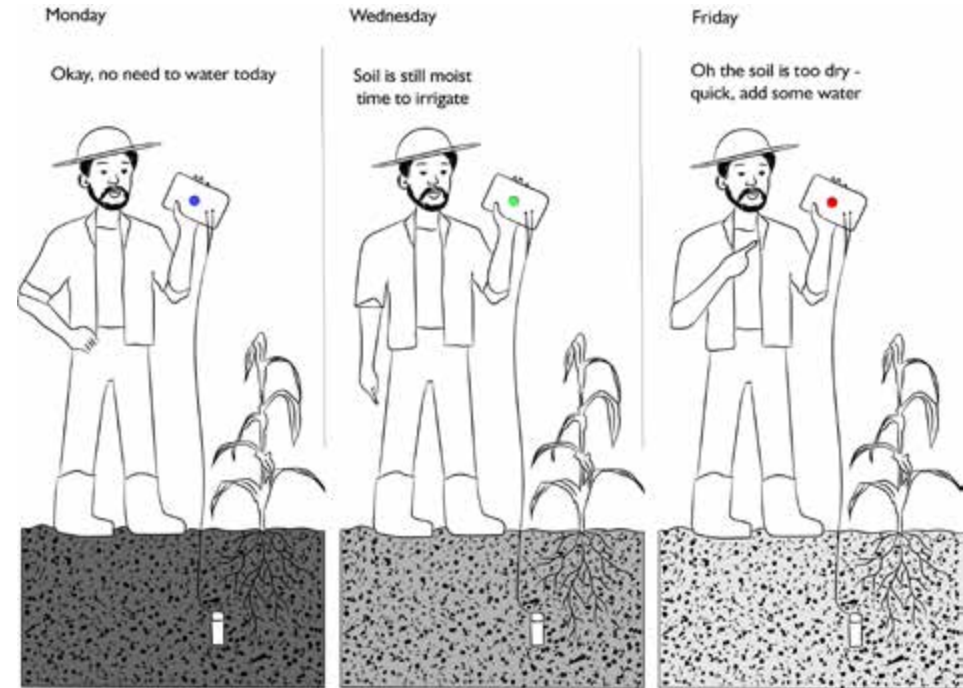


Figure 10.8. Interprétation des couleurs LED sur la carte Chameleon

Maintenance de la carte

- Ne laissez pas la carte Chameleon se mouiller.
- Si le capteur indique rouge sans fil connecté, retirez-le du capot, nettoyez et séchez les feuilles dorées avec du tissu des deux côtés.
- La batterie devrait durer 1000 lectures. Lorsque la LED clignote en rouge, la batterie doit être remplacée. Pile: pile de montre CR2032 jetable.

b. Système Wi-Fi Chameleon

Le système Chameleon Wi-Fi lit, stocke et envoie des données à la plateforme du site Web de VIA. Il est connecté à un réseau de capteurs Chameleon. Le réseau de capteurs se compose de trois capteurs d'eau du sol placés en haut, au milieu et en bas de la zone racinaire, plus un capteur de température qui donne au réseau un identifiant numérique unique. Le

lecteur est équipé de trois LED; un pour chaque capteur Chameleon. Le capteur Chameleon avec lecteur Wi-Fi peut être connecté en permanence à un réseau de capteurs. Dans ce cas, il enregistrera une lecture toutes les deux heures. Le lecteur Wi-Fi peut être jumelé à un point d'accès Wi-Fi pour une transmission continue de données ou un téléphone mobile pour le téléchargement lors de la visite de la culture. Un lecteur Wi-Fi peut également être utilisé pour prendre et stocker manuellement les données de nombreux réseaux de capteurs. Il s'agit d'une option économique lorsque les données sont requises moins fréquemment (quotidiennement ou hebdomadairement) à de nombreux endroits différents.

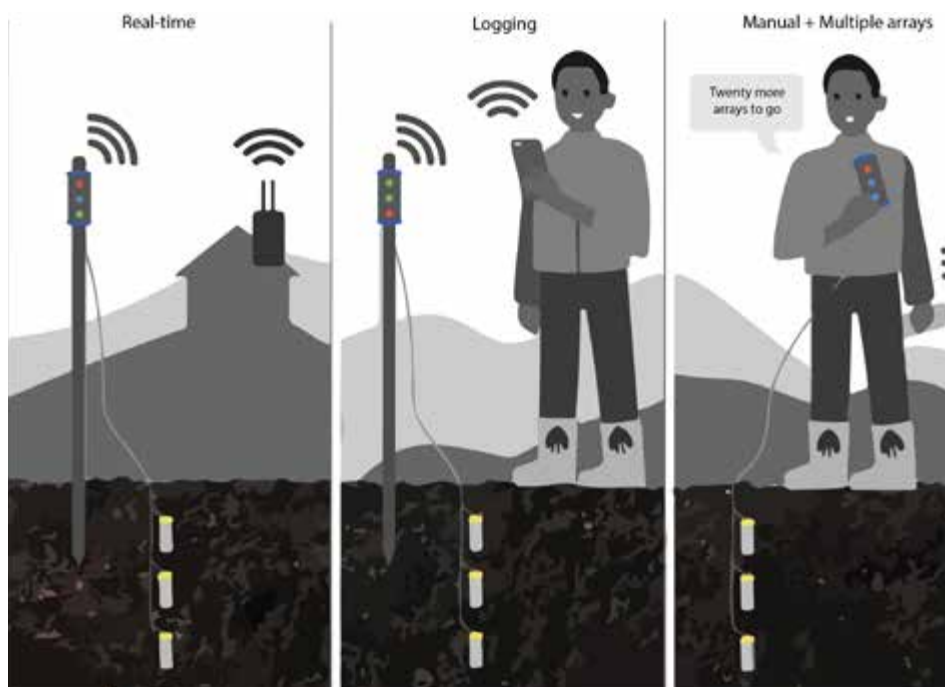


Figure 10.9. Communication du système Wi-Fi Chameleon

10.8 Fonctionnement Et Entretien

Les capteurs donnent des relevés précis pendant deux à quatre ans, en fonction des conditions du sol. La durée de vie peut être plus courte dans des conditions très humides ou salées et où les capteurs sont placés à faible

profondeur directement sous les goutteurs. Ainsi, l'enveloppe extérieure en sulfate de calcium se dissoudra plus rapidement. Si le capteur ne devient pas bleu après l'irrigation alors qu'il le devient normalement, il est temps de le remplacer. Les capteurs se dégradent lentement avec le temps avec des produits inoffensifs dans le sol. Si le capteur est cassé, éviter de respirer la poussière provenant du matériau de détection du noyau interne. La pile dure 1000 lectures. Lorsque la LED clignote en rouge, la pile doit être remplacée.

10.9 Lien Vers La Vidéo Sur Le Fonctionnement Du Chameleon

Utilisation du Chameleon dans un jardin

<https://www.youtube.com/watch?v=4470rERE87A>

Méthodes d'installation

https://www.youtube.com/watch?v=6fn9VhA_pZc

Installation du réseau de capteurs Chameleon Wi-Fi

<https://www.youtube.com/watch?v=qFR2rscCMs0>

Installation d'un capteur Chameleon unique

<https://www.youtube.com/watch?v=sNdW4-C-V7Q>

10.10 Lien Vers Les Vidéos Sur La Réparation Et L'Entretien

<https://www.youtube.com/watch?v=F9oVp4TW85c>

10.11 Lien Vers Des Vidéos D'histoires De Réussite

https://www.youtube.com/watch?v=_CbIE6-R6fY

<https://www.youtube.com/watch?v=y91yh8d633M>

https://www.youtube.com/watch?v=_nu3PS70pSM

<https://www.youtube.com/watch?v=2LZVhG6X57w>

<https://www.youtube.com/watch?v=OlngqjMwdp4>

https://www.youtube.com/watch?v=H6ENu_rrTw4

Droit d'auteur

Le capteur d'humidité de sol Chameleon est une technologie développée et détenue par la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Agriculture and Food et fabriquée en Afrique du Sud par RIEng (Pty) Limited sous licence de CSIRO Agriculture and Food.

Clause De Non-Responsabilité

Toute décision de modifier l'utilisation de l'eau devrait être progressive et faire l'objet d'un suivi étroit et régulier afin de déterminer tout impact négatif sur la culture. Dans la mesure permise par la loi, le CSIRO décline toute responsabilité découlant directement ou indirectement de toute utilisation abusive, négligente ou incorrecte du capteur d'humidité de sol Chameleon, de toute non-conformité aux instructions d'installation ou de lecture ou de toute circonstance hors du contrôle du CSIRO.

Remerciements

Sauf indication contraire, toutes les illustrations et photographies utilisées dans ce manuel sont fournies par la Virtual Irrigation Academy (VIA), gérée par CSIRO Agriculture and Food basée à Canberra, en Australie.

Les étapes de l'installation et de la lecture du capteur d'humidité de sol Chameleon ont été tirées de la Virtual Irrigation Academy (VIA) (<https://via.farm/card/>).

Références

1. Chameleon Sensor and the Virtual Irrigation Academy. Climate-Smart Agriculture, Climate Smart Agriculture, 2019, <https://research.csiro.au/climatesmartagriculture/our-research/mitigation-and-adaptation/chameleon-sensor-and-the-virtual-irrigation-academy/>.

MODULE 11

Labourage/Agriculture En Courbes
De Niveau

Labourage/agriculture en courbes de niveau

11.1 Introduction

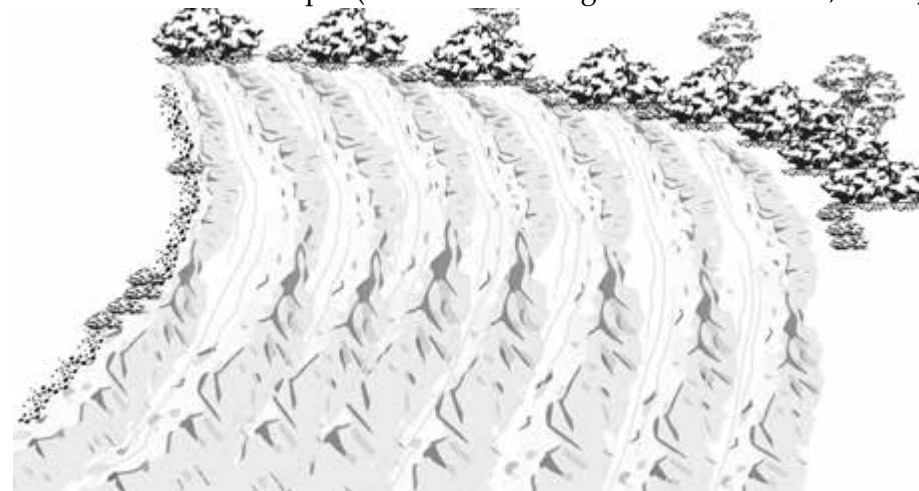
Le labourage/l'agriculture en courbes de niveau est une méthode holistique de nivellement du paysage pour la gestion des eaux de surface dans les champs des agriculteurs. Les courbes de niveau sont des bourrelets de sol construites pour longer le niveau du champ et servir de barrière au ruissellement vers le bas de la pente (figure 11.1). Elles ralentissent l'écoulement de l'eau pour augmenter l'infiltration et piéger les sédiments avant qu'ils ne soient emportés. L'un des principaux défis de la mise en œuvre de l'agriculture en courbes de niveau est la cartographie ou l'identification des courbes. Les lignes de courbe peuvent être cartographiées à l'aide d'équipements topographiques tels qu'un niveau automatique, un niveau de l'eau ou un cadre en A. Ce module explique l'utilisation de base du niveau automatique et du cadre A pour la cartographie des lignes de courbes et détaille également la méthode de construction des courbes de niveau.



Figure 11.1 : Champ avec des courbes de niveau permanentes

Une courbe de niveau permanente peut avoir une largeur de 100 cm et une hauteur de 20 à 50 cm. De petites courbes annuelles pourraient être construites le long de ces courbes permanentes. Dans certaines régions, il peut être nécessaire d'ajouter des cours d'eau pour évacuer l'eau excédentaire des champs (Conservation Agriculture Manual, 2005).

a



b



Figure 11.2 : (a) Courbes de niveau (b) Courbes de niveau avec cultures sur les courbes

11.2 Avantages Potentiels

Les courbes de niveau/diguettes sont utiles pour retenir l'eau du sol et réduire les taux d'érosion. Cela garantit que l'humidité du sol est disponible pour la croissance des cultures, même dans les zones sèches (figure 11.2). Il est particulièrement bénéfique dans les paysages à fort potentiel d'érosion. L'utilisation de courbes de niveau/diguettes augmente le rendement en céréales et en biomasse de nombreuses cultures (Traore et coll., 2004; Traore et al., 2017; Traore & Birhanu, 2019; Birhanu et al., 2020). L'effet de cette pratique sur les performances des cultures est visible dès la première année d'application de la technologie. Cependant, l'effet sur le rendement des céréales et de la biomasse dépend de la pente, du type de culture et des pratiques agronomiques. Les résultats d'une étude menée par Birhanu et al., (2020) sur l'effet des courbes de niveau/diguettes sur le rendement céréalier et la biomasse sont présentés au tableau 11.1. Les courbes de niveau/ diguettes peuvent être combinées avec des barrières en pierre pour faciliter l'épandage de l'eau de ruissellement.

Tableau 11.1. Effet des courbes de niveau/ diguettes sur le rendement céréalier et la biomasse

Culture	Augmentation du rendement céréalier	Augmentation de la biomasse
Maïs	63	71
Sorgho	33	42
Arachide	44	42
Mil	78	81

Source : Birhanu et coll., (2020)

11.3 Domaines D'Application

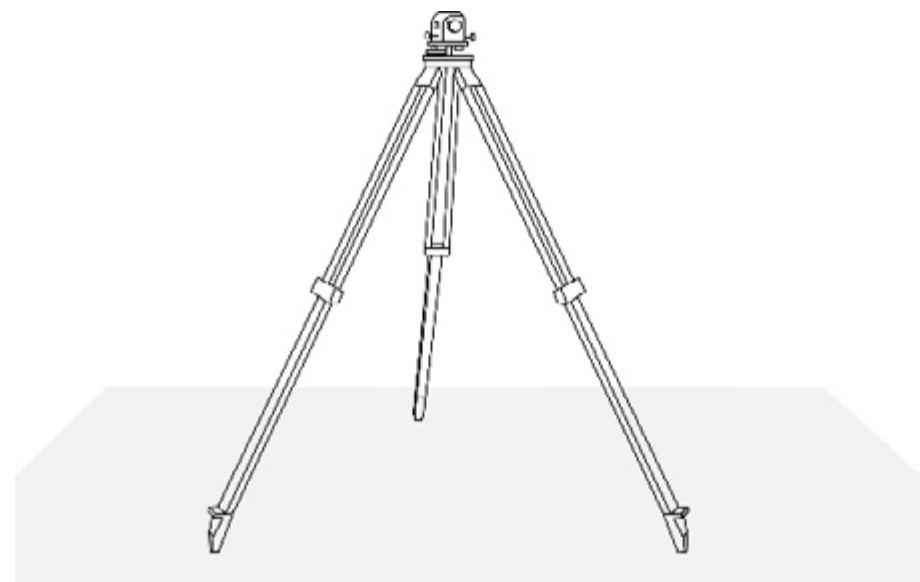
Les courbes de niveau sont applicables dans tous les paysages agricoles. Il est plus utile dans un environnement aride. Il est largement utilisé dans l'écologie sahélienne et soudanaise avec des précipitations variant de 250 à 1200 mm. Par exemple, au Burkina Faso, au Tchad, au Mali, au Niger et au Nigeria. La technique est socialement acceptable comme stratégie de gestion dans les champs où le ruissellement peut entraîner l'érosion.

11.4 Coûts D'Investissement

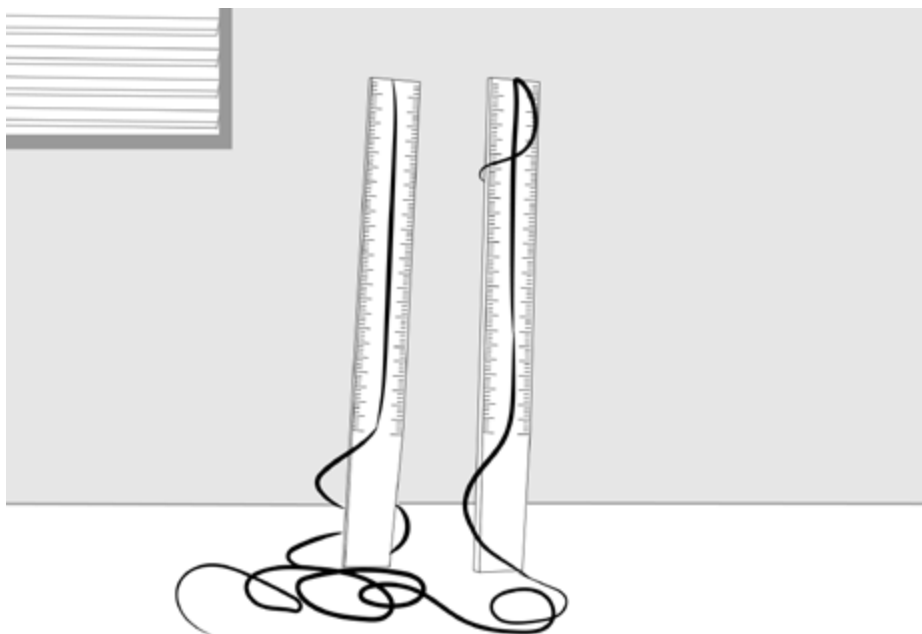
Le labourage en courbes de niveau consiste à aménager des lignes de niveau avec des dispositifs de nivellement du sol pour identifier les points d'élévation égale et à construire des lignes de niveau avec des tracteurs ou des animaux de trait et du travail humain. Les éléments de coût sont les dispositifs de cartographie des niveaux (niveau automatique, niveau d'eau ou cadre en A), les rubans à mesurer, la location de rabot monté sur tracteur ou de charrue tirée par bœufs, et la main-d'œuvre humaine. Alors que les niveaux automatiques peuvent être très coûteux, un cadre en A peut facilement être construit avec des matériaux disponibles localement. Le labourage en courbes de niveau peut nécessiter plus de main-d'œuvre que la culture en plaine. Toutefois, l'investissement initial élevé dans la main-d'œuvre pourrait être compensé par des économies de main-d'œuvre plus tard (par exemple par une diminution du besoin de désherbage).

11.5 Construction De Courbes De Niveau / Bunds

Outils nécessaires



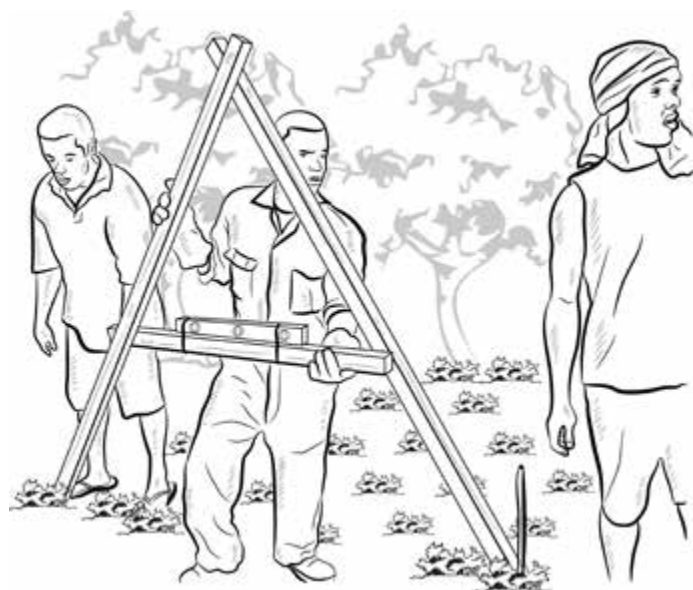
Niveau automatique



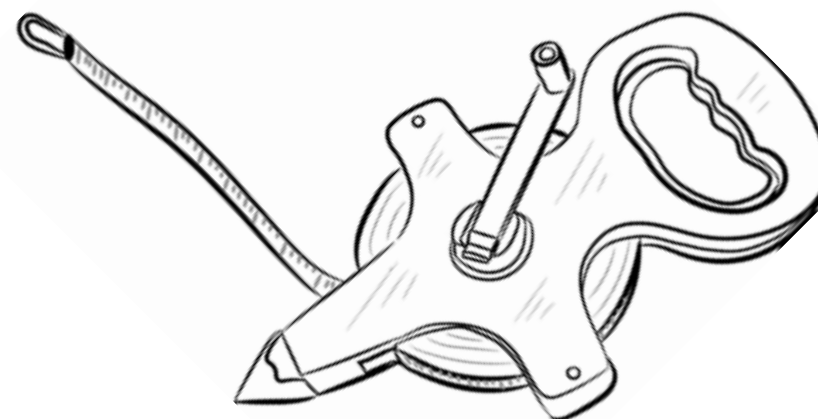
Niveau d'eau



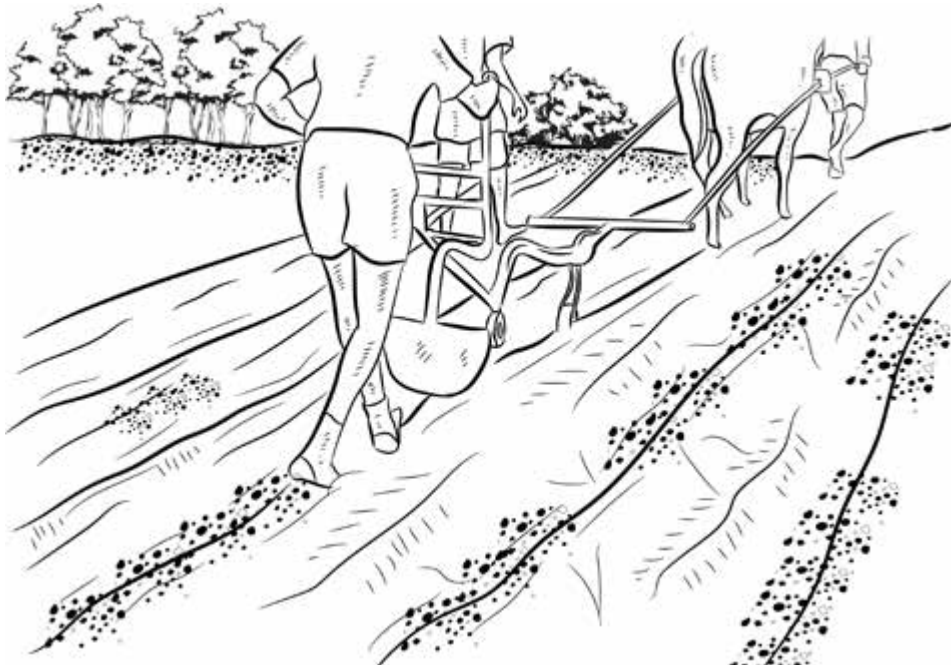
Cheilles et marteau



Cadre en A



Ruban à mesurer



Charrue ou houe

Étapes de construction

Étape 1 : Reconnaissance sur le terrain

- Explorez le champ pour déterminer l'étendue de l'érosion, les cours d'eau, les ravins, les grands arbres, les collines, etc. Cela peut être accompli par des promenades de transects.

Étape 2 : Jalonner la courbe de niveau

- La courbe de niveau est déterminée à l'aide d'un niveau automatique ou d'un cadre A (figure 11.4).
- Plusieurs bâtons sont enfoncés dans le sol à l'aide d'un marteau ou d'un morceau de bois pour tracer les lignes de niveau.
- Deux méthodes de relevé des courbes de niveau sont habituellement utilisées pour le relevé; Méthode directe et méthode indirecte.

Procédure de niveau direct avec niveau automatique

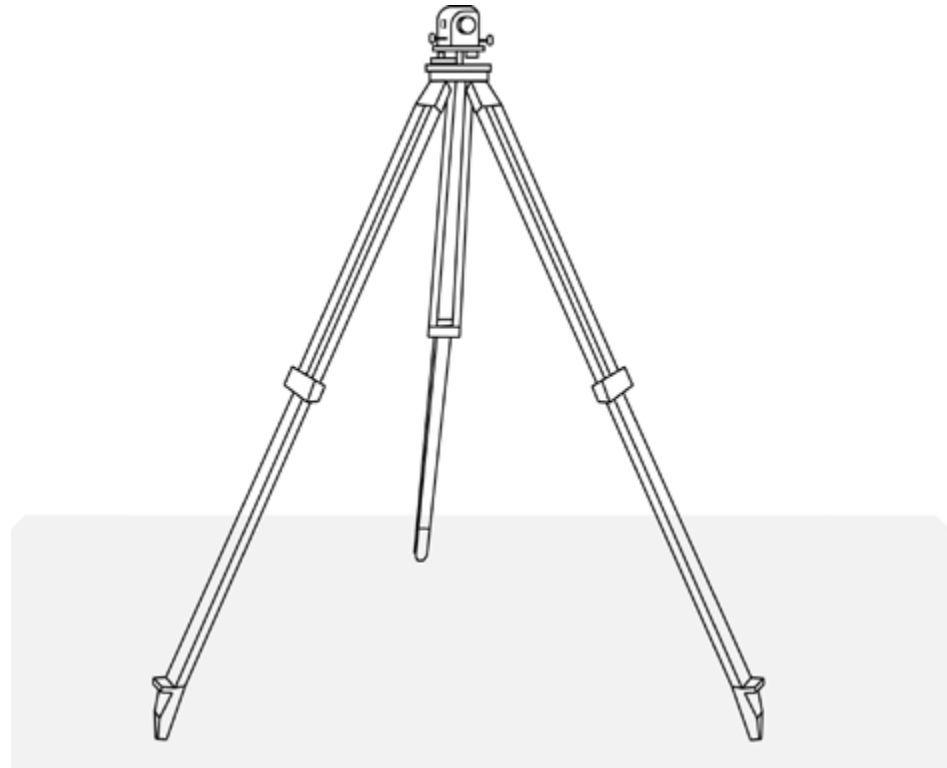


Figure 11.4 : Niveau automatique positionné sur un repère (BM)

- 1 : Établir un point de repère temporaire (B.M) dans la zone à l'étude. Avec un niveau automatique, commencer l'enquête par référence au B.M permanent par nivellement à la volée.
- 2 : Le niveau est ensuite positionné de manière à ce que le nombre maximal de points puisse être commandé à partir de la station d'instruments à travers le champ.
- 3 : La hauteur de l'instrument est déterminée en prenant une vue arrière sur le B.M. et en l'ajoutant au niveau réduit (R.L.) de l'indice de référence.
- 4 : La lecture de la portée nécessaire pour fixer des points sur les différents niveaux est déterminée en soustrayant le R.L. de chacun des niveaux de la hauteur de l'instrument.

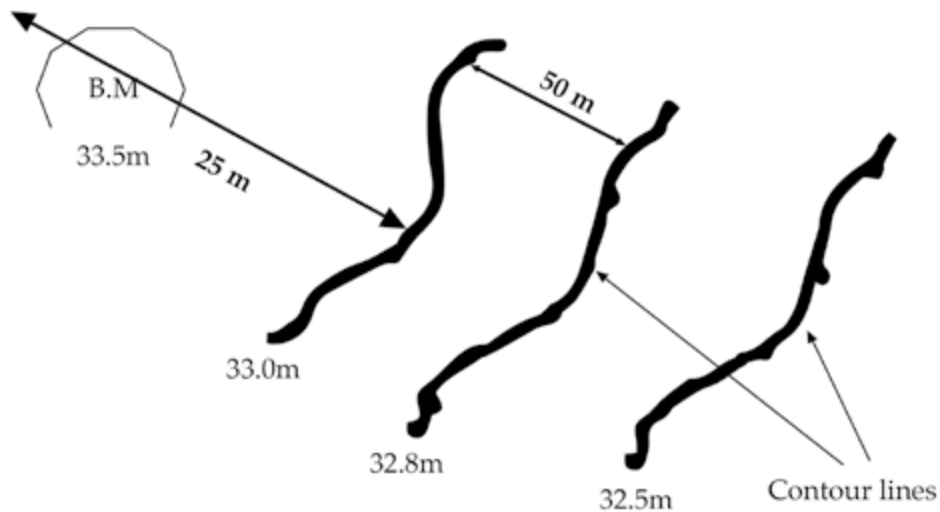


Figure 11.5 : Utilisation de l'image A pour cartographier les lignes de niveau

Exemple :

- Avec la hauteur de l'instrument de 33,5 m au BenchMark (BM), pour localiser les lignes de niveau 33,0 m, 32,8 m et 32,5 m, les lectures de portée seront de 0,50, 0,70 et 1,0 m respectivement.
- Le positionnement du personnel d'enquête est tel que plusieurs autres points peuvent être localisés jusqu'à ce que la lecture prévue soit obtenue.
- La ligne reliant tous ces points avec la même lecture donne le niveau requis.
- Un niveau est situé à la fois.
- Après avoir fixé les niveaux dans la plage de l'instrument, le niveau est décalé et mis en place dans une nouvelle position.
- Les lignes de niveau sont le chemin des courbes permanentes.
- La première ligne de niveau est habituellement exécutée à 25 m de la limite du champ.

i. Procédure pour le niveau direct à l'aide d'un Cadre en A

1: Fabriquez un Cadre en A.

- Un cadre en A est constitué de deux poteaux en bois et d'une traverse clouée ensemble en forme de majuscule A avec une base d'environ 90 cm. Un niveau de menuisier est monté sur la traverse (figure 11.6).



Figure 11.6 : Exemple d'une image A

2 : Localisez les lignes de niveau à l'aide de l'image A (figure 11.6).

- Une jambe du cadre en A est mise au sol, puis l'autre jambe est balancée jusqu'à ce que le niveau du menuisier montre que les deux jambes touchent le sol sur le même niveau.

- Un assistant enfonce une cheville à côté de la jambe arrière (première) du cadre en A.

3 : Continuez de répéter le processus de détermination des niveaux

- Le processus de détermination du niveau est répété avec des piquets tous les 3m à 5m d'intervalle jusqu'à ce qu'une ligne complète soit tracée, avant de commencer une autre ligne.
- Sur les pentes abruptes, la distance entre les courbes de niveau permanentes adjacentes devrait être d'environ 3 à 5 m (figure 11.7). Cependant, cette distance pourrait être augmentée jusqu'à environ 50 m sur des pentes très douces (1-2%).

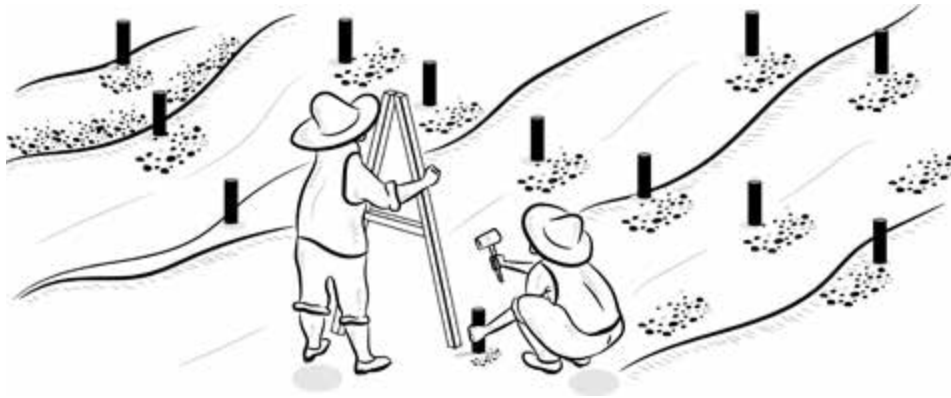


Figure 11.7 : Utilisation du cadre en A pour cartographier les lignes de niveau

Étape 3 : Construction de la courbe de niveau permanente

- Faire une courbe le long des lignes de niveau marquées à l'aide d'une courbe montée sur tracteur, d'une charrue tirée par des bœufs ou d'une houe. Les pieux serviront de guide lors de la préparation des courbes. La largeur de chaque courbe devrait être d'environ un mètre (figure 11.8). La courbe permanente peut être agrandie par 5-6 allers-retours d'une charrue de bœufs.
- Faire des courbes de plantation entre les courbes permanentes.

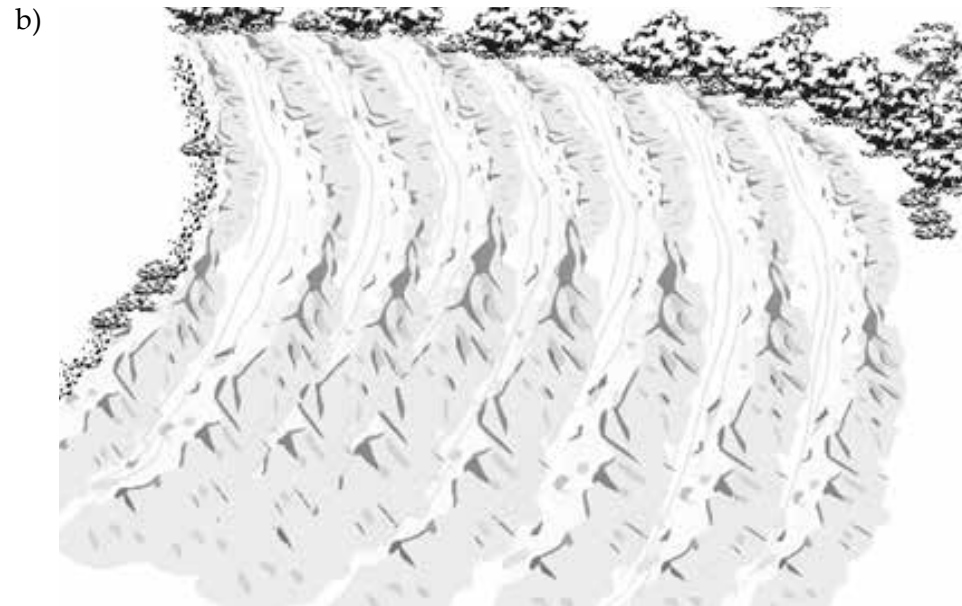


Figure 11.8. (a) Construction d'une courbe permanente le long de la ligne de niveau (b) Un champ avec des courbes de niveau

11.6 Entretien De La Courbe De Niveau Permanente

Un entretien minimal est requis si les courbes sont bien construites. L'entretien consiste à reconstruire les lignes et les courbes qui auraient pu s'effondrer en raison de fortes tempêtes. Des courbes permanentes pourraient être stabilisées en y plantant des herbes ou des arbres. Une fois stabilisées, les courbes permanentes ne devraient pas être cultivées (c.-à-d. labourées ou travaillées).

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module, est à des fins de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de façon appropriée. Toute omission est par la présente hautement regrettée. Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont gracieusement fournies par IWMI et le Dr Khalifa Traore.

Bibliographie

Birhanu, B. Z., Traoré, K., Sanogo, K., Tabo, R., Fischer, G. & Whitbread, A. M. (2020). Contour bunding technology-evidence and experience in the semiarid region of southern Mali. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1-9. <https://doi.org/10.1017/S1742170519000450>

Conservation Agriculture Manual (2005). Conserving Soil and Water. *African Conservation Tillage Network*, 20. www.act-africa.org (Accessed 10 January 2020)

Bekele, S. A., Lemperiere, P. & Tulu, T. (2009). *Training manual on agricultural water management*. IWMI (International Water Management Institute), Addis Ababa, Ethiopia, ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya and Adama University, Adama, Ethiopia.

Soil and Water Conservation (SWC) 1992: Technologies and Agroforestry Systems. Agroforestry Technology Transfer (ATIK)

Traore, K. & Birhanu, B. Z. (2019). Soil Erosion Control and Moisture Conservation Using Contour Ridge Tillage in Bougouni and Koutiala, Southern Mali. *Journal of Environmental Protection*, 10, 1333-1360. DOI: 10.4236/jep.2019.1010079

Traore, K., Sidibe, D. K., Coulibaly, H. & Bayala, J. (2017). Optimizing yield of improved varieties of millet and sorghum under highly variable rainfall conditions using contour ridges in Cinzana, Mali. *Agriculture and Food Security*, 6:11. DOI 10.1186/s40066-016-0086-0.

Traoré, K. B., Gigou, J. S., Coulibaly, H. & Doumbia, M. D. (2004). Contoured ridge-tillage increases cereal yields and carbon sequestration - Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions. *The 13th International Soil Conservation Organization Conference – Brisbane, July 2004* Paper No. 126 pages 1 – 6.

MODULE 12

Nivellement Au Laser – Surface
Conçue Pour L'irrigation

Nivellement Au Laser – Surface Conçue Pour L'irrigation

12.1 Nivellement Au Laser Pour Améliorer L'efficacité De L'irrigation De Surface

L'inégalité de la surface du sol peut influencer la répartition de l'humidité du sol, les interactions eau-nutriments et racines des cultures, ce qui pourrait influencer sur la germination, la croissance et le rendement des cultures. Le nivellement des terres est un précurseur de bonnes pratiques de gestion agronomique, des sols et des cultures. Les technologies de conservation des ressources fonctionnent mieux dans les champs bien nivelés et aménagés. Le problème de l'irrégularité des champs est plus prononcé dans les pratiques d'irrigation de surface que dans d'autres systèmes d'irrigation, ce qui affecte considérablement l'efficacité de l'irrigation. Les agriculteurs le reconnaissent et, par conséquent, consacrent une attention et des ressources considérables au nivellement de leurs champs. Cependant, les méthodes traditionnelles de nivellement des terres sont non seulement lourdes et longues, mais elles sont plus coûteuses avec de résultats médiocres – lorsque l'on compare le faible rendement/coût de nivellement traditionnel au rendement élevé/coût de nivellement au laser. Dans les pratiques traditionnelles, pour assurer le meilleur niveau d'eau dans le champ, une quantité considérable d'eau est gaspillée. Il est de notoriété publique que la plupart des agriculteurs appliquent de l'eau d'irrigation jusqu'à ce que toutes les parcelles soient complètement mouillées et recouvertes d'une fine couche d'eau. L'irrégularité des champs entraîne une utilisation inefficace de l'eau d'irrigation et retarde également le travail du sol et l'établissement des cultures. Les champs qui ne sont pas de niveau ont des peuplements de cultures inégaux, des charges accrues de mauvaises herbes et une maturation inégale des cultures. Tous ces facteurs contribuent à réduire le rendement et la qualité des grains, ce qui réduit le revenu potentiel. Le nivellement efficace des terres vise à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et l'établissement des cultures, ainsi qu'à réduire le temps et l'effort d'irrigation requis pour

gérer la croissance et le développement des cultures.

Ce module est conçu pour expliquer les avantages du nivellement technique des terres dans les champs, en particulier dans l'irrigation de surface, et aider à développer les compétences des fournisseurs de services, des agriculteurs et des opérateurs dans l'utilisation de la technologie laser pour obtenir une surface de champ de niveau. Il est également destiné à permettre aux utilisateurs d'identifier et de comprendre le fonctionnement des différents composants d'un système de nivellement contrôlé par laser et comment effectuer un dépannage de base.

12.2 Avantages Du Nivellement Des Terres

Des études ont indiqué qu'une quantité importante (20 à 25 %) d'eau d'irrigation est perdue pendant son application au champ en raison de la mauvaise conception et de l'irrégularité des champs (Shiv et al. 2014). Ce problème est plus prononcé dans le cas des rizières. Un nivellement efficace des terres réduit la charge de travail dans l'établissement et la gestion des cultures et augmente le rendement et la qualité. Le nivellement des terres améliore :

- Établissement de cultures
- Réduit les problèmes de mauvaises herbes
- Améliore l'uniformité de la maturité des cultures
- Réduit le temps nécessaire pour effectuer d'autres opérations
- Réduit la quantité d'eau requise pour les cultures

Les recherches ont montré une forte augmentation du rendement des cultures en raison d'un bon nivellement des champs.

Tableau 12.1 : Résultats des expériences de nivellement des terres menées par le CIAP au Cambodge entre 1996 et 1999.

Année	Rendement en riz (t/ha)	
	Champs nivelés	Champs non nivelés
1996	3.40	2.67
1997	2.27	1.46
1998	2.72	2.36
1999	2.34	2.00
Moyenne	2.72	2.19

Source : CIAP, 2000

Avantages observés du nivellement des terres dans l'irrigation de surface

- Le nivellement des terres augmente le rendement. Une grande partie de cette augmentation est attribuable à l'amélioration de la lutte contre les mauvaises herbes. L'amélioration de la couverture en eau des champs grâce à un meilleur nivellement des terres réduit les mauvaises herbes jusqu'à 40 %.
- Le nivellement des terres permet l'utilisation de champs plus grands. Les champs plus grands augmentent la superficie agricole et, par conséquent, améliorent l'efficacité opérationnelle.
- Le nivellement réduit la durée de plantation, de repiquage et d'ensemencement direct pour d'autres cultures comme le riz. Par exemple, une réduction possible du travail en passant du repiquage à l'ensemencement direct dans le riz est d'environ 30 jours-personnes par hectare.
- Il réduit d'au moins 10 % la quantité totale d'eau nécessaire à la culture.

Investissements dans le nivellement des sols

Le coût initial du nivellement des terres par des entrepreneurs et de machines est élevé. Les coûts varient en fonction de la topographie, de la forme du terrain et de l'équipement utilisé. Néanmoins, les avantages globaux sont nombreux.

Des études menées sur de nombreux sites ont montré que le coût réel varie de 3 \$ à 5 \$ par 10 mm de sol déplacé par hectare (Owen, 2012). Toutefois :

- Le coût initial de l'équipement peut être élevé pour les petits exploitants. Il y a des entrepreneurs et des prestataires de services qui procèdent au nivellement des terres au coût/mm de la terre déplacée.
- Les entrepreneurs exigent entre 30 \$ et 100 \$ par hectare selon le type de sol et les particularités physiques du champ. Cependant, à mesure que la sophistication de l'équipement augmente, le coût/hectare augmente également.
- Un godet de 2 mètres coûte 1 000 \$ à fabriquer localement. Un système à commande laser coûtera entre 10 000 \$ et 43 500 \$. Cependant, l'utilisation d'équipement plus sophistiqué augmente la surface qui peut être nivelée chaque jour.

Les tableaux 12.2 et 12.3 présentent une comparaison des coûts de nivellement des terres par hectare à l'aide de différents équipements et de la comparaison du nivellement avec d'autres méthodes de préparation des terres en tant qu'intrants dans la production végétale.

Tableau 12.2 : Comparaison du temps et des coûts pour le nivellement des terres au Cambodge

	Plateau de nivellement pour animaux	Lame de tracteur à 2 roues	Tracteur à 4 roues
Prix d'achat (\$)	500	1000	12000
Heure (jours)	12	7	0.5
Coûts d'exploitation (\$/ha)			
Main-d'œuvre	15.0	9.0	2.5
Carburant et huile		22.00	32.50
Réparations		5.00	7.50
Coût de pompage	6.00	6.00	
Coût fixe (\$/ha)			
Coût d'amortissement	12.00	4.00	7.50
Coût total	33.00	46.00	50.00

(Source : Owen, 2012)

Tableau 12.3 : Coût supplémentaire et avantage financier du nivellement des terres

Année	1	2	3	4	5	6	7	8
Coût supplémentaire (\$/ha)								
Nivellement	50	10	0	0	0	0	0	0
Labour	15	0	0	0	0	0	0	0
Engrais	13	6	0	0	0	0	0	0
Avantage financier (\$/ha)								
Rendement céréalier	53	53	53	53	53	53	53	53
Réduction du désherbage	8	8	8	8	8	8	8	8
Flux de trésorerie cumulatif	-17	38	99	160	221	282	343	404

(Source : Owen, 2012)

Bien que le coût initial du nivellement des terres soit une dépense supplémentaire, un flux de trésorerie sur plusieurs années montre que des avantages financiers découlent du nivellement des terres.

Un terrain bien nivelé présente un avantage pendant de nombreuses années. Si des techniques de labourage appropriées sont utilisées, il ne devrait pas être nécessaire de niveler l'ensemble du champ avant au moins huit à dix ans. Les agriculteurs sont encouragés à labourer du centre du champ vers l'extérieur plutôt que de continuer à utiliser la technique traditionnelle de labourage de l'extérieur du champ vers le centre. Les mesures sont effectuées dans les champs au cours des deuxième et troisième années après que le nivellement ait montré une très faible variation de la topographie de surface. Le champ est maintenu à un niveau constant après deux saisons agricoles.

12.3. Caractéristiques De Base D'un Système De Nivellement Au Laser

Le système à commande laser nécessite un émetteur laser, un récepteur laser, un panneau de commande électronique et une valeur de commande hydraulique à double solénoïde. L'émetteur laser transmet un faisceau laser, qui est intercepté par le récepteur laser monté sur le godet de nivellement. Le panneau de commande monté sur le tracteur interprète le signal du récepteur et ouvre ou ferme la valeur de commande hydraulique, ce qui fait monter ou descendre le godet.

12.3.1 Émetteur Laser

- C'est un dispositif auto-ajustable; il fonctionne en courant continu à partir d'une batterie rechargeable (3,7 volts) ou d'une batterie externe (12 volts).
- Ce dispositif est hermétiquement fermé pour protéger les composants internes (optiques, électriques, mécaniques, etc.) de l'eau, de la poussière et d'autres éléments météorologiques.
- L'émetteur laser se monte sur un trépied qui permet au faisceau laser de balayer au-dessus du tracteur sans obstruction.

- Avec le plan de lumière au-dessus du champ, plusieurs tracteurs peuvent travailler à partir d'un émetteur.



Émetteur laser

12.3.2 Récepteur Laser

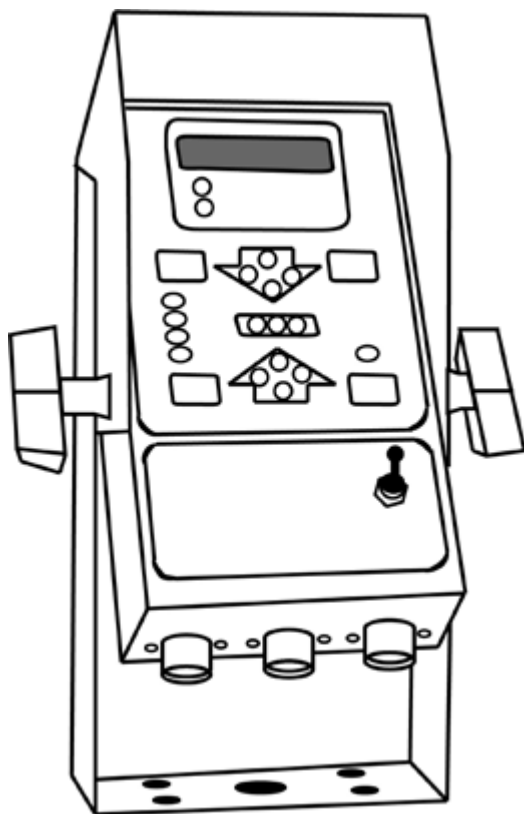
- Le récepteur laser est un récepteur omnidirectionnel qui détecte la position du plan de référence laser et transmet ces signaux au boîtier de commande.
- Le récepteur est monté sur un mât manuel ou électrique fixé à le godet.



Récepteur laser

12.3.3 Boîtier De Commande

- Le boîtier de commande accepte et traite les signaux du récepteur monté sur la machine.
- Il affiche ces signaux pour indiquer la position de le godet traînant par rapport à la pente finie.
- Lorsque le boîtier de commande est réglé sur automatique, il fournit une sortie électrique pour piloter la valeur hydraulique.
- Le boîtier de commande se monte sur le tracteur à portée de main de l'opérateur.
- Les trois commutateurs du boîtier de commande sont les suivants : marche/arrêt, Auto/Manuel et Levée/Abaissement manuel (ce qui permet à l'opérateur de soulever ou d'abaisser manuellement le godet)

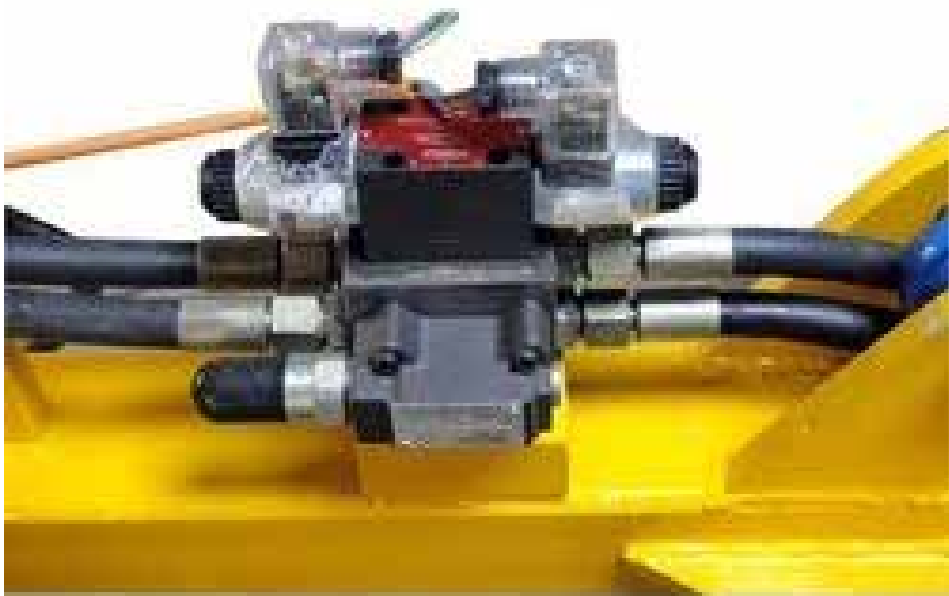


Une vue du panneau de commande
(Source : <https://www.meilaser.com/Laser-Machine-Control-Products>)

12.3.4 Système De Commande Hydraulique

Le système hydraulique du tracteur sert à fournir de l'huile pour soulever et abaisser le godet de mise à niveau. L'huile fournie par la pompe hydraulique du tracteur est normalement fournie à une pression comprise entre 2000 et 3000psi. Comme la pompe hydraulique est une pompe volumétrique qui pompe toujours plus d'huile que nécessaire, une soupape de surpression est nécessaire dans le système pour retourner l'excédent d'huile au réservoir du tracteur. Si cette soupape de décharge n'est pas assez grande ou si elle fonctionne mal, la pompe hydraulique du tracteur peut être endommagée.

- Dans la mesure du possible, il est conseillé d'utiliser le système hydraulique externe à distance du tracteur, car ce système comporte une soupape de décharge intégrée qui doit être installée avant la soupape de commande. La valeur de contrôle du solénoïde, lorsqu'elle est fournie par les fabricants de laser, a une soupape de décharge intégrée.
- La vanne de commande électromagnétique contrôle le flux d'huile vers le vérin hydraulique qui soulève et abaisse le godet.
- Le vérin hydraulique peut être connecté en tant que vérin à simple effet, une seule conduite d'huile est connectée au vérin.
- Un reniflard d'air est placé dans l'autre connexion du vérin pour éviter la contamination par la poussière du côté non fonctionnel du vérin. Dans cette configuration, le poids du godet est utilisé pour l'abaissement.
- La vitesse à laquelle le godet monte et descend dépend de la vitesse de fonctionnement. Plus la vitesse au sol est élevée, plus le godet devra s'adapter rapidement.
- La vitesse à laquelle le godet monte et descend dépend de la quantité d'huile fournie à la ligne de distribution. Lorsqu'une soupape de décharge à distance est utilisée avant la soupape de commande, le réglage de la pression sur cette soupape changera la vitesse de montée/descente.
- Les vannes de commande fournies par le fabricant du laser ont un réglage de pression sur la vanne de décharge de dérivation et sur les vannes de montée et de descente.
- Lors de l'utilisation d'un vérin hydraulique, le vérin doit être positionné de manière à ce que le corps du vérin soit connecté de manière à pousser à partir du cadre du godet plutôt que des roues de commande de profondeur.



Système de commande hydraulique

12.3.5 Exigences Terrestres Au Niveau Laser

Le nivellement au laser garantit que le sol est déplacé des points hauts vers les points bas de la manière la plus rentable possible. Dans la plupart des cas, les champs devront être labourés et un relevé topographique devra être effectué avant le début du nivellement.

12.3.6 Labourer Le Champ

Labourer le champ de préférence à partir du centre du champ vers l'extérieur. Il est préférable de labourer le champ lorsque le sol est humide parce que si le sol est labouré à sec, une augmentation significative de la puissance du tracteur est nécessaire et des mottes de grande taille peuvent en résulter. Si le sol est très sec, les opérations de labour primaire et secondaire sont nécessaires, tous les résidus de surface doivent être coupés ou enlevés pour faciliter l'écoulement de la terre depuis le godet.

12.3.7 Relevé Topographique

Une fois le champ labouré, vous devez effectuer un relevé topographique pour consigner les points hauts et bas du champ. Autres étapes à suivre :

- À partir des relevés effectués, vous pouvez ensuite établir la hauteur moyenne du champ en prenant la somme de toutes les relevés et en divisant par le nombre de relevés effectués.
- Ensuite, à l'aide d'un diagramme de champ et de la hauteur moyenne du champ, vous pouvez déterminer une stratégie pour déplacer efficacement le sol des zones hautes vers les zones basses.
- Les lasers sont désormais largement utilisés pour effectuer un relevé topographique.
- Ils sont très précis, simples à utiliser et facilement disponibles dans la plupart des pays. Les enregistrements peuvent être effectués dans un rayon de 300m autour de l'émetteur.
- Le système de surveillance laser se compose d'un émetteur laser, d'un trépied, d'une tige de mesure et d'un petit récepteur laser.
- L'un des principaux avantages des relevés laser est sa précision, sa simplicité d'utilisation et le fait qu'une seule personne est nécessaire.

12.3.8 Autre Équipement Requis

Les autres équipements et matériaux nécessaires à la réalisation d'un système laser pour l'arpentage topographique comprennent :

- **Un ruban de 100 mètres.** Les rubans métalliques blancs sont plus précis, les rubans en fibre de verre sont généralement plus robustes.
- **Portée :** Si une tige de mesure n'est pas disponible. La portée a préféré une métrique, verticale avec un modèle E-type,. Vérifier la précision de l'échelle sur la portée à l'aide de ruban d'acier, car certaines faces de la portée peuvent être écartées d'un centimètre ou plus.
- **Boussole :** Si des directions et des relèvements doivent être consignés, une boussole sera nécessaire. La boussole peut être utilisée pour régler le nord magnétique sur le niveau et permettre de prendre des enregistrements à partir de celui-ci.
- **Piquets/marteau :** Des piquets, de préférence peints en blanc, sont

nécessaires surtout pour le marquage d'un quadrillage ou de marques temporaires.

- **Carnet :** Un carnet de notes est nécessaire pour consigner toutes les mesures et tous les autres renseignements nécessaires pour donner un sens au travail d'enquête effectué sur le terrain. Il faut consigner suffisamment de détails pour que les niveaux puissent être revérifiés au besoin.

Étapes du relevé topographique au laser

- Ouvrir les pieds du trépied et ajuster le positionnement individuel des pieds jusqu'à ce que la plaque de base soit relativement plane. Utilisez l'horizon comme guide visuel pour obtenir le niveau de la plaque de base.
- Fixer l'émetteur laser à la plaque de base. Si le laser n'est pas auto-nivelé, ajuster les vis individuelles sur la base de l'émetteur pour placer la bulle au centre des deux cercles.
- La plupart des lasers ne tournent que si l'émetteur est de niveau.
- Une fois que l'émetteur est à niveau, fixez le récepteur à la portée et activez le moniteur sonore. Le laser est maintenant prêt à enregistrer les hauteurs.

12.4 Domaine D'Application Et Limitation

Taille du terrain

Le nivellement laser est plus efficace pour les champs de taille et de forme régulières.

Coût d'exploitation

Le coût initial du nivellement des terres à l'aide d'entrepreneurs et de machines est élevé. Les coûts varient en fonction de la topographie, de la forme du terrain et de l'équipement utilisé. Une fois qu'un champ a été nivelé, il faut modifier les techniques de labourage pour le maintenir à niveau. Bien que le coût initial du nivellement des terres soit une dépense supplémentaire, un flux de trésorerie sur plusieurs années montre que des avantages financiers découlent du nivellement des terres.

Formation (p. ex., agriculteurs et exploitants)

Des opérateurs qualifiés sont nécessaires pour régler/ajuster les paramètres

du laser et faire fonctionner le tracteur. Il faudrait donc organiser une formation pour les agriculteurs, les entrepreneurs et les fonctionnaires, des démonstrations, des journées sur le terrain et des ateliers pour tous les intervenants.

12.5 Étapes Requises Pour Nivelier Le Champ

Le nivellement d'un champ comprend les étapes suivantes :

1. Le godet de commande laser doit être positionné à un point qui représente la hauteur moyenne du champ.
2. La lame de coupe doit être placée légèrement au-dessus du niveau du sol.
3. Le tracteur doit ensuite être conduit dans une direction circulaire des zones élevées vers les zones inférieures du champ.
4. Pour maximiser l'efficacité du travail, dès que le godet est presque rempli de terre, l'opérateur doit tourner et se diriger vers la zone inférieure. De même, dès que le godet est presque vide, le tracteur doit être tourné et ramené vers les zones plus élevées.
5. Lorsque tout le champ a été couvert de cette manière circulaire, le tracteur et le godet doivent alors effectuer une dernière passe de nivellement en longues descentes de l'extrémité supérieure du champ à l'extrémité inférieure.
6. Le champ doit ensuite être inspecté de nouveau pour s'assurer que le niveau de précision souhaité a été atteint.
7. Dans les zones humides où la traction est faible ou où le tracteur risque de s'enliser, il faut prendre soin de remplir les zones humides à partir du bord concerné par un mouvement circulaire.
8. Si les champs sont labourés sur des terres et des travaux de nivellement entrepris dans les zones de tassement du sol la deuxième année, les champs ne devraient pas nécessiter d'autres travaux de nivellement importants pendant au moins 8 ans.

12.5.1 Estimation Du Temps Nécessaire Pour Le Découpage Et Au Remplissage

Le temps nécessaire pour nivelier le champ peut être calculé en connaissant la profondeur moyenne de coupe à partir de la carte coupe/remplissage,

les dimensions du champ, le volume de sol qui peut être déplacé par le godet et la vitesse de fonctionnement du tracteur. L'exemple suivant montre comment estimer le temps nécessaire à la coupe et au remplissage.

Exemple 2 : Estimation de la durée

Variable	Calcul	Exemple
Dimensions du champ (m)	Aucun	100 m x 50 m
Profondeur moyenne à couper (cm)	Aucun	25 cm
Dimensions du godet de nivellement	Aucun	2m x 1m x 1m
Remplissage de godet	Aucun	50%
Vitesse du tracteur (moyenne de la vitesse lorsque le godet est plein et vide en km/h)	Moyenne calculée	8km/h ou 8000m/h
Volume de sol à déplacer	Superficie du terrain/2 x profondeur moyenne de coupe en mètres (m)	$100 \times 50 / 2 \times 0,25 = 625 \text{m}^2$
Volume de terre dans le godet (m ³)	Dimensions du godet x remplissage du godet	$2 \times 1 \times 1 \times 0,5 = 1 \text{m}^3$
Nombre de déplacements requis	Volume de terre à déplacer x nombre de déplacements	$625 / 1 \times 2$ (plein et vide) = 1250 voyages
Durée moyenne du voyage	50% du terrain	$100 / 2 \text{ m} = 50 \text{ m}$
Distance totale parcourue (m)	Nombre de déplacements x distance moyenne de déplacement (m)/ vitesse (m/h)	$1250 \times 50 = 62500 \text{ m}$ $62500 / 8000 = 7,77$ heures

Dans l'exemple 2, environ **8 heures** sont nécessaires pour niveler ce champ. Il s'agit d'une estimation qui varie selon les compétences de l'opérateur, le type de sol et les conditions d'exploitation.

12.5.2 Dépannage

Problème	Cause/solution
Le godet ne s'élève pas ou ne s'abaisse pas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier si l'émetteur fonctionne ▪ Vérifier les connexions hydrauliques ▪ Vérifier les connexions électriques sur le solénoïde ▪ Vérifier le réglage de la soupape de surpression sur la soupape de commande ▪ Vérifier la présence de contamination dans les conduites d'huile
Le godet ne répond pas dans certaines parties du champ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ligne de vision bloquée entre l'émetteur et le récepteur ▪ Récepteur de la même hauteur que la cabine du tracteur ▪ Faisceau laser au-dessus ou en dessous de la hauteur du récepteur
Le godet ne se déplacera que dans une seule direction	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier les connexions hydrauliques ▪ Vérifier les connexions électriques sur le solénoïde ▪ Vérifier le réglage de la soupape de surpression sur la soupape de commande ▪ Vérifier la présence de contamination dans les conduites d'huile
Les secousses de godet au début	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Huile froide ou sans charge dans le godet ▪ Vérifier le réglage de la soupape de surpression
Le godet se soulève et tombe automatiquement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier la ligne de vision ▪ Vérifier les connexions électroniques sur le solénoïde ▪ Vérifier le niveau d'huile dans le circuit hydraulique du tracteur

Problème	Cause/solution
Champ inégal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Voyage trop rapide ▪ Vitesse de montée et de chute trop lente
Champ, pas de niveau ou de pentes dans le mauvais sens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier le niveau/l'étalonnage de l'émetteur ▪ Sol trop compacté pour le godet à couper
Le sol ne s'écoule pas du godet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sol trop humide ▪ Trop de matières étrangères dans le sol
Le sol ne coule pas dans le godet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trop de résidus de cultures/mauvaises herbes à la surface ▪ Sol trop compacté

Plus D'informations Sur

Laser Land Levelling animation (IRRI) : Soil is Life chaîne YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=kRAwyr6oK7Q> (consulté le 5 décembre 2020)

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module, est à des fins de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de façon appropriée. Toute omission est par la présente hautement regrettée. La vidéo Laser Land Levelling Animation provient de l'Institut international de recherche sur le riz. La chaîne YouTube Soil is Life est reconnue. Toutes les photographies utilisées dans ce manuel sont la courtoisie du Dr. Bashir Ahmed.

Bibliographie

- Shiv, K. L., Harminder, S. S. & Manpreet, S. (2014). *Laser-Guided Land Leveling and Grading for Precision Farming*, Punjab Agricultural University, Ludhiana.
- CIAP (2000). Annual Research Report, 1999. Cambodia-IRRI-Australia Project, Phnom Penh.
- Owen, W. (2012). *Land Leveling – Techniques and Benefit*. Proceedings: Asian Irrigation Forum, 11-13 April 2012, Manila, Philippines.

MODULE 13

Techniques De Conservation De
L'humidité Du Sol

Techniques De Conservation De L'humidité Du Sol

13.1 Récupération De L'Eau Sur Place Pour La Conservation De L'Humidité Du Sol

Les plantes ont besoin d'une humidité adéquate du sol tout au long de la période de croissance active, car l'humidité du sol est essentielle au développement physiologique et à l'absorption des nutriments. Dans les systèmes de culture pluviaux, il y a des périodes où l'humidité du sol devient insuffisante soit parce qu'il y a une sécheresse - lorsque la pluie n'est pas suffisante pour répondre aux besoins en eau de la plante - ou il y a une cessation inattendue de la pluie beaucoup plus tôt que d'habitude. C'est un défi majeur dans les zones écologiques sèches. Même dans ces zones, où la pluviométrie annuelle moyenne est inférieure à 900mm, un pourcentage important de la pluie est également perdu par le ruissellement. Grâce aux techniques de conservation de l'eau, davantage d'eau pourrait être mise à disposition pour le développement des cultures. De nombreuses techniques de prélèvement d'eau sur place sont efficaces pour améliorer l'humidité du sol. Ces techniques, lorsqu'elles sont correctement mises en œuvre, réduisent le ruissellement dans la zone des hautes terres. Ils sont efficaces pour améliorer la rétention d'eau, l'infiltration et ainsi augmenter l'humidité du sol disponible pour le développement des cultures. Bien que bon nombre de ces techniques puissent être utilisées dans différents terrains, elles doivent être sélectionnées en fonction des particularités du domaine spécifique. Ce module traite de quelques-unes de ces techniques de conservation sur place de l'humidité du sol. Il décrit également les bases de leur mise en œuvre sur le terrain.

13.2 Techniques De Conservation De L'Humidité Du Sol

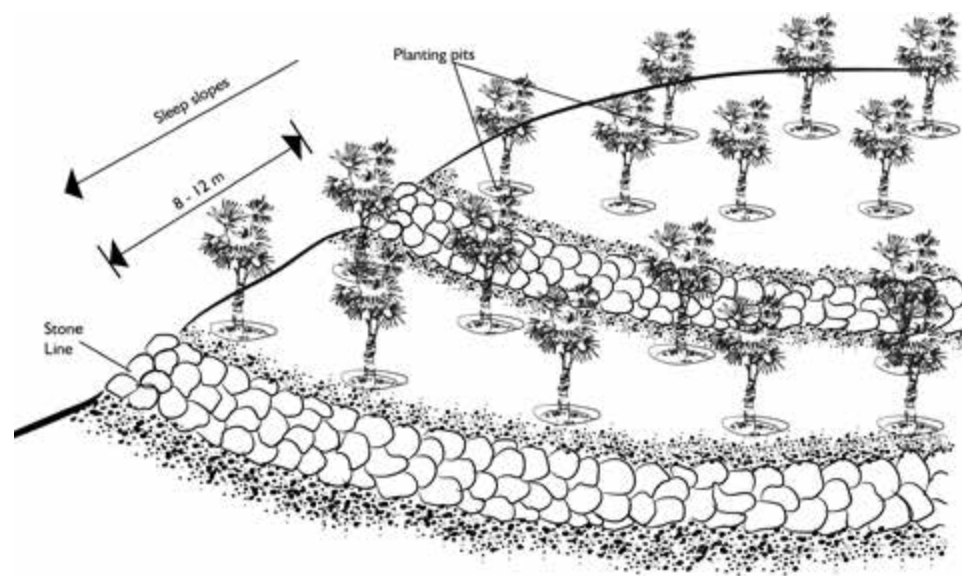
Les techniques de conservation de l'eau sur place visent essentiellement à créer un moyen pour retenir l'eau de pluie afin d'augmenter le temps disponible pour l'infiltration de l'eau. Cela permet de remplir les pores du sol et de rendre l'eau disponible pour les cultures au-delà de la période de

pluie. Ces techniques réduisent également l'érosion de l'eau puisqu'elles réduisent le pouvoir érosif du ruissellement dans le champ. En particulier, dans les endroits où la pente est légèrement abrupte, les techniques de conservation de l'eau du sol peuvent aider considérablement à réduire la perte de sol.

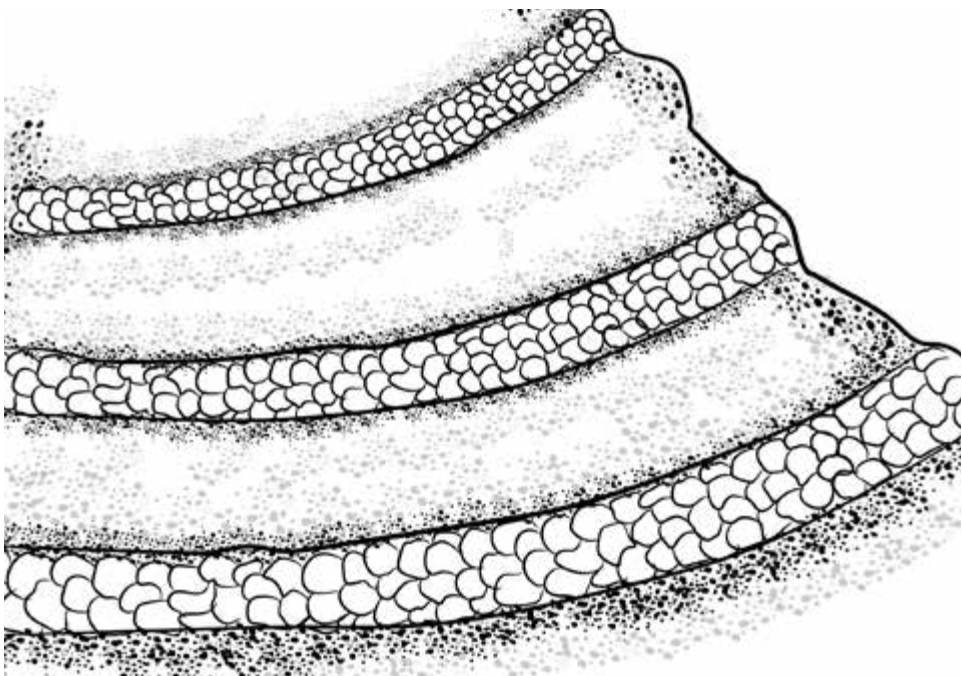
Il y a beaucoup de ces techniques. Il s'agit notamment de :

- Courbes de niveau ou digues
- Dignes et sillons noués
- Lignes de pierres
- Micro-bassin en forme de demi-lune
- Fosses de plantation (Zai)

Ces technologies peuvent également être combinées pour améliorer leur efficacité. Par exemple, des micro-bassins ou des fosses de plantation peuvent être réalisés à l'intérieur d'une courbe de niveau créée.



Courbe de niveau



Lignes de pierre



Zai – Plantation de noyaux de mil

13.3 Avantages Potentiels

Les techniques de récupération sur place de l'eau et de conservation de l'humidité du sol présentent de nombreux avantages dans le paysage de production. Les barrières en forme de haie ou de ligne de pierre qui traversent les pentes le long des courbes de niveau limitent directement le ruissellement. On sait que ces mesures réduisent le pouvoir érosif du ruissellement et limitent le volume de sol qui peut être transporté de la surface du sol. Ceci est plus bénéfique dans les terrains avec une pente raide et des précipitations intenses. Lorsque du sol détaché est emprisonné dans les bassins ou les barrières créés par les diguettes, les courbes ou les fosses attachées, moins d'éléments nutritifs sont retirés du champ. La plupart des mesures garantissent que l'eau de pluie est retenue plus longtemps dans la barrière ou les enceintes créées. Cela permet à l'eau de s'infiltrer pendant une période plus longue. Le remplissage des pores du sol devient un type de stockage pour les racines des plantes. Certaines mesures de conservation de l'humidité du sol comme le paillage réduisent considérablement l'évaporation du sol. Cela réduit le taux de sécheresse du sol même dans un environnement sec. Une combinaison de ces mesures pourrait accroître les avantages.

13.4 Descriptions Et Domaine D'application

Les techniques de conservation de l'eau sur place sont applicables dans la plupart des écologies. Ce manuel décrit quatre (4) principaux types. Ces techniques de conservation de l'eau profitent du contour du champ. Le débit d'eau le long de la pente principale est retenu par l'une ou l'autre de ces techniques lorsqu'il est mis en œuvre sur la pente. L'efficacité dépend des caractéristiques physiques sur le terrain. Ces caractéristiques sont décrites comme conditions nécessaires, comme il est indiqué ci-dessous. Les manuels du African Conservation Tillage Network et de l'International Water Management Institute – Conservation Agriculture (2005) et de Seleshi et al., (2009) respectivement – sont de bonnes références pour ces pratiques.

1. Courbes de niveau ou diguettes

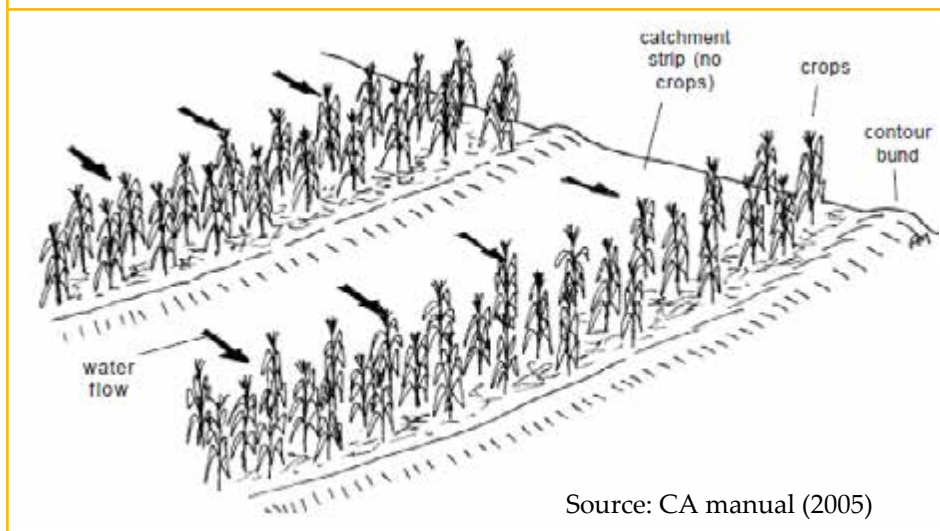
Suivant la pente principale dans un champ, les lignes de contour sont cartographiées (voir le module 9) et des digues de terre espacés par

intervalles sont créés à travers la pente. Les courbes de niveau peuvent être mis en œuvre à grande échelle avec les courbes construites à l'aide de machines. L'espace entre deux courbes peut comprendre un bassin de rétention d'eau où l'eau s'écoule doucement vers la zone plantée.

Il convient à différentes cultures, fourrage, céréales et arbres. Comme c'est le cas pour les autres techniques de récupération d'eau dans les micro-bassins hydrographiques, le système, lorsqu'il est bien construit et que le ruissellement est élevé, réduit le ruissellement et l'érosion dans le bassin hydrographique. Lorsque la pente est raide et que les précipitations sont intenses, la possibilité de défaillance augmente. Cependant, cela peut être géré en détournant le flux d'eau entrante du champ par la construction de canaux de drainage importants.

Conditions

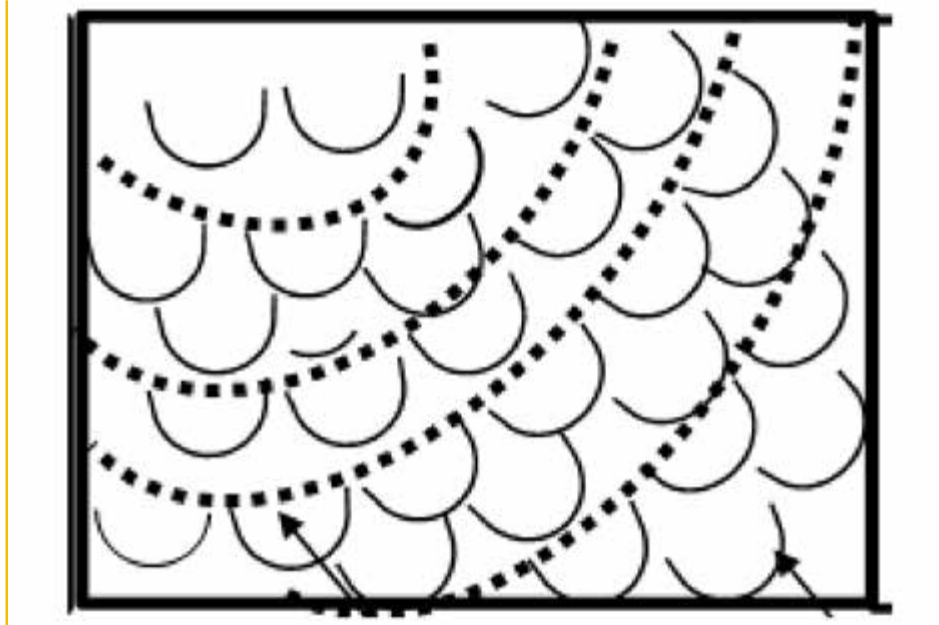
- pluviométrie: 200–750 mm; des zones semi-arides aux zones arides.
- Terres: terres agricoles
- Pentés : De plat jusqu'à 5,0%.
- Topographie : Doit être uniforme, sans ravins ni criques.



Source: CA manual (2005)

Lignes de pierre : Là où les blocs de pierre sont disponibles en abondance, les courbes peuvent également être fabriquées avec des pierres et construites avec des matériaux de terre. Cela renforcera la force de la courbe

- pluviométrie : 200 mm–750 mm; des zones arides aux zones semi-arides.
- Terres: terres agricoles, terres pastorales
- Pentés : De préférence en dessous de 2%.
- Topographie : Ne doit pas être complètement uniforme.
- Disponibilité des pierres : Bonne fourniture locale de pierres de préférence sur place.

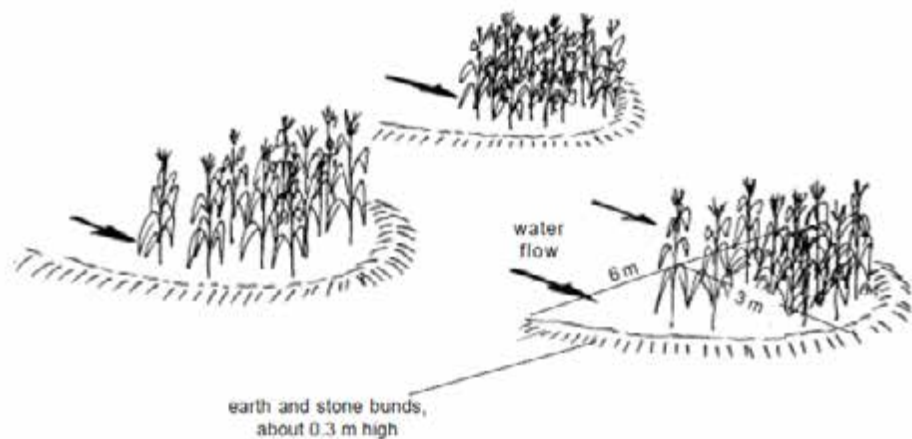


2. **Micro-bassins hydrographiques en forme de demi-lune** : Ce sont de petits amas de terre semi-circulaires. Elles sont assez communes en bordure du désert du Sahel, où elles sont appelées "demi-lunes". Les demi-lunes attrapent l'eau qui descend une pente. Des cultures

comme le sorgho, le mil et le niébé peuvent être plantées dans la partie inférieure des demi-lunes en utilisant des techniques d'agriculture de conservation. Les demi-lunes sont utiles pour réhabiliter les terres dégradées.

Conditions

- Pluviométrie : 200 à 750 mm : des zones arides aux zones semi-arides.
- Sols : Tous les sols qui ne sont pas trop superficiels ou salins.
- Pentés : En dessous de 2%, mais avec des dessins de bunds modifiés jusqu'à 5%.



Source : Manuel de l'AC (2005)

3. Fosses de plantation

Les fosses de plantation sont des trous circulaires très simples creusés à la main ou mécaniquement pour recueillir l'eau (ruissellement) et, ainsi, laisser le temps pour une infiltration accrue. Les cultures sont plantées directement dans la fosse et le fumier est également épandu pour améliorer les éléments nutritifs du sol pour le développement des plantes. Il est connu comme *Zai* au Burkina Faso ou *Tassa* au Niger. C'est une pratique courante, mais elle peut faire beaucoup de différence lorsqu'il y a une

sécheresse à un stade avancé du développement des cultures.

Chaque fosse mesure environ 20 à 40 cm de diamètre et 15 à 20 cm de profondeur. Les fosses de plantation exigent beaucoup de travail, surtout lorsque le sol est sec. Cependant, les fosses peuvent être utilisées pendant de nombreuses saisons après leur fabrication. On sait qu'ils produisent de bons rendements dans des régions où, autrement, les cultures pourraient mourir en raison d'un manque d'eau ou d'une sécheresse soudaine. *Zai* n'est pas recommandé sur les sols sablonneux et dans les basses terres. En effet, sur un sol sablonneux, les trous ne sont pas stables et, dans les basses terres, *Zai* risque d'être inondée en permanence.

Conditions :

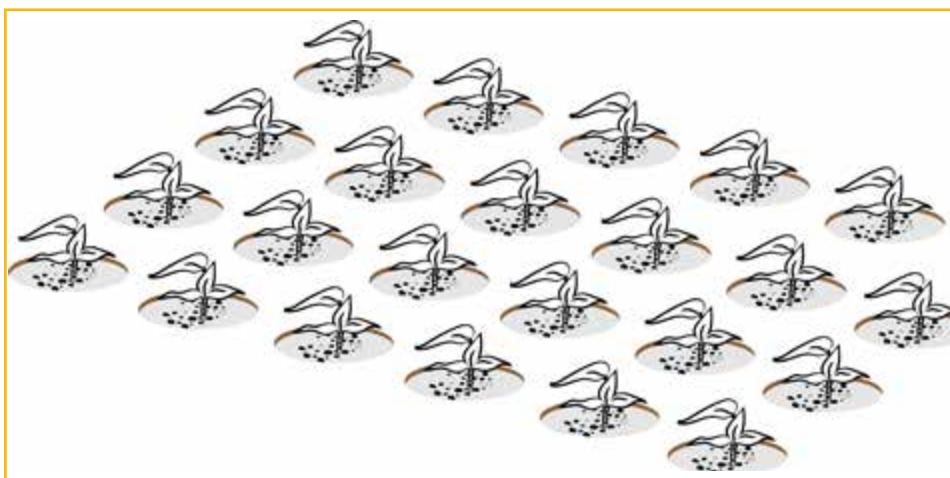
Précipitations : 350 à 800 mm/an
 Pente = < 5%

Dimensions:

- profondeur de 15 à 20 cm
- diamètre de 10 à 40 cm
- Espacement de 50 à 100 cm



Source : Manuel de l'AC (2005)



4. Diguettes et sillons noués

Les diguettes sont faites pour créer un meilleur lit pour la croissance des plantes. Ils sont également utiles pour exploiter les nutriments du sol dans les sols marginaux. Le sillon créé entre deux diguettes peut devenir un cours d'eau pour le ruissellement. Les techniques de conservation de l'eau sur place des diguettes ou des sillons noués transforment le sillon entre les diguettes en un bassin de stockage d'eau temporaire en bloquant le sillon à intervalles réguliers. L'eau qui est retenue dans ces nombreux 'étangs' dans le sillon peut s'infiltrer dans les pores du sol. Cela améliore la disponibilité de l'humidité du sol pour le développement des cultures.

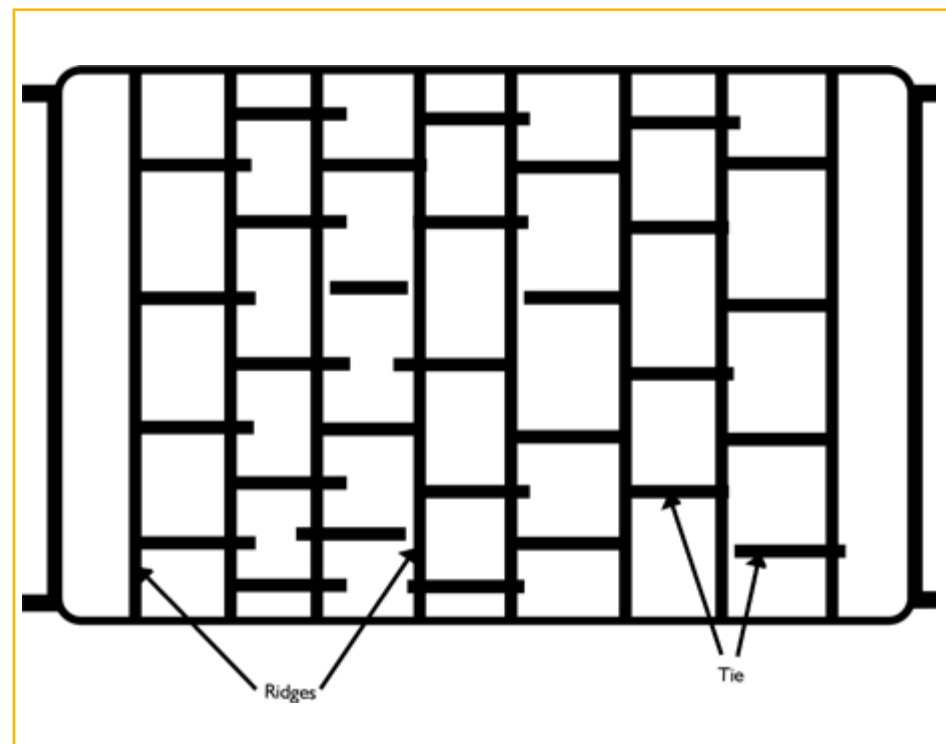
Conditions :

Précipitations : 350 à 500 mm/an

Pente = <3%

Dimensions:

- profondeur : suit la profondeur du sillon (jusqu'à 30 cm)
- Espacement de 50 à 100 cm



13.5 Mise En Œuvre De Techniques De Conservation De L'Eau Sur Place

i. Courbes de niveau et digues de contour

- La cartographie et la construction de courbes de niveau pour l'agriculture en courbes de niveau sont abordées dans le module 9.
- Après la construction des courbes, toutes les autres exploitations agricoles continuent de suivre les pratiques exemplaires. Le travail du sol, la plantation et d'autres pratiques agronomiques pour toutes les cultures afin d'obtenir le meilleur rendement possible devraient être respectées.

ii. Micro-bassin en forme de demi-lune

Aménagement et construction de courbes semi-circulaires

Première étape

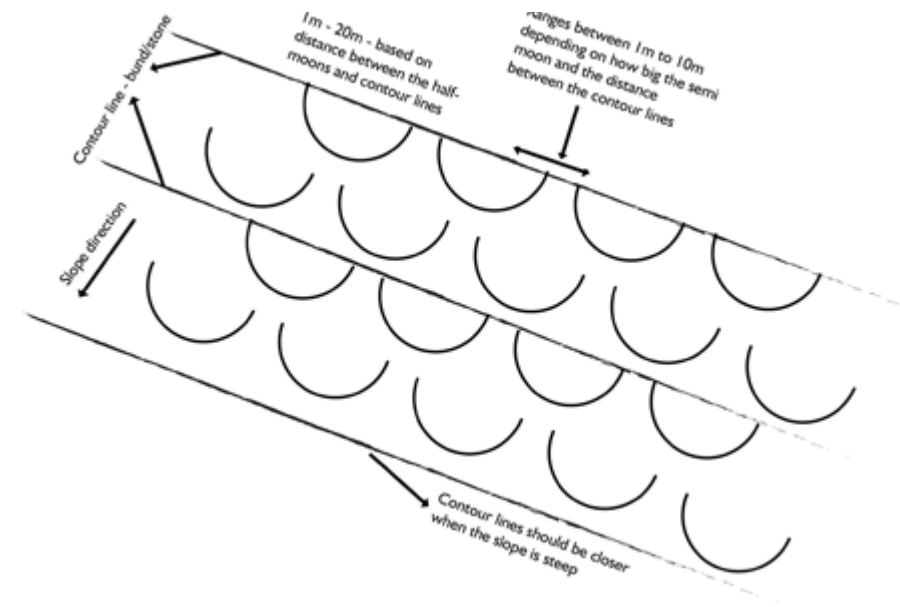
- Surveillance contour par niveau de ligne (voir Module 10)

Deuxième étape

- Utiliser un ruban à mesurer pour marquer les extrémités des bandes sur le contour.
- Marquer le point central entre les pointes avec une cheville.
- Fixer un morceau de ficelle de la longueur du rayon à la cheville centrale.
- Balancer l'extrémité de la bande d'un bout à l'autre.
- Marquez la ligne de la balançoire avec des chevilles ou de petites pierres.

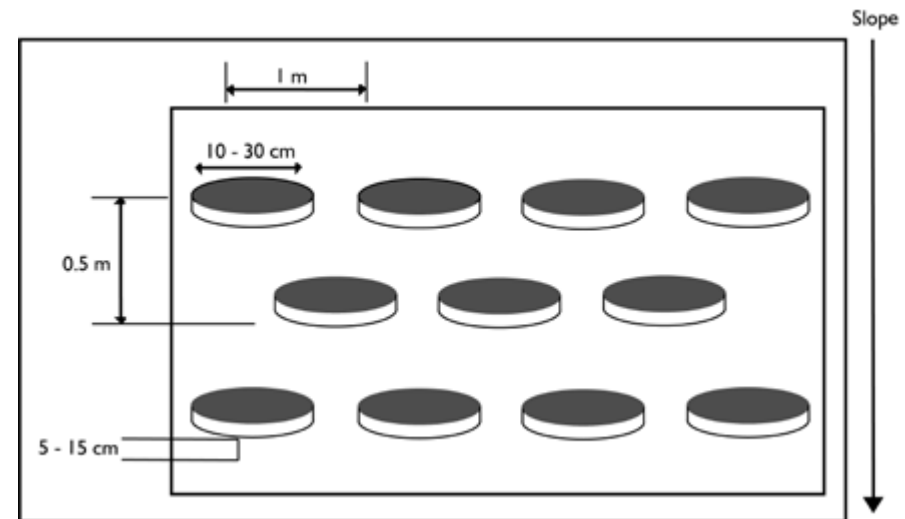
Étape trois

- Surveiller et construire les bunds dans le second et tous les autres.
- Les rangées sont identiques, mais décalées.



Adapté de Seleshi et coll., 2009

iii. Fosses de plantation



Source : Seleshi et coll., 2009

Étapes :

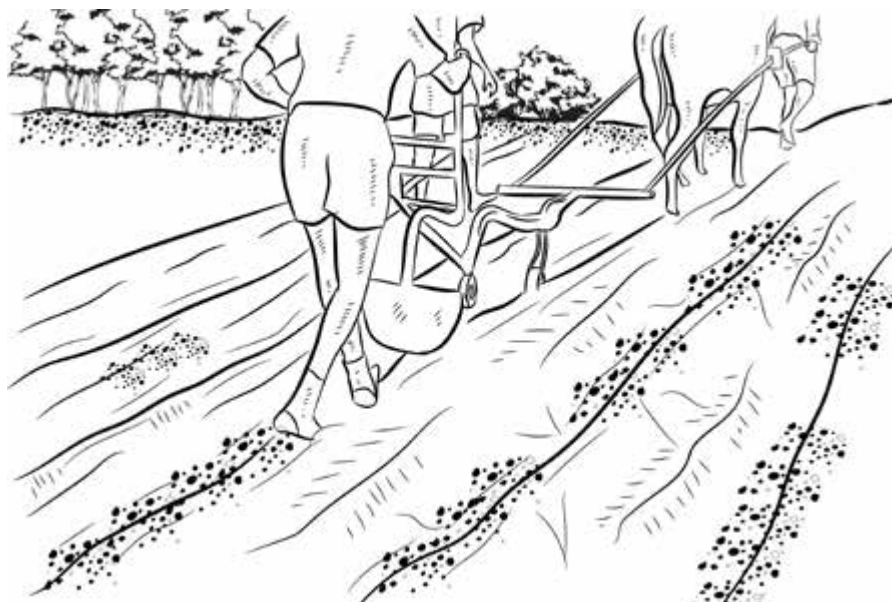
Avec pelle et houe,

- Creuser chaque trou/fosse avec –
- Diamètre 10 – 30 cm
- Profondeur - entre 5 cm et 15 cm (mais n'excédant pas 30 cm)
- Espacement de 50 cm (suivant l'espacement des cultures)

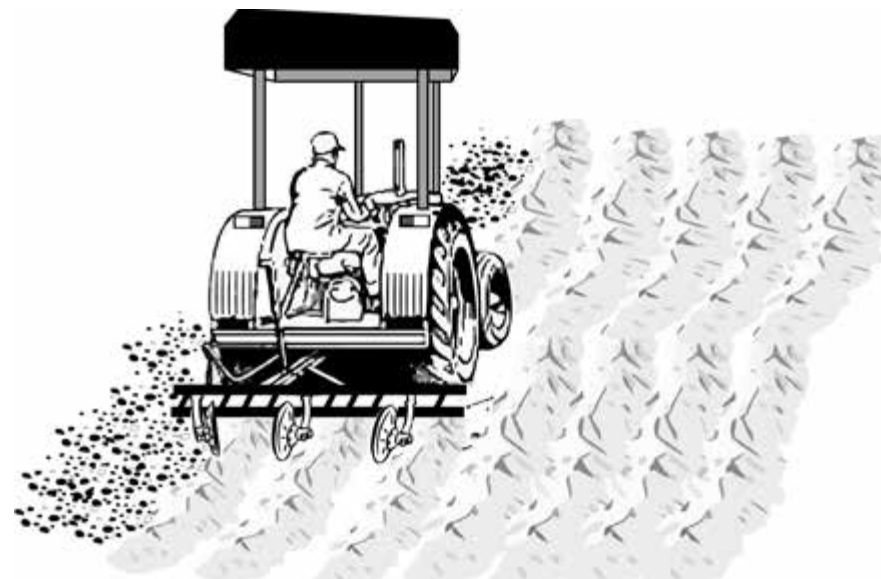
iv. Diguette ou sillon noué

Étapes

- i. Après le travail du sol de votre champ, faites vos diguettes et sillons comme peut être nécessaire pour votre culture.

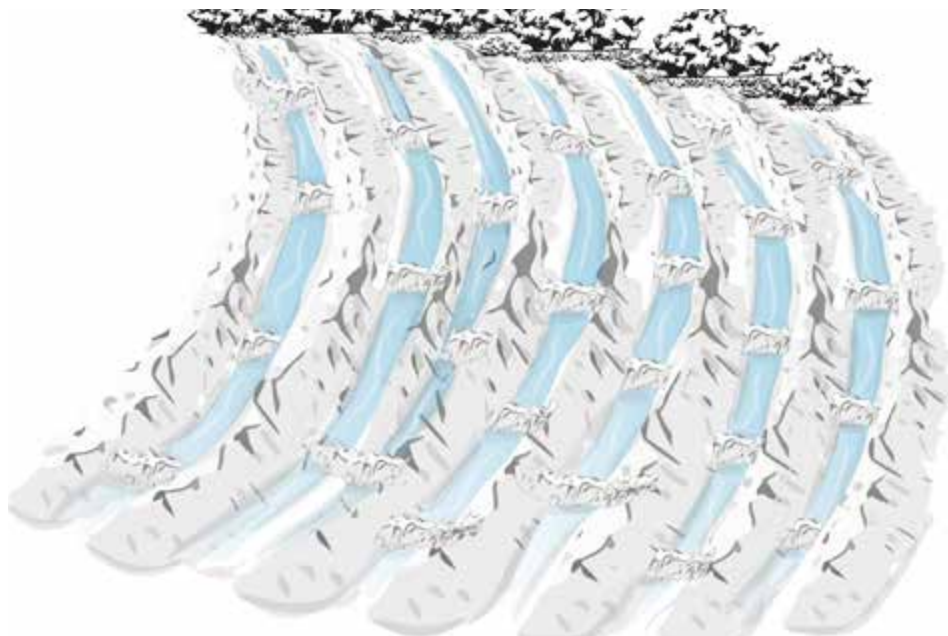


diguettes à l'aide d'un outil tiré par des animaux et d'une diguette montée sur tracteur



Source: FAO, 2003

- ii. *À l'aide d'une houe ou d'une pelle, faire des petites digues (nœud) dans chaque sillon à un intervalle de 50 à 100 cm, ce qui signifie que plusieurs petites digues se trouvent dans un sillon. Les dépressions/étangs créés entre les deux courbes servent à retenir l'eau et à accroître l'infiltration.*



Tied Ridge (Source: Destal, 2005)

D'autres mesures de conservation, comme une courbe nouée, des fosses de plantation et une demi-lune, sont reconstruites dans le cadre de la préparation des terres pour la production agricole. Bien que certaines de ces mesures, une fois construites, puissent être utilisées pendant plus d'une saison, il faudra souvent les corriger avant la prochaine plantation.

- iii. Si le sol est lourd (argileux), l'intervalle entre les diguettes peut être plus éloigné, si le sol est meuble et sablonneux, il devrait être plus proche.

13.6 Maintenance Sur Le Terrain

Certaines mesures de conservation de l'eau des sols sont des structures permanentes tandis que d'autres sont installées dans le cadre de la préparation des terres. Les structures permanentes telles que les terrasses et les courbes de niveau sont constamment maintenues.

- Évitez le travail du sol à l'aveuglette.
- Éviter de brouter et de travailler sur les structures permanentes – courbes.
- Veiller à ce que la structure soit toujours gazonnée et protégée des précipitations directes afin de limiter les risques d'érosion.

Clause De Non-Responsabilité

La mention de toute marque d'équipement, illustrée ou expliquée dans ce module, est à des fins de formation. L'IWMI ne fait la promotion d'aucune marque d'équipement et n'assume aucune responsabilité quant au choix d'une marque.

Remerciements

Toutes les illustrations utilisées dans ce manuel ont été citées de façon appropriée. Toute omission est par la présente hautement regrettée. D'autres photographies utilisées dans ce manuel sont la courtoisie du Dr. Aisatta Delphine

Bibliographie

Conservation Agriculture Manual. (2005). Conserving Soil and Water. African Conservation Tillage Network, 20. www.act-africa.org (Accessed 10 January 2020).

Desta, L. et al. (2005): Part 1: Community Based Participatory Watershed Development: A Guideline. Addis Ababa: Ministry of Agriculture and Rural Development.

Food and Agricultural Organization. (2003). Optimizing Soil Moisture for Plant Production The significance of soil porosity FAO SOILS BULLETIN 79. FAO Rome.

Awulachew, S. B. Lemperiere, P & Tulu, T. (2009). *Training manual on agricultural water management*. IWMI (International Water Management Institute), Addis Ababa, Ethiopia, ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya and Adama University, Adama, Ethiopia.

**International Water
Management Institute (IWMI)**

Headquarters

127 Sunil Mawatha, Pelawatte,
Battaramulla, Sri Lanka

Mailing address:

P. O. Box 2075, Colombo, Sri Lanka

Tel: +94 11 2880000

Fax: +94 11 2786854

Email: iwmi@cgiar.org

www.iwmi.org

