



PETITS BASSINS INDIVIDUELS POUR L'IRRIGATION DE COMPLEMENT : ANALYSE DIAGNOSTIQUE DES BASSINS DE RAWELGUE, BURKINA FASO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU

MASTER...INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

OPTION : .Eaux Agricoles.....

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

Faizatou ROUAMBA

Travaux dirigés par : Dr Bruno BARBIER

IR Sévère FOSSI

CENTRE COMMUN DE RECHERCHE « Eau et climat » au laboratoire Hydrologie et Ressource en Eau
(LEAH)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prénom NOM

Membres et correcteurs : Prénom NOM

Prénom NOM

Prénom NOM

Promotion [2012/2013]

Dédicace :

- ❖ *A mes chers parents Monsieur et Madame Rouamba
pour tous les sacrifices consentis à mon égard depuis
ma naissance*

- ❖ *A ma tante Kagone Asseytou pour son soutien son
affection et ses conseils*

Remerciement

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à ceux qui m'ont fait confiance et accepté dans cette formation, à ceux qui m'ont tout mis en œuvre pour rendre ce stage profitable.

Particulièrement, mes remerciements vont à :

- Mon encadreur le Docteur Bruno BARBIER pour son soutien, son expérience, son amour du travail bien fait et le temps qu'il m'a accordée malgré ses multiples occupations et son emploi du temps chargé
- A Severe FOSSI mon second encadreur pour son expérience et sa disponibilité dont j'ai bénéficiées
- A Mr Dial NIANG et Mounirou LAWANI pour leur collaboration au cours de la collecte des données et la pertinence de leur remarque.
- A tous les membres de ma famille, j'exprime ma profonde gratitude principalement à ma sœur Nouria, mes frères Rachid, Omar et Amine.
- Je suis toute aussi reconnaissante à tous mes camarades de classe pour les bons moments passés ensemble particulièrement à tous les étudiants de la M2 Eaux Agricoles de la promotion 2013, à Pamela Tapsoba et à Ismaël Ouedraogo.

Je remercie également tout le personnel ZIE qui m'a accordé son hospitalité et sa collaboration durant toute cette période.

A tous mes amis et connaissances que je n'ai pas pu citer ici, qui de près ou de loin m'ont soutenu pendant ce stage; qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Résumé

Les irrégularités de la pluie dans les zones semi arides constituent un problème majeur pour l'agriculture. L'irrigation de complément à partir des petits bassins individuels a été développée pour s'adapter à ces variations climatiques. Le présent rapport porte sur le diagnostic de huit bassins individuels de rétention d'eau de ruissellement dans un village du Burkina Faso à travers des enquêtes auprès des concepteurs des bassins, des mesures de la perméabilité, une cartographie basée sur des levés GPS et un modèle hydrologique simple. Notre diagnostic a identifié deux problèmes majeurs liés à ces bassins, notamment la grande infiltration des sols et l'absence de clôture autour des bassins. Les paysans de ce village reconnaissent l'importance de ces bassins pour leurs activités maraichères et surtout pour les pépinières forestières.

Mots clés

Irrigation de complément-Infiltration-bassin-perméabilité-hydrologie

Abstract

Rainfall variability is a major problem for the agriculture in semi-arid area. Supplemental irrigation from small individual ponds has been developed to adapt to these climatic changes. This report is a diagnosis of farms ponds developed in a particular village of Burkina Faso. The method includes a socioeconomic survey, infiltration measure, a cartography based on GPS and a simple hydrologic model. The two main problems are soil infiltration and the lack of closure around the pond. The farmers of this village recognize the importance of these basins on their gardens and especially upon their forested nurseries.

Keywords

Supplemental irrigation, infiltration, pond, hydrology, permeability

Liste des Sigles et des abréviations

2IE : Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

ARID : Association Régionale pour l'Irrigation et le Drainage en Afrique de l'Ouest et du Centre

ACDI : Agence Canadienne de Développement International

AZN : Association Zood-Nooma

BUNASOL : Bureau National des Sols

CIEH : Comité Inter-états d'Etudes Hydrauliques

CIRAD : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

CNEARC

CNIDB : Comité Nationale de l'Irrigation et du Drainage

DGADI : Direction Générale des Aménagement de du Développement de l'Irrigation

EPDM : Ethylène Propylène Diène Monomère

FCFA : Franc Communauté Financière Africaine

GPS : Global Positioning System

ICBI: Irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels

INERA : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PSAO: Pays Sahélien de l'Afrique de l'Ouest

PVC : Poly Chlorure de Vinyle

Table des matières

Introduction.....	11
I. OBJECTIFS DE L'ETUDE	13
1. Objectif principal :	13
2. Objectifs spécifiques	13
II. METHODES	14
1. Présentation de la zone d'étude	14
2. Démarche	15
3. L'analyse des expériences au Burkina Faso	16
4. Cartographie	17
5. Enquêtes	17
6. Analyse des bassins	18
Essais d'imperméabilisation	19
III. RESULTATS	20
1. Etat de l'art	20
a. L'irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels dans le monde.....	20
b. L'irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels dans le monde.....	21
i. Expériences paysannes.....	21
ii. L'expérience des centres de recherche et des ONG	23
iii. Diffusion de l'idée de l'Irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels	25
iv. Comparaison entre les bassins réalisés	29
2. Le cas de Rawelgué	36
3. Cartographie	Erreur ! Signet non défini.
4. Hydrologie de la zone	Erreur ! Signet non défini.
5. Enquêtes	40
a. Matériel agricole	40
b. Pratique des cultures pluviales	40
c. Pratique des cultures maraichères.....	41
d. Elevage.....	41
e. Source de revenu non agro pastorale	41
f. Contraintes et dépenses imprévues.....	42

g. Matériel pour la construction des bassins	42
6. Diagnostic des bassins individuels	43
7. Méthode d'imperméabilisation	45
a. Les différents types de bâche	45
b. Argile.....	49
c. Béton	49
Conclusion et perspective	50
Bibliographie	51
Annexe	54

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Analyse granulométrique de sol de Komsilga.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 : Origine de l'idée de construction des bassins.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 3 : Caractéristique des bassins</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 4 : Spéculation et coût de réalisation</i>	<i>33</i>
<i>Tableau 5 : Grille d'analyse et de l'adoptabilité des bassins.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 6 : Influence des bassins sur l'hydrologie.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 7 : Nature des contraintes et coût des dépenses.....</i>	<i>42</i>
<i>Tableau 8 : Valeurs de l'infiltration dans quatre bassins de Rawelgué</i>	<i>43</i>

Liste des figures

<i>Figure 1 : Démarche méthodologique.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 2 : Anneaux de Muntz.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 3 : Chaîne de l'innovation des petits bassins individuels au Burkina Faso.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 4 : Exemple d'un bassin individuel de collecte et de rétention d'eau de pluie à Rawelgué.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 5 : Bassin de M. Mangré.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 6 : Représentation des bassins sur Google Earth.....</i>	<i>37</i>
<i>Figure 7 : Sous bassin versant du barrage de Nagbangré.....</i>	<i>38</i>
<i>Figure 8 : Bâche en PVC fabrication Gasconature SARL.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 9 : Bâche en EPDM fabrication Gasconature.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure 10 : Bâche pondtext.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 11 : Feutre de protection en géotextile.....</i>	<i>48</i>

Introduction

Le climat soudano sahélien d'Afrique de l'Ouest est caractérisé par un hivernage relativement court et irrégulier, marqué par de fréquentes séquences sèches au sein même de l'hivernage et qui réduisent les rendements des cultures. Or l'agriculture constitue l'activité économique la plus importante des pays de la zone et fait vivre une population particulièrement pauvre et vulnérable. C'est dans ce contexte que des chercheurs ont tenté de promouvoir l'irrigation de complément (*supplemental irrigation* en anglais) qui peut être définie comme l'addition de petites quantités d'eau aux cultures pluviales, essentiellement pendant les périodes où les précipitations ne fournissent pas suffisamment d'humidité pour la croissance normale des plantes, afin de stabiliser les rendements. L'irrigation de complément est basée sur trois principes (ICARDA, 2011): 1) L'eau est appliquée à une culture pluviale qui devrait normalement produire des rendements sans irrigation. 2) Les pluies sont la principale source d'humidité pour les cultures pluviales, l'irrigation de complément est appliquée uniquement lorsque les précipitations ne parviennent pas à fournir l'humidité essentielle pour que la production soit améliorée et stabilisée. 3) La quantité d'eau et le calendrier d'arrosage ne sont pas prévus pour fournir l'humidité pour des conditions de non stress tout au long de la campagne, mais de s'assurer que la quantité minimum d'eau pour un rendement optimal (et non maximal) est disponible pendant les phases critiques de croissance des cultures. Dans le cas de l'irrigation conventionnelle, la principale source d'humidité du sol est l'eau d'irrigation, et les pluies ne constituent qu'un apport complémentaire (ICARDA, 2011).

La collecte de l'eau consiste à recueillir et stocker les eaux de ruissellement provenant d'impluvium, qui sont soit des champs, des zones cuirassées, des chemins ou des toits d'habitation (Goyal, 2009). Dans notre cas il s'agirait de collecter de l'eau qui ruisselle de terrains situés en amont du réservoir. Dans les pays sahéliens, il existe de vastes zones dénudées, incultivables où les coefficients de ruissellement sont très élevés. Dans ce cas les bassins de collecte sont situés en aval de ces zones, en général en aval d'un petit thalweg où d'un chemin.

L'irrigation seule ne peut pas augmenter les rendements de manière satisfaisante. Elle doit être associée à la gestion de la fertilité des sols, au calendrier des opérations, à la préparation des sols, aux informations mercatiques, à la gestion des ravageurs, à la rotation des cultures et au renforcement des capacités des agriculteurs et des services de vulgarisation (Falkenmark et al., 2001). L'Irrigation de Complément à partir de Petit Bassins (ICBI) restera probablement marginale en terme spatial et économique dans l'économie d'une exploitation agricole familiale. Elle nécessitera le développement d'un système mixte d'exploitation comprenant à la fois l'agriculture pluviale et l'agriculture irriguée (Rockström et al., 2003).

Le gouvernement burkinabè a lancé en 2012 un grand projet dénommé « maïs de case » qui promeut l'irrigation de complément à partir de petits bassins individuels. L'irrigation de complément est un apport supplémentaire d'eau aux cultures pluviales pendant les séquences sèches de l'hivernage. Les bassins sont testés depuis quelques années à grande échelle en Asie et à plus petite échelle au Burkina Faso.

La présente étude porte sur le village de Rawelgué au Burkina Faso où les paysans innovent d'eux même depuis une vingtaine d'année dans des pratiques d'irrigation de complément à partir de petits bassins individuels, ce qui est unique au Burkina Faso. En effet, les paysans burkinabè savent collecter les eaux dans des réservoirs communautaires, les *Boulis* pour l'eau potable et pour l'abreuvement des animaux pendant la saison sèche mais les paysans n'ont pas l'habitude d'irriguer leurs cultures vivrières en hivernage et ne possèdent pas de bassins individuels.

La présente étude vise d'abord à mieux comprendre les raisons de ces innovations et à diagnostiquer les avantages et les limites de ces bassins réalisés sans aide extérieure. Le document porte d'abord sur la revue de littérature sur l'irrigation de complément à partir de petits bassins dans les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest, ensuite sur l'objectif et la méthodologie de l'étude enfin sur les résultats et l'analyse des résultats.

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE

1. Objectif principal :

Améliorer la compréhension sur les possibilités d'adoption de l'irrigation de complément à partir de petits bassins dans les zones soudano-sahéliennes du Burkina Faso.

2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont :

- Comprendre ce qui se passe ailleurs dans d'autres pays du monde
- Evaluer les essais scientifiques réalisés au Burkina Faso
- Diagnostiquer le cas de Rawelgué au Burkina Faso
- Etablir un bilan hydrique simplifié du petit bassin versant de Rawelgué
- Comprendre l'évolution des concepts de bassin parmi les paysans de Rawelgué
- Evaluer l'intérêt économique des bassins à Rawelgué
- Proposer des solutions faces aux problèmes diagnostiqués

Activités

- Réaliser une étude bibliographique sur l'internet et dans les bibliothèques
- Réaliser des enquêtes ouvertes auprès des principaux acteurs des projets burkinabè
- Reconstruire l'historique des petits bassins de Rawelgué
- Réaliser une enquête fermée auprès de 9 paysans
- Mesurer la perméabilité des bassins
- Cartographie du bassin versant

- Réalisation du bassin hydrique
- Réaliser des tentatives d'imperméabilisation des bassins

II. METHODE

1. Présentation de la zone d'étude

Rawelgué est un village de 15 concessions environs 500 habitants (SERA, 2010) dans la commune de Komsilga, dans la province du Kadiogo à 30km au sud de Ouagadougou. Le climat est de type soudano-sahélien avec deux saisons l'une hivernale de mai à août et l'autre sèche de septembre à avril. Il n'y'a aucun cours d'eau permanent dans la zone mais quelque cours d'eau temporaires. Les types d'unité géomorphologiques sont les glacis en pente supérieur. Les types de sols sont selon la classification française (BUNASOL, 1997) les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés profond et les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés d'au moins 40cm de profondeur, sols peu évolués (d'apport colluvial modal ou d'érosion régosolique).

Rawelgué est un village sur un glacis supérieur en surface de cailloux de quartz, des blocs de cuirasse et de granite et des affleurements. Le relief est quasi plat, avec une pente de 1, 0-1, 0%. La Nappe est atteinte à 20 mètres.

Description morphologique du profil

0-20cm sol limoneux sableux, 2% d'éléments grossier : gravier en module ferrugineuse, structure faible en élément polyédrique sub-angulaire de taille fine et moyenne, consistance tendre à sec , peu nombreux pores très fins, fins et moyens, nombreuses racine moyennes, grosses, très fines et fines, activité biologique moyennement développée, limite distincte.

20-40cm sol limoneux sableux, 2% d'élément grossier : gravier en module ferrugineuse, structure faible en élément polyédrique sub-angulaire de taille fine et moyenne, consistance peu dure à sec , peu nombreux pores très fins, fins et moyens et large, nombreuses racines

moyennes, grosses, très fines et fines, activité biologique moyennement développée, limite abrupte.

40-80cm sol limono-argileux-sableux, 15% d'élément grossier : gravier en nodules ferrugineux, structure massive consistance dure à sec, nombreuses pores fins, très fins, moyens, très peu nombreuses racines fines activités biologiques bien développées limite abruptes irrégulières.

Supérieur à 80cm cuirasse latéritique

Tableau 1 : Analyse granulométrique de sol de Komsilga

		0-20cm	20-40cm	40-80cm
Analyse granulométrique	Argile %	1,96	7,84	23,53
	Limons totaux %	9,8	11,76	21,57
	Sable %	88,24	80,39	54,9

Source : Bunasol

Les sols rencontrés sont relativement perméables car ce sont des sols limono-sableux et limono-argileux que l'on y rencontre. La végétation naturelle est une savane arbustive mais le village compte plusieurs plantations d'eucalyptus totalisant quelques 25 hectares. Les premiers eucalyptus ont été plantés par le chef du village qui a travaillé pour les services forestiers et qui a incité ses frères et fils à planter ces arbres.

2. Démarche

La méthode d'analyse diagnostique s'est déroulée sous forme de zoom, c'est-à-dire qu'on part de la situation des petits bassins d'irrigation dans le monde, puis dans la région avant de se concentrer sur le cas d'étude le village de Rawelgué. Dans ce village nous avons d'abord réalisé une cartographie du bassin versant, un bilan hydrique simplifié, puis une enquête socio-économique auprès d'un échantillon de producteurs, suivi un diagnostic de 9 bassins et enfin des tentatives d'imperméabilisation.

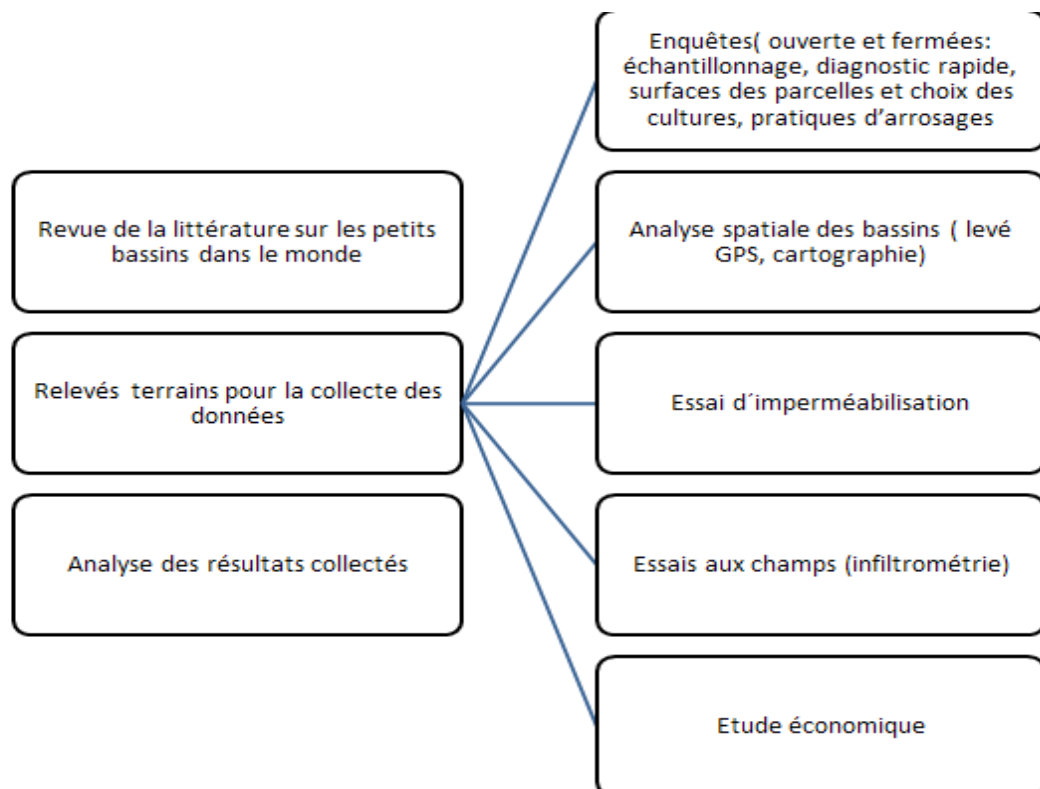


Figure 1 : Démarche méthodologique

3. L'analyse des expériences au Burkina Faso

L'objet de cette étude est de déterminer si l'irrigation de complément à partir de petits bassins individuels (ICBI) pourrait être adoptée par les paysans des pays du Sahel. Cette nouvelle technique est testée depuis quelques années à grande échelle en Asie, en Afrique du Nord et à plus petite échelle au Burkina Faso. Cette technique pourrait contribuer à réduire les déficits hydriques des cultures des pays sahélien de l'Afrique de l'Ouest (PSAO). Cette analyse compare les résultats de huit (08) expériences réalisées par des ONG, des chercheurs, et des paysans dans divers endroits du Burkina Faso depuis la fin des années quatre-vingt sur la base de plusieurs critères. En premier lieu nous allons définir l'irrigation de complément, ensuite nous donnerons quelques expériences menées sur l'ICBI dans le monde et au Burkina Faso, et nous ferons une comparaison des expériences réalisées au Burkina Faso.

4. Cartographie et bilan hydrique

Le levé GPS des bassins ont consisté à mesurer avec un GPS les coordonnées et l'altitude des bassins. Nous allons analyser la disposition des bassins, leur forme, leur taille et leur emplacement par rapport au village. L'influence des bassins sera analysée en fonction du pourcentage de volume retenu par les bassins et le volume qui arrive à l'exutoire du bassin versant que nous avons délimité.

5. Enquêtes

Les enquêtes consistent d'abord à réaliser un diagnostic rapide auprès des paysans. En fonction des résultats de ce diagnostic, nous avons réalisé un échantillonnage et élaboré un questionnaire qui permet de répondre aux questions initiales. L'enquête par questionnaire est un outil d'observation qui permet de quantifier et comparer l'information. Cette information est collectée auprès d'un échantillon représentatif de la population visée par l'évaluation. Un questionnaire est un ensemble de questions construit dans le but d'obtenir l'information correspondant aux questions de l'évaluation. Les répondants ne sont pas sollicités pour répondre directement à celles-ci : un bon questionnaire décline en effet la problématique de base en questions élémentaires auxquelles le répondant saura parfaitement répondre.

Les enquêtes combinent souvent deux formes de questions, avec une dominante de questions fermées et quelques questions ouvertes, plus riches mais aussi plus difficiles à traiter statistiquement. Dans un questionnaire fermé, les questions imposent au répondant une forme précise de réponse et un nombre limité de choix de réponses. Les questionnaires fermés sont utilisés pour obtenir des renseignements factuels, juger d'un accord ou non avec une proposition, connaître la position du répondant concernant une gamme de jugements, etc. Dans un questionnaire ouvert, la personne interrogée développe une réponse que l'enquêteur prend en note. Dans ce cas, l'enquête par questionnaire ouvert ressemble à un entretien individuel de type directif. Une question ouverte laisse la réponse libre dans sa forme et dans sa longueur.

6. Analyse des bassins

Pour analyser la qualité des bassins nous avons mesuré leur perméabilité avec la méthode des anneaux de Muntz, fondée sur le principe de l'infiltration à charge constante. Un réservoir gradué entretient un niveau d'eau constant de 30 mm dans un cylindre implanté dans le sol. Les variations, en fonction du temps, du niveau de l'eau dans le réservoir d'alimentation gradué détermine le taux d'infiltration. Le principe de l'expérimentation est de mesurer l'infiltration d'une lame d'eau sous charge constante, s'infiltrant verticalement dans le sol. Le dispositif utilisé est un dispositif à double anneau en tôle d'acier, de deux bidons d'alimentation et d'un ensemble de tuyauterie. L'anneau extérieur est appelé "anneau de sardé" et a pour fonction de garantir une infiltration verticale dans l'anneau central. Les deux anneaux sont disposés de façon concentrique sur le sol, puis enfoncés d'une dizaine de centimètres environ. L'enfoncement est réalisé de façon lente et régulière, pour éviter de perturber le sol au voisinage des anneaux. L'alignement des anneaux est contrôlé au niveau à bulle.

Les bidons d'alimentation disposent d'une jauge graduée et sont reliés à un tuyau circulaire percé de trous, de façon à alimenter rapidement en eau l'ensemble de la surface. La mise en charge devant être instantanée, un film plastique est déposé sur le sol, pour protéger la surface lors du versement de la lame d'eau initiale, préalablement dosée dans un seau. Ce film plastique est aussitôt retiré. Une moustiquaire protège ensuite le sol au niveau des arrivées d'eau.

Une fois la lame d'eau initiale versée, l'appoint d'eau dans les deux anneaux est réalisé manuellement par un opérateur, qui maintient le niveau constant au moyen d'un robinet et d'une jauge plantée dans le sol. Ce système est le plus fiable et le plus précis que nous ayons trouvé dans les conditions de notre expérimentation. A chaque apport d'eau, l'opérateur note le temps écoulé et la lame d'eau infiltrée par lecture de la jauge du fût d'alimentation. L'épaisseur de la lame d'eau en charge a été fixée arbitrairement. Le résultat d'un essai d'infiltration est l'obtention d'une série de couples (lame infiltrée, temps).

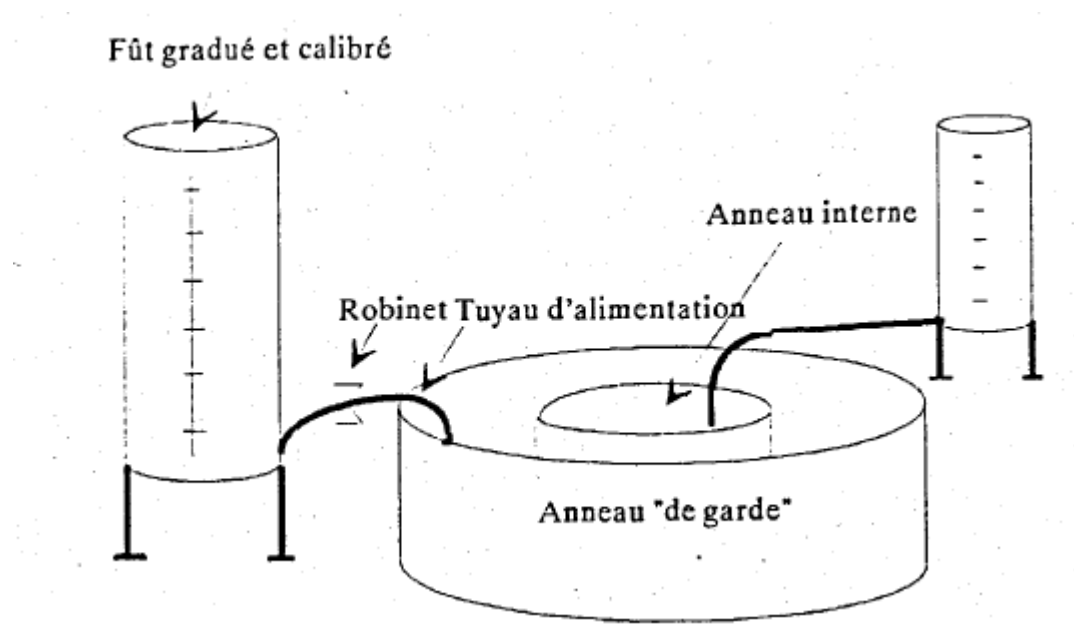


Figure 2 : Anneaux de Muntz

Les résultats des enquêtes feront l'objet d'une analyse descriptive et comparative. L'analyse descriptive portera sur les moyennes et écart type et l'analyse comparative sera une comparaison entre les bénéfices que les paysans font avec et sans les bassins.

Essais d'imperméabilisation

Cette partie porte sur l'analyse des différents types d'imperméabilisation possibles et sur des essais réalisés dans certains bassins. Les valeurs d'infiltration mesurées sur le terrain feront l'objet d'une analyse comparative avec les valeurs d'infiltration standard proposées par la FAO des différents types de sol que l'on rencontre à Rawelgué.

III. RESULTATS

1. Etat de l'art

a. L'irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels dans le monde

L'irrigation de complément est une pratique courante et ancienne en Asie et en Afrique du Nord. Elle est particulièrement intéressante dans les zones arides et semi-arides du Moyen Orient et d'Afrique du Nord (Oweis et Hachum, 2004). En Palestine, pays aride (450 mm par an), disposant de peu de barrages, les paysans collectent l'eau à l'échelle de la parcelle pour l'utiliser en irrigation de complément sur les cultures d'oliviers, d'amandes, de vignes et de céréales (Sbeih, 2007).

L'ICBI est aussi très répandue en Inde (Khanwalkar, 2009), les « *pound* » ou les « *tank* » souvent cimentés et souvent élevées au rang d'œuvre d'art (Dorin et Landy, 2002). L'ONG Pradan en Inde a lancé un grand programme « technologie 5 % » dans les petites exploitations où les bassins de rétention des eaux de ruissellement sont censés couvrir 5 % de la superficie totale des terres de la ferme (PRADAN, 2003). Le bassin est creusé à l'endroit le plus en amont de la parcelle, pour irriguer les cultures pendant les séquences sèches. Les agriculteurs peuvent dimensionner les bassins en fonction de la disponibilité des terres, du type de sol et du besoin des cultures. Les agriculteurs sont invités à pratiquer le maraîchage mais aussi la pisciculture pendant la saison sèche (PRADAN, 2003).

En Indonésie, l'agriculture sur brûlis est progressivement remplacée par une agriculture permanente dans laquelle l'irrigation de complément joue un rôle croissant pour sécuriser et diversifier la production. Les premières tentatives d'irrigation de complément ont été réalisées dans le centre de l'île de Java (Perez, 2004). L'irrigation de complément promeut l'adoption de techniques de conservation des sols, réduit les coûts opérationnels et augmente les revenus.

En Chine, la province de Gansu est la plus sèche des provinces avec une précipitation annuelle de 300 mm et une évapotranspiration d'environ 1500-2000mm. L'agriculture est liée à cette pluviométrie et l'eau de surface ainsi que souterraine sont très limitées. La collecte d'eau de pluie pour l'irrigation de complément a été développée par les scientifiques de la province de Gansu en Chine depuis une décennie. La collecte de l'eau de pluie, permet une

irrigation de complément qui augmente la production agricole. Depuis 1980 plus de 236 400ha de terres supplémentaires ont été aménagées avec plus de 121 bassins de rétention grâce à cette technique.

b. L'Irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels au Burkina Faso

i. Expériences paysannes

Les paysans africains ne pratiquent presque jamais l'irrigation du mil ou du sorgho et très rarement celle du maïs pendant la saison des pluies. Ils considèrent que c'est un tabou, un interdit qui risque d'avoir des conséquences sur la pluviosité. Les paysans interrogés considèrent que seul Dieu peut arroser le mil, la plupart considère que le gain est trop faible et qu'il vaut mieux quitter le pays que de commencer à arroser le mil ou le sorgho, voire le maïs.

Pourtant des éléments permettent de penser que l'irrigation de complément peut être adoptée en Afrique de l'Ouest à grande échelle. Le creusement de marres (*Boulis* en mooré) est une pratique très ancienne sur le plateau central du Burkina Faso, un plateau très peuplé. L'objectif visé était essentiellement de constituer une réserve d'eau pour la consommation de la population et des animaux, et non pas pour l'irrigation des cultures (Marchal, 1986).

Par ailleurs un certain nombre d'expériences individuelles peuvent être mentionnées. Dans les années soixante-dix, monsieur Managba Sangsin Ouedraogo, dit Bacoa, de Sabza près de Yako a utilisé deux barriques en métal qui, remplies d'eau, étaient roulées en haut d'un champ de sorgho puis vidées au pied des plants. Il dit n'avoir jamais acheté de mil, même en temps de sécheresse car avec cette technique, il faisait de bons rendements. Il a aussi aidé des familles du village en difficulté.

Plus récemment, deux paysans de Thiou au nord de Ouahigouya ont utilisé l'eau de leurs puits pour arroser leur maïs pendant les séquences sèches de l'hivernage. L'un utilise une pompe à pied, l'autre des barriques d'eau tirées par une charrette. En 2011, alors que la saison a été très sèche, le second et sa famille ont arrosé pendant une dizaine de jours. Il estime avoir obtenu un sac de 100 kilogrammes sur un dixième d'hectare après les récoltes. Ils disent avoir arrosé la nuit pour ne pas être vus par les voisins.

En 2010, Hélène Ouarme animatrice des groupements Naam dans le village de Néné près de Koumbri a utilisé sa motopompe pour arroser ses oignons et son maïs. Elle a pratiqué l'irrigation de complément deux années de suite pour éviter de perdre sa récolte.

En 2011, Monsieur Kané de la région de Kongoussi a puisé de l'eau dans une petite marre collective à l'aide d'une charrette et des barriques pour arroser son maïs. Il a été chassé provisoirement du village. Il a depuis construit son propre bassin avec une aide extérieure.

Les paysans sahéliens pratiquent depuis longtemps l'irrigation de complément dans les rizières, sur les périmètres irrigués. Ils ont aussi commencé à pratiquer le maraîchage d'hivernage (l'oignon, la tomate mais aussi le maïs souvent vendu en frais). La production maraichère sous condition humide a été facilitée grâce à l'adoption de nouvelles variétés d'oignon et de tomate car les pluies n'étaient pas favorables à la production maraichère.

A Rawelgué près de Komsilga au sud de Ouagadougou, monsieur Mangré Zoungrana chef du village et paysan pépiniériste d'espèces ligneuses a commencé à creuser des bassins individuels en 1998. Ces fils ont continué, et en 2012, ils avaient construits six bassins de différentes tailles cimentés, creusés dans la latérite ou sans imperméabilisation. Aujourd'hui grâce à l'appui du gouvernement ils comptent une trentaine de bassins. Ils produisent des plans forestiers et des produits maraichers.

Ces expériences de l'utilisation de l'irrigation de complément permettent de tirer quelques conclusions. Les paysans ne considèrent pour ainsi dire jamais l'irrigation du mil ou du sorgho. La plupart préfère aussi laisser sécher le maïs de case, même s'il y a une marre pleine d'eau juste à côté. Il faut dire que ce maïs couvre de très petites surfaces et il ne s'agit pas de variétés améliorées. En somme les paysans adoptent très peu l'irrigation de complément. Il faut donc identifier les contraintes du système pour ensuite tenter de les lever.

ii. L'expérience des centres de recherche et des ONG

Alors que l'Etat s'est concentré sur les barrages et les périmètres gravitaires en béton, les Centres de Recherches et les ONG ont plutôt tenté de partir de la situation de la majorité des paysans. Dans les années quatre-vingts au Yatenga, le CIRAD a réalisé des essais d'irrigation de complément au Burkina Faso en comparant la rentabilité de l'irrigation de complément de trois types de retenues d'eau (Dugué, 1986). La première est un petit barrage, la deuxième une marre artificielle (*Bouli*) et la troisième un bassin individuel, appelé micro-barrage, toutes en terre et réalisées par les paysans. Plusieurs cultures ont été testées, à savoir sorgho, maïs, piment, gombo et aubergine locale. Les résultats étaient satisfaisants pour le micro-barrage mais l'expérience n'a pas été pérennisée par les paysans.

L'INERA en 2005 a étudié l'irrigation de complément sur des cultures de sorgho à Saria sous climat soudanien (750 mm) et à Sabouna sous climat sahélien (400 mm). Comparé à une culture de zaï, l'essai a montré que l'irrigation de complément était plus rentable dans le Sahel alors que les billons cloisonnés étaient plus rentables sous climat soudanien (Somé et Ouattara, 2005). Les deux techniques d'économie d'eau appliquées aux cultures pluviales étaient le labour suivi de buttage cloisonné et les semis sur des billons cloisonnés. La pluviométrie actuelle au Sahel ne semble pas permettre aux techniques d'économie de l'eau d'être plus performantes que l'irrigation de complément. Au cours de l'année 1987, à Saria en zone plus humide, les techniques d'économie d'eau ont permis des rendements en sorgho-grain significativement supérieurs à ceux obtenus avec l'apport d'une irrigation de complément de 53 mm pendant les séquences sèches. Par contre, à Sabouna, l'irrigation de complément s'est avérée supérieure aux techniques d'économie d'eau pratiquées en cultures pluviales.

Le Comité National des Irrigations et du Drainage du Burkina Faso (CNIDB, 2009) qui a réalisé des essais dans la vallée du Sourou sur 200 hectares de maïs sous pivot durant trois campagnes agricoles (2008-2010). Les rendements étaient supérieurs à 4 tonnes/ha et le retour sur investissement a été significatif mais, le pivot était déjà amorti et le coût d'amortissement n'a pas été inclus dans les calculs. L'eau provenait du réservoir créé par la retenue de Leri.

La Direction Générale des Aménagements et du Développement de l'Irrigation (DGADI, 2010) a réalisé une évaluation économique de l'irrigation de complément du maïs dans le sahel à partir de marres (*Boulis*) réalisées au bulldozer. La rentabilité est faible car le coût du bouli au Bulldozer est prohibitif, mais pourrait être améliorée par la pratique des cultures de contre saison après le maïs d'hivernage.

L'Université de Stockholm a mené des essais de bassin dans les années 1990 à Tougou près de Ouahigouya. Un bassin cimenté de 400 m³ collectait l'eau de ruissellement et une pompe à pédale permettait d'arroser 0,1 hectare de sorgho (Fox et Rockström, 2003). Le sorgho, amélioré et arrosé, était trois fois supérieurs au témoin pluvial mais si on prend le coût d'opportunité du travail la rentabilité de ce système reste faible. Selon les auteurs, le dispositif devient rentable si le paysan pouvait pratiquer une culture maraîchère après le sorgho en contre saison. Les paysans bénéficiaires n'ont pas pérennisé le dispositif. Ils trouvaient l'échelle très réduite et l'arrosage du sorgho leur paraissait étrange en hivernage.

L'AZN (Association Zood Noma) de Guié entre Ouagadougou et Kongoussi, s'intéresse depuis plus de 20 ans à l'irrigation de complément à partir de petits bassins individuels. L'Association construit des bassins individuels de 60m³ cimentés en forme d'assiette et installe des clôtures grillagées et des haies d'acacias autour de la parcelle. Le coût du dispositif est élevé, plus de 6 millions de FCA par hectare. Sur la vingtaine de bassins construits, la moitié est peu exploitée, mais quelques paysans réalisent des bénéfices conséquents en produisant, entre autre, du maïs précoce suivi de piment récolté en contre saison. Les raisons avancées par la plupart des paysans qui ne cultivent pas à l'intérieur de la clôture sont le manque de temps ou de moyen, la mauvaise qualité des terres. Il faut noter que la zone de Guié dispose encore de réserves de jachère et les paysans préfèrent peut-être exploiter ces terres plutôt que les parcelles clôturées qu'ils réservent à un usage ultérieur quand les terres extérieures se feront rares ou seront épuisées.

Une ONG « solidarité Suisse » a élaboré en 2007 quatre citernes cylindriques, enterrées et hermétiques en ciment de 1000 m³ près de Loubila à 20 kilomètres au nord de Ouagadougou. Les citernes collectent l'eau de ruissellement qui vient des versants d'un grand bas-fonds. L'eau était ensuite pompée pour irriguer des parcelles de maïs. Aujourd'hui les citernes profondes de 5 mètres sont percées et perdent assez rapidement l'eau stockée, et l'expérience n'a pas été poursuivie par l'ONG et par le centre de formation situé à 1 kilomètre. En juin 2013 les quatre bassins étaient plein d'eau dès les premières pluies. Un

cultivateur du village cultive un hectare de maïs, et un peu de sorgho en zaï, pendant l'hivernage à côté de deux des quatre bassins. Il produit de la tomate en contre saison derrière le maïs jusqu'en décembre. Il irrigue la tomate avec une motopompe en saison sèche en utilisant l'eau du bas-fond qui est actuellement surcreusé par les faiseurs de briques ou par un puits de 4 mètres de profondeurs à l'autre bout de son champ. Il n'utilise l'eau des bassins qu'en cas de sécheresse. Mais il dit n'arroser le maïs que rarement et jamais le sorgho. Il n'a pas de clôture, car il surveille le champ pendant la journée et le bétail ne divague pas la nuit.

Un projet de recherche sur les bassins a démarré en 2011 au Burkina Faso sur financement de l'Agence Canadienne pour le Développement International (ACDI) et piloté par l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE). Il implique aussi directement la Direction des Aménagements et du Développement de l'Irrigation (DGADI) du ministère de l'Agriculture burkinabè, l'Institut National de Recherche Agronomique (INERA), l'Association Régionale pour l'Irrigation et le Drainage (ARID), le groupement NAAM de Ouahigouya et l'Association AZN de Kongoussi. La mise en commun des efforts de ces différentes structures a permis de comparer les différents systèmes et d'installer douze petits bassins de 200 mètre cubes. Des enquêtes préalables ont été réalisées pour analyser les contraintes des systèmes actuels. Trois bassins retiennent l'eau sans aucune imperméabilisation. Les autres bassins ont tendance à perdre l'eau et ont été bétonnés.

iii. Diffusion de l'idée de l'Irrigation de Complément à partir de petits Bassins Individuels

Dans ce chapitre nous essayons de comprendre les trajectoires de cette innovation. Est-ce que les paysans ont trouvé cette idée d'eux-mêmes ? Les ONG et les centre de recherche sont-ils partis d'un diagnostic local ou ont importé des idées venues d'ailleurs ?

Les *boulis* que les paysans creusent depuis des siècles n'ont que rarement étaient utilisés pour l'irrigation car les paysans craignent. L'idée initiale de ces *boulis* est inconnue mais ils étaient réalisés dans les zones où la nappe était trop profonde pour creuser des puits. Les zones à *boulis anciens* étaient les zones occupées par des Dogons du Yatenga. Ceux-ci ont été remplacés par les Kouroumbas et les Mossis qui ont continué cette pratique. Les Dogons ont depuis migrées vers les falaises de Bandiagara au Mali où ils réalisent encore des ouvrages hydrauliques impressionnants.

Fox s'est inspiré des bassins existants dans certains pays asiatiques et dans la lignée du courant « *water harvesting* » promu par les grands centres de recherche agronomique (CGIAR). On peut aussi classer les essais réalisés à Loumbila et à Sakoula sous cette catégorie. Ces expériences réalisées par des chercheurs avec des paysans n'ont pas perduré. Aucun des 6 bassins réalisés n'a été entretenu, malgré la participation paysanne aux travaux.

L'excavation des bassins est toujours effectué par les paysans ou une main d'œuvre payées à la tâche ou à la journée. Les paysans de Rawelgué ont bénéficié d'un petit financement de l'Etat pour la réalisation des bassins.

Cette technologie vient en complément aux différentes techniques d'adaptation aux irrégularités des pluies telles les barrages, les techniques de Zaï et de cordons pierreux qui ont certaines limites.

Patrick Dugué agronome du CIRAD a eu l'idée en observant ces mêmes *Boulis*, mais aussi les retenues artificielles du projet CERES qui, elles, visaient l'irrigation. A partir de cela il réalisa des bassins individuels à Sabouna au Yatenga dans le but de pratiquer l'irrigation de complément. L'idée n'a pas été suivie les micros bassins ont disparu.

Ensuite Patrick Fox de l'Université de Stockholm, qui a réalisé un bassin à Tougou à partir duquel il fit plusieurs études de rentabilité pendant 3 ans, s'est inspiré des essais réalisés par l'université de Stockholm dans le cadre des projets de type *water harvesting*.

A Guié (AZN) l'initiative des bassins est locale mais les concepteurs ne se rappellent plus exactement d'où est venue l'idée des bassins et de la technique utilisée. Toutefois la méthode ressemble aux plans proposés par les écoles d'ingénieurs au Burkina Faso. La vingtaine de bassins construits sont toujours fonctionnels mais avec une utilisation très inégale, essentiellement pour le maraichage d'hivernage.

Les paysans de Rawelgué disent avoir eu l'idée de creuser les bassins d'eux même. Les premiers datent de 1998 mais ont été creusés dans une mare à brique. Par contre l'initiateur Mangé Zoungrana a collaboré étroitement avec les services forestiers dont certains disposaient à l'époque de bassins en béton. Il est probable qu'il s'en soit inspiré. Les bassins existants dans le village, avant le projet « maïs de case » sont intensivement utilisés pour les pépinières mais aussi pour le maraichage. Le gouvernement a découvert ces efforts. Deux

ministres ont visité le village et ont décoré Mr Zoungrana. Il est probable que ces bassins ont renforcé l'idée auprès des pouvoirs publics pour lancer le projet *maïs de case*. Les équipes des ministères de l'eau et de l'agriculture impliquées ont fait creuser des bassins aux parois verticales, non bétonnés et non grillagés. Les critères de sélection pour l'obtention de la subvention étaient un dimensionnement de 13 sur 10 sur 2,5 mètres soit 325 m³. Les paysans recevaient 100 000 F CFA, des semences de maïs et des sacs d'engrais. Le projet a porté sur une grande partie du Burkina et en 2012, 3000 bassins ont été homologués. Il est prévu de creuser 7000 nouveaux bassins en 2013. La première année peu de paysans ont eu à irriguer car les pluies ont été particulièrement abondantes et régulières. Les volontaires dépassent largement le nombre de sélectionnés, ce qui suppose que le tabou des paysans vis-à-vis de l'irrigation du maïs n'était pas très ferme.

Tableau 2 : Origine de l'idée de construction des bassins

	Initiative	Inspiration	Creusement	Financement extérieur	Années	Poursuite
Sabouna	P. Dugué	Projet Ceres	Famille	Nul	1986	Nulle
AZN Guié	AZN		Famille	Donneurs		Incertaine
Fox	Univ de stock	Univ de Stock	Ouvrier	Donneur	2003	Nulle
2iE	Fox	Fox	Ouvrier	CRDI	2011	Probable
DGADI	2iE	2iE	Famille	Gouv	2012	Incertaine
Rawelgué	Paysanne	Locale	Famille	Non	98	Expansion
Loumbila	Projet	Ethiopie	Entreprise	Gouvernement		Nulle
Sakoula	CIRAD	Fox	Ouvriers	CIRAD	2011	Incertaine

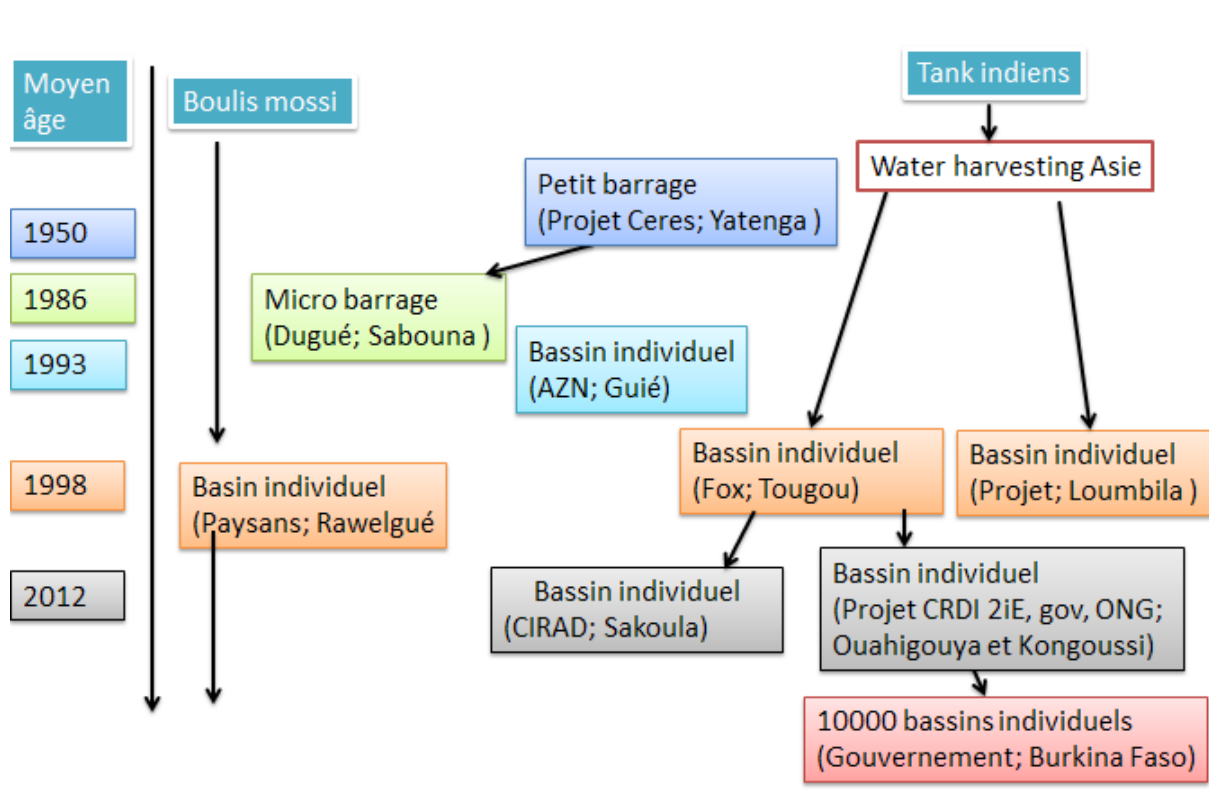


Figure 3 : Chaîne de l'innovation des petits bassins individuels au Burkina Faso

En somme cet exercice a permis de retracer le cheminement de l'idée de l'ICPI. Il y a en fait deux techniques, l'une est le bassin et l'autre est l'irrigation de complément des céréales. Le creusement de bassins ne pose pas de problème particulier. Les paysans du Burkina Faso ont creusé des centaines de bassins sans aide extérieur depuis des siècles. Mais ces bassins n'ont pas été utilisés pour l'irrigation. Ils sont considérés collectifs et peu de paysans osent se servir pour irriguer leurs céréales.

Le grand projet *maïs de case* a pris l'idée des résultats d'un consortium (2iE, INERA, direction des aménagements, Association ARID et deux grandes ONG du pays). Il est probable que les deux ministères aient aussi été mis au courant des essais par leur propre recherche. En somme l'adoption de ce concept est le fruit de synergies complexes incluant paysans, organismes de recherche, ONG et l'Etat. L'Etat a lancé l'idée sur recommandation de ses propres services associés à des centres de recherches et des ONG, tout en sachant que des paysans avaient pris l'initiative. Le gouvernement était très conscient que les paysans ne veulent pas arroser les céréales en hivernage même s'il y a un point d'eau et un champ en train de sécher à côté. Il est trop tôt pour dire si le projet maïs de case fera tâche d'huile.

iv. Comparaison entre les bassins réalisés

Après avoir cherché à comprendre la genèse du concept, nous comparons dans ce chapitre les forces et les faiblesses des bassins réalisés dans les différentes expériences précédentes. Les bassins sont destinés à récupérer les eaux pluviales et de ruissellement et sont individuels. Ils peuvent prendre de multiples formes. Il y a d'abord les bassins qui sont des excavations qu'on effectue en fonction du ruissellement et de la topographie pour collecter l'eau de ruissellement. Ils peuvent prendre plusieurs formes. En fonction des types de sol on a plusieurs types d'imperméabilisation.



Figure 4 : Exemple d'un bassin individuel de collecte et de rétention d'eau de pluie à Rawelgué

Les bassins de surface qui sont des dépressions naturelles rencontrées sur le terrain qui recueillent l'eau de ruissellement. A ces endroits, les paysans tendent à excaver pour collecter plus d'eau. Ce type de bassins est possible dans les zones agricoles fortement érodées avec topographie qui permet d'éliminer l'excès de débit.

Pour comparer les bassins, plusieurs critères sont utilisés:

- **Taille des bassins** Ce critère concerne le volume utile des bassins en mètre cube. Ils vont de 10 à 400m³.
- **Emplissage des bassins** Concerne le mode d'emplissage des bassins c'est à dire si l'eau arrive au bassin de façon gravitaire au par toute autre méthode.
- **Position du bassin / parcelle** Ce critère permet de savoir où le bassin se positionne par rapport à la parcelle qu'il irrigue. Ce qui permet de comparer les impacts sur l'utilisation des bassins selon leurs positions.

- **Exhaure** Permet de voir comment l'arrosage est réalisé. Et comment les paysans mobilisent l'eau du bassin aux cultures.
- **Type de sol** Selon le type de sol, on peut mesurer l'infiltrabilité et comparer l'imperméabilisation des différents bassins. Ce qui permet de détecter en partie les problèmes de rétention des eaux par les bassins.
- **Type de culture irriguée** Ce critère permet de voir si les bassins sont utilisés seulement pour l'irrigation de complément ou les paysans les utilisent pour d'autres types de cultures.

Tableau 3 : Caractéristique des bassins

	Taille bassin m ³	Profondeur(m)	Forme	Protection	Emplissage	Position parcelle	Exhaure ?	Perméabilité	Type de revêtement
AZN Guié	60	1.5	Assiette	Grillage	Gravité	Autour	Manuelle	Nulle	Béton armé
Fox	400	3	Cube	Grillage	Gravité	Autour	Motopompe	Nulle	Enduit ciment
2iE	200	1.6	Cube	Grillage	Gravité	Autour	Pédale	Très forte à faible	Enduit ciment
DGAD I	400	3	Cube	Non	Gravité	Autour	Manuelle		Béton
CIRA D	10 à 100	1.5	Cube	Non	Gravité	Autour	Manuelle	Nulle	Béton
Rawelgué	60 à 400	2.5 à 3	Cube	Non	Gravité	Autour	Manuelle	Très forte	Enduit ciment, moellons
Loumbila	400	5	Calebasse	Non	Gravité	Autour	Motopompe	Faible	Béton

Sakoula	70	1.5	Calebasse	Grillage	Gravité	Autour	Pédale	Nulle	Bâche
---------	----	-----	-----------	----------	---------	--------	--------	-------	-------

Les bassins sont de dimensions variables. Ils sont beaucoup plus petits que les marres traditionnelles (*Boulis*) mais se rapprochent des marres à briques. La majorité des ONG et des chercheurs ont testé des bassins de moins de 400 m³.

Selon les cas les bassins sont enduits de ciment, ou réalisés en béton armé ou recouverts de bâches. Certains bassins ne sont pas imperméabilisés. Le problème rencontré par certains bassins est la forte perméabilité. Les bassins non imperméabilisés ne retiennent pas longtemps l'eau à cause de l'infiltration est forte, sauf les bassins réalisés dans l'argile ou la latérite et qui n'ont plus besoin d'imperméabilisation. Les paysans de Rawelgué font des grands bassins pour recueillir le maximum d'eau en pensant qu'il restera plus d'eau malgré l'infiltration.

Il y a des problèmes d'insécurité des hommes et des animaux vu que la plupart de ces réalisations ne sont pas clôturées. La profondeur est un problème sérieux à cause du risque important de noyade. Il y a eu des noyades dès la première année des petits bassins du gouvernement. Les populations riveraines ne savent pas forcément nager et il y a beaucoup d'enfants autour des concessions. Certains choisissent de se limiter à 1,5m de profondeur pour permettre à un adulte d'avoir pied et de sortir un enfant de l'eau au cas où. Les bassins de Loumbila mesure 5 mètres de profondeurs mais il est possède un toit hermétique. La bordure du bassin a son importance dans la mesure où il est plus facile de sortir s'il le talus est en biais.

Les parcelles sont situées autour du bassin sauf le bassin d'un producteur de Rawelgué qui a son champ dans la forêt à environ 1 km du bassin. Cette position constitue un problème pour ce dernier car il puise manuellement l'eau du bassin à la parcelle.

Le moyen d'exhaure est pour la plupart manuel sauf pour les paysans de 2IE et Fox qui utilisé des pompes à pédale et Loumbila qui ont utilisé la motopompe. Les paysans questionnés préfèrent occuper la main d'œuvre familiale que d'acheter des pompes.

Le type de culture est essentiellement les cultures de saison et le maraichage en utilisant de l'engrais chimique et de la fumure organique.

Tableau 4 : Spéculation et coût de réalisation

	Culture	Mode de culture	Climat	Type saison	Evapo (m)	Coût
AZN Guié	Légume	Bio	Soudanien	Monomodale	2	6 000000/ha
Fox	Sorgho	SA + engrais	Soudanien	Monomodale	2	2035000
2iE	Maïs	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	
DGADI	Maïs + légume	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	100000
CIRAD	Sorgho	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	200000+ main d'œuvre locale
Rawelgué	Maïs + légume	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	135000+ main d'œuvre locale
Loumbila	Maïs	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	
Sakoula	Maïs légume	SA+ engrais	Soudanien	Monomodale	2	

Excepté les *boulis* et les bassins de Rawelgué, les paysans ne financent pas les bassins individuels mais investissent des centaines d'heure de travail. La rentabilité des bassins est calculée dans le cas de Sabouna (Dugué), de Tougou (Fox). Pour les bassins de l'AZN, du 2iE la rentabilité est probablement négative à cause de couts d'investissement très élevés. L'ICBI augmente les productions lors des années où la pluviométrie est insuffisante. Les spéculations des légumes sont faites en fonction de l'eau retenue dans le bassin et de la durée maximum de cette eau dans le bassin.

Tableau 5 : Grille d'analyse et de l'adoptabilité des bassins

	Participation paysanne	Pérennité	Durabilité	Technicité	Rentabilité
AZN Guié	Main d'œuvre	A moitié pérenne	Durable	Oui	Faible
Fox	Creusement	Non pérenne	Durable	Oui	Faible
2iE	Main d'œuvre	Pérenne	Durable	Oui	Négative
DGADI	Main d'œuvre	Pérenne	Durable	Non	Inconnue
CIRAD	Main d'œuvre	Pérenne	Durable	Oui	Respectable
Rawelgué	Main d'œuvre	Pérenne	Durable	Non	Probable
Lumbila	Non	Non pérenne	Non durable	Oui	Intéressante
Sakoula	Main d'œuvre	Pérenne	Durable	Oui	Intéressante

L'adoptabilité a été évaluée à travers cinq critères qui sont : l'avantage relatif, la compatibilité, la complexité, la possibilité d'essai et le caractère observable (Sattler et Nagel, 2010).

- L'avantage relatif correspond au degré selon lequel une innovation est perçue comme étant meilleure que ce qu'elle remplace. L'ICBI ne remplace pas vraiment d'autres modes de production mais peut être comparée à la culture pluviale, aux techniques de CES et à l'irrigation classique. L'irrigation pluviale est très aléatoire et les bassins fournissent des rendements nettement supérieurs et visibles. Les petits bassins sont censée remplacer les *Boulis* collectifs qui sont difficile d'accès pour l'irrigation. L'ICBI n'est pas concurrent de la technique du zaï mais vient en complément.
- La compatibilité de l'innovation renvoie aux valeurs suivantes telles que les expériences passées et les besoins de l'adoptant potentiel. Les bassins individuels rappellent les *Boulis* que les paysans avaient l'habitude d'utiliser. Ces *Boulis* sont collectifs d'où le blocage et une dépendance face aux autres. Par contre l'irrigation des

céréales en hivernage ne correspond pas du tout aux valeurs des paysans. Ils distinguent clairement le domaine traditionnel, cultures pluviales, du domaine moderne dédié au maraîchage.

- La complexité, correspond à la difficulté perçue de comprendre les principes, le fonctionnement et l'utilisation de l'innovation. Les bassins individuels ne sont pas une technique complexe, ni même l'irrigation manuelle. La technicité est facile à assimiler.
- La possibilité d'essai d'une innovation représente la facilité avec laquelle l'innovation peut être utilisée à faible échelle ou sur un petit périmètre avant de devoir être adoptée complètement (Possibilité de faire tout petit
- Le caractère observable correspond à la possibilité pour les adoptants potentiels d'observer les effets de l'innovation observable. (les paysans voient l'utilité des bassins pour les années où les pluies sont irrégulières pour leur campagne agricole. De plus c'est beau un bassin. Ça frappe l'œil surtout s'il y a un beau maïs tout vert à côté).

Les producteurs voient l'importance des bassins pour leur campagne notamment par rapport à la variabilité climatique. Le problème est le manque de moyens de réalisation. Ils participent de manière active en fournissant la main d'œuvre pour l'excavation mais ne financent rien. Ils manquent aussi de technicité c'est à dire des aptitudes et des qualifications pour que le bassin soit robuste et fait selon les règles de l'art comme le respect des talus, les chemins préférentiels de l'eau pour l'emplacement du bassin, construction des déversoirs, de l'entrée d'eau. A Rawelgué les paysans n'ont pas attendu d'aide pour réaliser leur bassin parce que dans ce village l'eau est une denrée rare et pour mener à bien des activités il leur fallait innover.

2. Le cas de Rawelgué

Rawelgué est un village où il n'y a pas de barrage ni de cours d'eau. Les activités des paysans se voient réduites car l'activité agricole dépend de la saison pluvieuse. Les cultures sont soumises aux caprices de la variabilité climatique qui réduit les récoltes. Les paysans avaient l'habitude de creuser des bassins pour la confection des briques pour la construction des maisons. Ils décidèrent d'utiliser cette eau en 1998 pour la production du poivron. C'est à partir de là que le chef et plusieurs paysans du voisinage ont commencé à creuser leurs propres bassins. Depuis lors, ils ont réalisé plusieurs bassins pour le maraichage, les pépinières forestières et l'irrigation du maïs.



Figure 5 : Bassin de M. Mangré

M. Mangré Zoungrana, le chef du village a démarré l'irrigation de complément à partir d'un bassin à brique d'argile imperméable de petite dimension. Les paysans l'ont agrandi au fil du temps mais ils se sont vite heurtés à un problème d'infiltration. Le bassin est grand mais ne retient pas l'eau pendant plus de vingt jours après la dernière pluie.

Mr. Mangré Zoungrana est considéré dans ce village comme un leader et une source d'inspiration. Né en 1935, il a été décoré plusieurs fois. Il a participé à un colloque au Sénégal qui l'a incité à étendre ses plantations d'eucalyptus dans son village. A l'époque, la zone du village était bue car la nappe est profonde et n'a pas de retenue d'eau. Mr Zoungrana a alors

planté des eucalyptus, arbre qui résiste au manque d'eau. Actuellement, le village possède 25 ha d'eucalyptus est une source de revenu importante pour les villageois. Les maisons en dure et tôlées témoignent d'une certaine aisance.

Le bassin du chef du village a été agrandi pour prendre les dimensions données par le Ministère (13x10x2) et est toujours en cours d'excavation. Il est utilisé pour la pépinière, le maraichage entre autre le gombo, le piment, la courgette et aussi pour l'irrigation du maïs.

3. Bilan hydrique

Les neufs bassins sont tous situés près des concessions ; cela peut être expliqué par le fait que le paysan veut avoir son bassin à proximité de son champ de case. C'est aussi pour réduire la distance entre le point d'eau et le champ d'autant plus que les paysans n'ont pas de pompe. Cela permet aussi de surveiller le bassin pour la sécurité et le vol d'eau. Le fait que les bassins ne soient pas clôturés constitue un réel danger pour la population et pour les animaux. Il y'a les risques de noyade et de troubles avec le voisinage. Sont consignés dans le tableau ci-dessous les coordonnées géographiques des différents bassins de Rawelgué.



Figure 6 : Représentation des bassins sur Google Earth

Cette partie consiste à évaluer le volume d'eau retenu par tous les bassins de Rawelgué et de le lier avec le volume d'eau à l'arrivée au barrage de Nagbangré en aval. Ce qui permettra d'évaluer le volume d'eau de ruissellement potentiellement retenu par les bassins en fonction

de la pluie. Pour cela, nous avons d'abord déterminé la superficie d'un bassin versant avec pour exutoire le barrage de Nagbangré puis nous avons procédé aux calculs (tableau 7). Le bassin versant fait 30 km², le coefficient de ruissellement 10 % et le volume total des bassins 2320 m². La formule est la superficie du bassin versant multiplié par le coefficient de ruissellement par la pluviométrie.

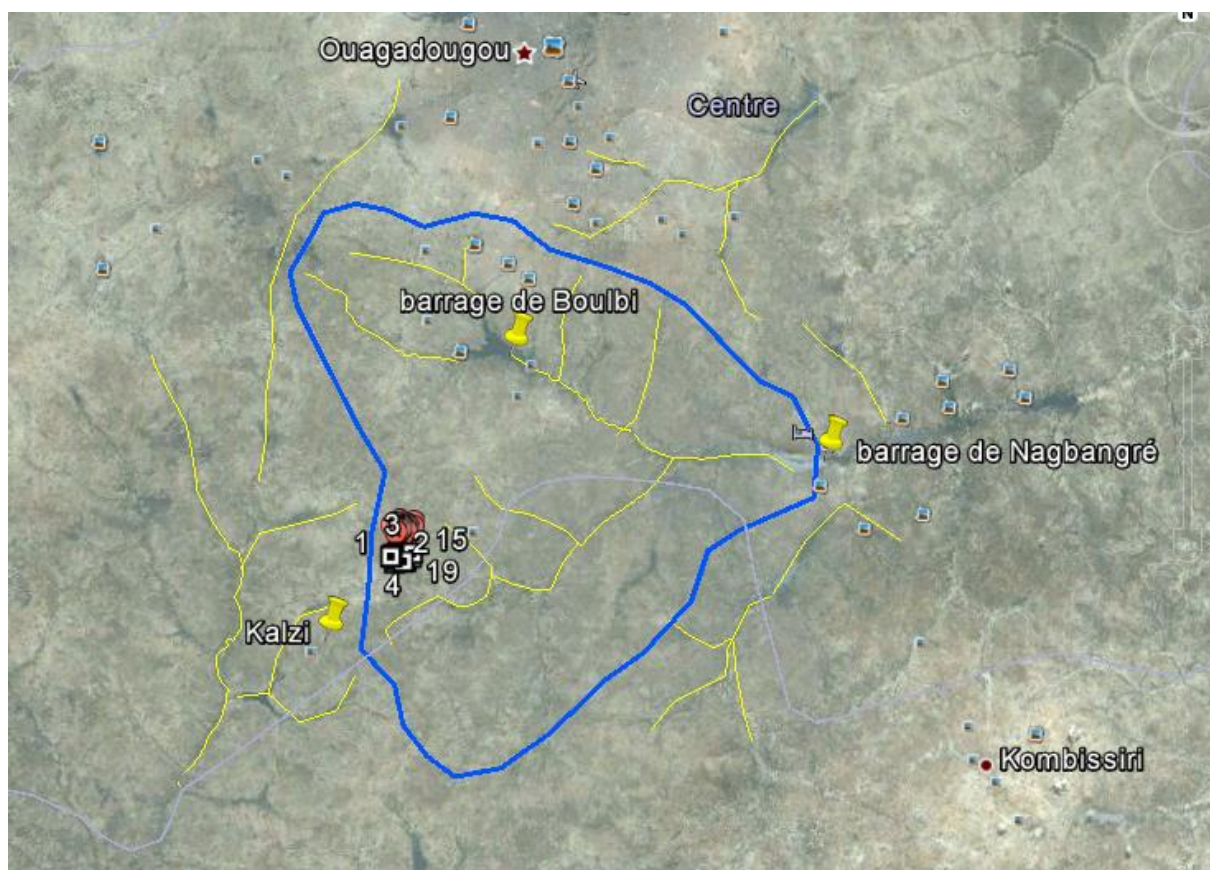


Figure 7 : Sous bassin versant du barrage de Nagbangré

Tableau 6 : Influence des bassins sur l'hydrologie

pluie (mm)	volume par an à l'exutoire (m ³)	% volume des bassins / volume bassin vers
10	30000	0,0774
15	45000	0,0516
20	60000	0,0387
25	75000	0,0309
30	90000	0,0258

35	105000	0,0221
40	120000	0,0193
45	135000	0,0172
50	150000	0,0155
55	165000	0,0141
100	300000	0,0077
200	600000	0,0039
300	900000	0,0026

Le calcul du volume des bassins est placé en annexe (Annexe 1 : tableau sur le calcul du volume d'eau de ruissellement retenu par tous les bassins de Rawelgué en fonction de la pluviométrie).

Avec la pluviométrie et la superficie du bassin versant ainsi que le coefficient de ruissellement nous avons déterminé le volume d'eau qui arrive à l'exutoire du bassin versant que nous avons qui est le barrage de Nagbangré dans notre cas. Ensuite nous avons procédé au calcul du volume prélevé par les bassins.

Nous constatons que dans le cas le plus défavorable c'est à dire avec une pluie faible de 10mm on a un pourcentage de prélèvement qui est de 0,07 %. Ce rapport n'est pas très élevé mais si les paysans des villages se trouvant dans ce bassin versant se mettent à creuser autant de bassin cela pourrait avoir un impact sur le volume d'eau qui arrive au barrage. Ainsi nous le constatons en faisant une extrapolation des bassins de Rawelgué sur quatre villages présent dans le bassin versant que nous avons délimité, avec une pluviométrie minimale de 10mm on obtient un pourcentage de 37% et une pluviométrie maximale de 300mm un pourcentage de 1,3%

4. Enquêtes

Les enquêtes ont été réalisées avec un échantillon de neuf personnes. L'échantillonnage a été fait en fonction de la taille du bassin aussi et de son utilisation. Ce sont les grands bassins et déjà utilisés pour au moins une campagne agricole qui ont été sélectionnés. Sur les neuf personnes cinq sont propriétaires de bassin (un à deux bassins par personne) et les quatre autres exploitent des bassins qui ne leur appartiennent pas mais ils ont contribué à sa réalisation.

a. Matériel agricole

Les producteurs enquêtés ne possèdent pour la plupart que des charrues asines. Le prix des matériels n'est pas abordable pour les paysans donc ils cultivent avec la daba et les autres moyens rudimentaires (confère Annexe 3 : Tableau sur l'inventaire matériel agricole).

Seul deux producteurs possèdent la charrue bovine. Le producteur Antoine Zoungrana a précisé que sa charrue bovine est de seconde main. Seulement deux d'entre eux ne possèdent pas de charrue asine. Le prix varie de 25 000 F en seconde main et 150 000 F neuf.

b. Pratique des cultures pluviales

Pour l'année 2011/2012, les cultures pluviales pratiquées par nos enquêtés sont le maïs, le sorgho, le sorgho rouge, le mil, le haricot et l'arachide. Les surfaces cultivées sont variables allant de 625 m² à 2 ha. Les champs sont situés loin des concessions sauf ceux du maïs. Le sorgho, le mil ont été aussi productifs bien qu'ils n'aient pas été arrosés (tableau sur les pratiques culturales sur le mil, le sorgho en annexe).

Le Gouvernement à travers le projet de *maïs de case* a fait don des semences de maïs et a montré des techniques de conservation des eaux comme le Zaï. Les superficies des champs de maïs sont petites ce qui limite la production. Le sac de 100 kg de maïs coûte actuellement 20 000 FCFA ainsi les producteurs font des bénéfices monétaires allant de 18 000 à 50 000 FCFA sur des superficies de moins de 0,5 ha. Malgré Zoungrana a estimé avoir fait un bénéfice monétaire 50 000 Fcfa sur un demi hectare (Confère Annexe 4 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Maïs). L'arachide est très valorisée par les paysans cela est dû à la forte demande. Pour cette année, elle a été productive bien qu'elle n'ait pas été irriguée. Elle a procuré un bénéfice allant de 20 000 FCFA à 700 000 FCFA sur une superficie allant de 0,25 ha à 1,5 ha (Annexe 9 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Arachide). Seul

deux producteurs n'ont pas produit cette culture. En 2011/2012 la pluviométrie a été suffisante mais irrégulière. Le haricot a été produit par quatre producteurs sur une surface de 0,5 ha à 4 ha (Annexe7 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Haricot) mais la production n'a pas eu de bon rendements puisque la plupart n'ont rien récolté à cause du retard de la mise en culture et de l'irrégularité de la pluie. Comme les bassins ne retiennent pas l'eau, ces cultures non pas pu être arrosées.

La culture du riz a été essayée en 2011/2012 par deux producteurs sous la direction du gouvernement pour voir la productivité d'un tel type de culture sur la zone de Rawelgué. Cette culture a été irriguée tout le long de son cycle à côté des bassins et les rendements ont été bons (confère Annexe8 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Riz).

Le compost est plus utilisé que les engrais chimiques d'abord parce que les paysans ont été sensibilisés sur les impacts des engrais chimique et à cause de son prix (20 000 le sac de 50kg de NPK contre 1 000FCFA la charrette de fumure organique). L'entraide est fréquente. Le propriétaire du champ nourrit les travailleurs durant la journée de travail mais ne paye pas la main d'œuvre et permet de renforcer les liens entre les paysans.

c. Pratique des cultures maraichères

Les champs sont situés à proximité des concessions et des bassins. Ce sont les cultures de fin de saison et à ce moment l'intensité de la pluie a diminué d'où le besoin de la réserve d'eau que constitue le bassin. Les cultures les plus pratiquées sont les choux, l'aubergine, la courgette et le poivron. Ces spéculations sont faites en fonction de la pluie et de la capacité du bassin. Avec les cultures maraichères les paysans gagnent en moyenne 200 000 FCFA par campagne et par culture (annexe 11 à 19 tableaux sur les cultures maraichères).

d. Elevage

Dans le village, on rencontre l'élevage des petits ruminants, des porcs et de la volaille qui fournissent un revenu si au cours de l'année le taux mortalité lié aux épidémies n'est pas élevé (Annexe 20 : Tableau sur les pratiques d'élevage).

e. Source de revenu non agro pastorale

Certains des producteurs possèdent des plantations d'eucalyptus, ce qui constitue leur principale source de revenu. C'est avec ces revenus qu'ils payent la main d'œuvre et le matériel pour l'excavation de leur bassin. Par exemple le chef du village Zoungrana Mangré

plante des eucalyptus depuis 1998 et possède une forêt de 1,5 ha qui lui rapporte plus de 1 000 000 de FCFA par an.

f. Contraintes et dépenses imprévues

Les contraintes liées à la construction des bassins sont d'ordre financière. Le matériel de réalisation coûte cher pour le budget des paysans, et la main d'œuvre aussi, car le sous-sol est relativement dur. Les dépenses imprévues sont entre-autre la nourriture pour la main d'œuvre, l'usage du matériel et les vols. Elles vont de 20 000 à 200 000 FCFA.

Tableau 7 : Nature des contraintes et coût des dépenses

Nom et prénom	Nature contrainte	Dépenses FCFA
Zoungwana Antoine	Financière	200000
Zoungwana Jean Pierre	Financière	150000
Ouedraogo Pogbi	Financière	150000
Zoungwana Mangré	Financière	100000
Zoungwana Aloïse	Financière	50000
Zoungwana Albert	Financière	20000
Ouedraogo Madi	Financière	20000
Zoungwana Ablassé	Financière	20000
Zoungwana Joachim	Financière	20000

g. Matériel pour la construction des bassins

Le matériel utilisé inclut pioches, pelles, charrettes et brouettes. Certains producteurs empruntent le matériel. Ouedraogo Pogbi a utilisé le plus de pelles et de pioches car le terrain est latéritique. Le gouvernement a offert une somme de 100 000 FCFA en subvention pour l'achat de ces outils (confère Annexe 21 : Tableau sur l'inventaire sur le matériel pour la construction des bassins) ; mais cette somme reste très faible par rapport au coût de réalisation du bassin qui est estimé à 1 500 000 FCFA d'après nos enquêtes).

5. Diagnostic des bassins individuels

Les résultats obtenus à partir de ces enquêtes ouvertes sont principalement les problèmes rencontrés par les producteurs. L'un des problèmes majeurs est l'infiltration. L'infiltration qui fait que l'eau reste au maximum 20 jours sans utilisation. Ce qui limite les activités des producteurs et leur impose certain choix de spéculation.

Ensuite, l'absence de clôture soulève le problème de sécurité. Ces bassins ont en moyenne une dimension de 13 par 10 mètres sur 2,5 mètres de profondeur, ce qui menace la sécurité des personnes et des animaux, et cela entraîne des conflits entre les propriétaires et les autres villageois.

Il y'a aussi les imprévus lors de la réalisation des bassins ce qui rend le travail pénible et l'étale sur une plus longue durée. L'usure du matériel de réalisation (surtout les pioches, pelles..) crée d'autres dépenses imprévues pour les paysans.

La terre résultant de l'excavation est rependue dans le champ sur lequel il cultive. Selon eux cette terre est plus productive que le sol initial.

La mesure d'infiltration a été réalisée avec les anneaux de Muntz (tableau 8).

Tableau 8 : Valeurs de l'infiltration dans quatre bassins de Rawelgué

Bassin	Propriétaire	L, l, h (m)	type de sol	densité apparente	point de mesure	Infiltration
1	Aloise1	13x10x2,5	latéritique argileux		1	12,53
					2	10,4
					3	10,3
					4	14,2
					5	10,8
2	Mangré	13x10x2,5	argilo latéritique		1	14,22
					2	10,7
					3	15,1
					4	11,1

					5	17,2
3	Aloise2	40x28x2	latéritique argileux		1	12,01
					2	8,47
					3	14,64
					4	15,2
					5	13,6
4	Antoine	13x10x2,5	Argileux		1	12,8
					2	13,7
					3	17,24
					4	8,3
					5	9,9

Vu la très forte perméabilité des sols dans le village et la taille des bassins nous avons choisi les quatre plus grands bassins où l'eau n'est pas retenue longtemps pour faire nos mesures. Les bassins étant grands nous avons choisi cinq points dans chaque bassin où nous avons réalisé les mesures pour estimer la variabilité de l'infiltration dans le même bassin.

Dans chacun des bassins, l'infiltration est forte à certains endroits et faible à d'autre. La forte présence de sable rend le sol encore plus perméable. Sur les sols argileux, le type d'argile n'est pas très imperméable mais on note quand même une grande différence d'avec les valeurs obtenues sur les sols latéritiques et sableux. La valeur de 17,24mm/h sur le sol latéritique peut s'expliquer par le fait que le sol soit fissuré.

Les sols dominants rencontrés à Rawelgué sont essentiellement des sols latéritiques avec la présence de sable et de l'argile. Dans la documentation, l'infiltration pour les sols latéritique est de 1,5mm/h et pour les sols argileux elle est comprise entre 7 à 15mm/h ce qui reste très supérieur aux valeurs que nous avons obtenu.

6. Méthode d'imperméabilisation

Les différentes techniques d'imperméabilisation que nous avons recensées sont principalement les bâches (Fiestone, 2012), l'argile, les enduits en ciment et le béton armé. Toutes ses techniques montrent chacune des faiblesses et des avantages et selon le type de sol rencontré on aura une technique bien définie.

Les bâches en géotextile peuvent très efficaces si elles recouvrent entièrement le bassin mais elle doit être relativement épaisses, mais les bâches épaisses coûtent très chers et ne sont pas à la portée des paysans.

L'argile est aussi efficace mais dépend du type de sol que l'on rencontre dans la zone et on ne peut l'utiliser sur les parois que lorsqu'elle est oblique pour éviter le glissement. Ces techniques qui transforment l'argile pour éviter qu'elle ne glisse sur les parois peuvent aussi coûter chères.

Ces techniques peuvent être combinées pour obtenir de meilleurs résultats.

a. Les différents types de bâche

Nous avons essentiellement les bâches en EPDM (éthylène propylène diène monomère et les Bâche en pvc).

- La bâche en PVC a un prix peu élevé. Elle est souple et assez légère à manipuler. Elle se colle bien en cas d'extension ou de réparation. Elle est proposée en plusieurs épaisseurs. La plus épaisse est la plus solide mais perd en souplesse. Elle durcit et devient cassante au fil du temps car elle est sensible aux UV. Elle dégage des éléments considérés comme toxiques.



Figure 8 : Bâche en PVC fabrication Gasconature SARL

- La bâche en EPDM est constituée de caoutchouc synthétique. Elle est très souple et très résistante aux tensions mécaniques. Elle reste malléable, ne se dégrade pas avec le temps, n'émet pas de substance toxique. Mais elle reste nettement plus chère que le PVC, plus lourde à manipuler pour de grandes surfaces. Le collage possible mais qui demande une certaine technique.



Figure 9 : Bâche en EPDM fabrication Gasconature

- La bâche composite est une géo membrane alternative à l'EPDM. Il existe aussi une bâche composite réalisée à partir d'une nappe non tissée emprisonnée entre deux couches de membrane polymère. Cette membrane est complètement neutre vis à vis de l'environnement.
- La bâche en *pondtext* est constituée de matière synthétique multicouche renforcée de fibres. Elle a une très bonne résistance aux efforts mécaniques et au poinçonnement. Elle est thermo soudable et chimiquement neutre. Sa durée d'usage équivaut à celle de l'EPDM. Elle est assez légère à manipuler. Cependant, le *pondtext* est une nouvelle matière qui n'a pas encore fait ses preuves à long terme. Son prix assez élevé. Elle est plus rigide que le PVC et l'EPDM, sauf par temps chaud où elle devient plus souple.



Figure 10 : Bâche pondtext

Pour la pose de ces différentes bâches, le sol devra être soigneusement préparé. Il faut ôter les cailloux, tasser le sol, le renforcer s'il le faut par un grillage souple. Placer impérativement un feutre spécial (le géotextile prévu pour mettre sous les bâches de bassins afin d'amortir l'effet "piquant" des cailloux) sous toute la surface de la bâche afin de la protéger (petites racines, rongeurs, légères irrégularités ...).



Figure 11 : Feutre de protection en géotextile

b. Argile

L'argile peut être utilisée de différente manière pour imperméabiliser un bassin. Il est possible d'utiliser des briques d'argile et de les disposer sur un talus. On les utilise parfois au fond du bassin et on met du ciment sur les parois. Il est aussi possible de déposer une couche d'argile compacté au fond du bassin. Nous avons aussi une méthode brevetée qui consiste à faire des matelas d'argile en mettant l'argile entre deux couches de géotextile et en utilisant un appareil spécial qui coud les deux textiles, ce qui permet d'éviter le glissement de cette argile en assurant sa stabilité.

c. Béton

Une autre technique d'imperméabilisation est de réaliser un coffrage de béton armé sur tout le pourtour et sur le fond du bassin. C'est la technique la plus durable.

Conclusion et perspective

Cette étude nous a permis d'identifier les contraintes des paysans du Burkina Faso et de Rawelgué face à la construction de bassins et à l'irrigation de complément en hivernage. Ces bassins leur permettent de mener des activités et leur permettent de réaliser des bénéfices supplémentaires. Mais les problèmes de clôture et d'infiltration constitue un frein au développement de leurs activités et la bonne entente entre voisin.

A Rawelgué les bassins sont surtout utilisés pour la production des plans forestiers et moins pour l'irrigation de complément des cultures classiques. Les pépinières forestières procurent les bénéfices qui permettent de supporter les charges d'excavation des bassins. La notion de l'irrigation de complément du maïs est venue avec le projet « maïs de case ». Les acteurs du projet leur ont expliqué cette notion d'irriguer les cultures pluviales pendant la saison pluvieuse et leur ont fait don de semences de maïs dans le but de réaliser une expérience avec le gouvernement mais il n'est pas certain qu'ils continueront avec des semences de maïs améliorées.

Selon les critères de Nager et Sattler (2010), les paysans de Rawelgué ont adopté cette innovation. Néanmoins il faudrait trouver des solutions pour une meilleur adoption de l'innovation car elle regroupe deux techniques qui sont d'abord l'excavation des bassins qui ne semble pas causer de problème aux paysans et l'irrigation des culture pluviales qui est encore considérée par la plupart des paysans peu rentable et tabou.

Bibliographie

- Abdel-Rahman, G.S.H.Seidhom and Some L.Soil and Water Relationships of Some Crops in Sahel-Dori, Burkina Faso.American-Eurasian J.Agric.& Environ. Sci., 7 (3): 289-297, 2010ISSN 1818-6769 IDOSI Publications, 2010
- Ali Reza Tavakkolia and Theib Y.Oweis. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran Agricultural Water ManagementVolume 65, Issue 3, 15 March 2004, Pages 225-236
- Barron J. 2004. Dry spell mitigation to upgrade semi-arid rainfed agriculture: Water harvesting and soil nutrient management for smallholder maize cultivation in Machakos, Kenya. StockholmUniversity. 39p.
- BUNASOL. (1997). Rapport technique N°106. Etude morphologique pédologique de la province du Bazèga .
- Carsky R. J. ; Ndikawar R. ; Singh L.; Rao M. R.; Response of dry season sorghum to supplemental irrigation and fertilizer N and P on Vertisols in northern Cameroon Agricultural water management 1995, vol. 28, no1, pp. 1-8
- Comité National des Irrigations et du Drainage du Burkina. 2009. Irrigation de complément sur maïs en agriculture pluviale au Burkina Faso. Projet d'Appui aux Initiatives des Producteurs vivriers et à l'Intensification Responsable. Rapport final, janvier 2009. 24p
- Comité National des Irrigations Et du Drainage du Burkina.2009. *irrigation de complément sur maïs en agriculture pluviale au Burkina Faso*. FARM/ARID/CNID-B. Projet d'Appui aux Initiatives des Producteurs vivriers et à l'Intensification Responsable. Rapport final Janvier 2009. 24p.
- Coulibaly, R. Troy, B., Girard, P. Opération d'irrigation de complément en saison des pluies sur le maïs à la valle du Sourou (Burkina Faso). Un exemple d'adaptation à la variabilité climatique. FARM.
- DADI 2010 Contribution à la réflexion sur la sécurisation de la production agricole de saison pluviale par l'irrigation complémentaire. Rapport de la Direction des Aménagements et du Développement de l'Irrigation.
- Dembélé Y, Somé L, Zomboudré G, Diabri S. 1999. Irrigation de complément du riz pluvial sur des sols sableux conditionnés avec de la matière organique au sud-ouest du Burkina Faso. *Science et changements planétaires / Sécheresse*. Volume 10, Numéro 2, 143, Juin 1999, Notes de recherche.
- Dorin B., Landy F., 2002. Agriculture et alimentation de l'Inde. Les vertes années (1947-2001), Espaces ruraux, INRA Editions, Paris, 248 p.
- Dugué P. 1986.L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques. Actes du III^{ème} Séminaire *Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production*. Montpellier 16-19 décembre 1986. DocumentsSystèmes Agraires, n°6Tome I,:167-174.
- Dugué, P. L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village : perspectives de développement de petits périmètres irrigués de saison des pluies et de saison sèche au Yatenga. Contraintes techniques et socio-économiques. Documents Systèmes agraires N°6Aménagement

- hydroagricoles et systèmes de production Actes du IIIème Séminaire Montpellier 16-19 décembre 1986 TOME I.
- Falkenmark M, Fox P, Persson G, Rockström J. 2001. *Water Harvesting for Upgrading of Rainfed Agriculture. Problem Analysis and Research Needs*. Stockholm International Water Institute. Stockholm (Sweden) : 94p
- Firestone. (2012, Avril). Firestone. Consulté le février 5, 2013, sur <http://www.fierstone.com>
- Fox P, Rockström J. «Supplemental irrigation for dry-spell mitigation of rainfed agriculture in the Sahel.» *Agricultural Water Management*, 2003: 29-50.
- Fox P, Rockström J. «Supplemental irrigation for dry-spell mitigation of rainfed agriculture in the Sahel.» *Agricultural Water Management*, 2003: 29-50.
- Fox, P., Rockström J, Barron, J. (2005). "Risk analysis and economic viability of water harvesting for supplemental irrigation in semi-arid Burkina Faso and Kenya." *Agricultural Systems* 83: p231-250.
- Fox, P., Rockström J. (2000). "Water harvesting for supplementary irrigation of cereal crops to overcome intra-seasonal dry spells in the Sahel." *Physics and Chemistry Earth* 3(25): 289-296.
- Goyal RK. 2009. Rainwater Harvesting: A Key to Survival in Hot Arid Zone of Rajasthan. In: Rao K.V., Venkateswarlu B., Sahrawath K.L., Wani S.P., Mishra P.K., Dixit S., Srinivasa Reddy K., Manoranjan Kumar and Saikia U.S., eds. *Rainwater Harvesting and Reuse through Farm Ponds. Experiences, Issues and Strategies*. Hyderabad, AP, (India) ; Central Research Institute for Dryland Agriculture: 250p
- Khanwalkar S. 2009. Rainwater Harvesting through Farm pond and Well Recharging Structures to Support Rainfed Agriculture. In: Rao K.V., Venkateswarlu B., Sahrawath K.L., Wani S.P., Mishra P.K., Dixit S., Srinivasa Reddy K., Manoranjan Kumar and Saikia U.S., eds. *Rainwater Harvesting and Reuse through Farm Ponds. Experiences, Issues and Strategies*. Hyderabad, AP, (India) ; Central Research Institute for Dryland Agriculture: 250p
- Legoupil JC. 1984 Irrigation et systèmes de culture irrigués. Bilan et perspective de la recherche. Colloque "Résistance à la sécheresse en milieu Intertropical" CIRAD/ISRA DAKAR 24-27 septembre 1984
- Marchal 1986. Vingt ans de lutte anti-érosive au nord du Burkina Faso. Cahier Orstom série pédologique vol XXII, n°2, 173-180.
- Marchal, J., Y. 1983 Société, espace et désertification dans le Yatenga (Haute Volta): La dynamique de l'espace rural soudano-sahélien. Travaux et documents de l'ORSTOM, 167, 873p.
- Oweis T, Hachum A. 2004. *Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Productivity of Dry Farming Systems in West Asia and North Africa*. "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia. Published on CDROM. Web site [www.cropscience.org.au](http://www.cropsscience.org.au): 14p.
- Perez P.. 2004. In : Ruf François (ed.), Lançon Frédéric (ed.). *From slash-and-burn to replanting : Green revolutions in the Indonesian uplands?*. Washington : World Bank, p. 43-48.
- PRADAN (Professional Assistance for Development Action). 2003. Storing water on farm and improving food security with five percent technology. PRADAN/IWMI. <http://www.cbd.int/doc/case-studies/tttc/tttc-00151-en.pdf>
- Rockström J, Barron J, Fox P. 2003. *Water Productivity in Rain-fed Agriculture: Challenges and Opportunities for Smallholder Farmers in Drought-prone Tropical Agroecosystems*. In: Kijne J.W, Barker R., Molden D., eds. *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CAB International 2003: 145-162

- Sbeih M.Y. 2007. Rôle de l'irrigation de complément pour la production alimentaire dans un pays semi-aride, la Palestine. Gestion de la demande en eau en Méditerranée, progrès et politiques. Saragosse, 19-21 mars 2007. 1p.
- SERA. (2010). Plan de Développement Communal de Komsilga. Rapport.
- Sivakumar. M.V.K. Exploiting rainy season potential from the onset of rains in the Sahelian zone of West Africa .Agricultural and Forest MeteorologyVolume 51, Issues 3-4, July 1990, Pages 321-332
- Some, L et Ouattara K. Irrigation de complément pour améliorer la culture du sorgho au Burkina Faso. Agronomie Africaine Vol. 17 (3) 2005: pp. 201-209
- Thiombiano M. 1985 Etude des dispositifs anti-érosifs et des techniques d'économie de l'eau au Yatenga (Ziga). Mémoire ISP.IDR. OUAGADOUGOU

Annexe

Bassin	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Volume (m3)
1	3,4	2,6	1,8	15,912
2	3,4	2,6	1,8	15,912
3	4	4	0,5	8
4	4	4	1	16
5	4	4	1,5	24
6	4	4	0,5	8
7	7	5	1	35
8	5	4	1	10
9	5	5	1,5	37,5
10	5	5	1,5	37,5
11	5	5	1,5	37,5
12	13	10	0,5	65
13	13	10	0,5	65
14	13	10	0,5	65
15	13	10	1	130
16	4,7	4,1	2,1	40,467
17	13	10	1	130
18	4,7	4,1	2,1	40,467
19	4,7	4,1	2,1	40,467
20	4,7	4,1	2,1	40,467
21	4,7	4,1	2,1	40,467
22	4,7	4,1	2,1	40,467
23	3,4	2,6	2,7	23,868
24	3,4	2,6	2,7	20,808
25	13	10	2,5	325
26	13	10	2	260
27	16	8	2,5	320
28	28	7	2	392

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins
de Rawelgué, Burkina Faso

29	3	3	2	18
30	3	3	2	18
volume				2320,802

Annexe1 : tableau sur le calcul du volume d'eau de ruissellement retenu par tous les bassins
de Rawelgué en fonction de la pluviométrie

bassin	Propriétaire	Année de début de réalisation	Année de fin	Dimension (L, l, p) en m	Type de sol	Etanchéisation	Etat actuel du bassin	Type de culture
1	Ouedraogo Hamidou	2009	En cours de réalisation	2, 6x3, 4x1, 8	Latéritique+ argileux	Non		Pépinière+ légume+ maïs
2	Ouedraogo Ahmadou	2009	En cours de réalisation	2,6x3, 4x1, 8	Latéritique+ argileux	Non		Pépinière+ légume+maïs
3	Zoungrana Wendemi	2012	En cours de réalisation	4x4x0, 5	latéritique	Non		Pépinière+ légume+maïs
4	Ouedraogo Jean Baptiste	2009	En cours de réalisation	4x4x1	Latéritique+ argileux	Non		Légume
5	Ouedraogo Madi	2012	En cours de réalisation	4x4x1, 5	latéritique	Non		Légume
6	Ouedraogo Lazare	1984	En cours de réalisation	4x4x0, 5	Latéritique+ argileux	Non		Légume
7	Zoungrana Sibiri	2012	En cours de réalisation	5x7x1	Latéritique+ argileux	Non		Légume+maïs

8	Zoungana Sambo	2012	En cours de réalisation	5x4x0, 5	Argileux+ latéritique	Non		Légume+maïs
9	Zoungana Ablassé	2012	En cours de réalisation	5x5x1, 5	Latéritique+ argileuse	Non		Légume
10	Ouedraogo Daniel	2004	En cours de réalisation		Argileux	Non	Envasé	Légume
11	Zoungana Thibault	2009	En cours de réalisation		Latéritique	Non		Légume + pépinière
12	Zoungana Maturin	2009	En cours de réalisation	13x10x0, 5	Argileux	Non		Légume
13	Zoungana Somdé	1998	En cours de réalisation		Argileux	Non		Légume
14	Ouedraogo Benoit	1998				Non	Envasé	Légume
15	Zoungana Joachim	1998	En cours de réalisation	13x10x1	Latéritique	Non	Envasé	Légume
16	Ouedraogo Blaise	1998	En cours de réalisation		Latéritique + argileux	Non	Envasé	Légume
17	Zoungana Michel	2004	En cours de réalisation	13x10x1	Latéritique	Non	Envasé	Légume
18	Zoungana Leonard	1998	En cours de réalisation		Latéritique+ argileux	Non	Envasé	Légume + pépinière

19	Ouedraogo Moussa	1998	En cours de réalisation		Latéritique+ argileux	Non	Envasé	Légume
20	Ouedraogo boukaré	1998	En cours de réalisation		Latéritique+ argileux	Non	Envasé	Légume
21	Ouedraogo Rasmané	2009	En cours de réalisation		Latéritique+ argileux	Non	Envasé	Légume
22	Zoungwana Michel	2009	2009	4,7x4, 1x2, 1	Latéritique	Béton	Fissure+décollement du béton sur les parois	Pépinière+ légume
23	Zoungwana Michel	2009	2009	2,6x3, 4x2, 7	Latéritique	Béton	Intact	Légume+maïs
24	Zoungwana Michel	2009	2009	3,4x3, 4x1, 8	Latéritique	Béton	Fissures sur les parois	Légume+maïs
25	Zoungwana Mangré	1998	En cours de réalisation	13x10x2, 5	Latéritique+argileuse	Non		Légume+maïs +pépinière
26	Zoungwana Ousmane	1998	En cours de réalisation	13x10x2	Latéritique	Non		Légume+maïs

27	Ouedraogo Pogbi	1998	2010	16x8x2, 5	Latéritique	Béton+d alle	Fissures sur les parois	Légume+maïs
28	Zoungana Ousmane	1998	2011	28x7x2	Latéritique	Non		Légume+maïs
29	Ouedraogo Pogbi	2011	2012	3x3x2	Latéritique	Non		Légume+maïs
30	Zoungana Antoine	2011	En cours de réalisation		Argileuse	Non		Légume+maïs

Annexe2 : Tableau sur les caractéristiques des bassins

	Charrue bovine		Charrue asine		Charrette		Brouette		Houe Manga	
Nom et prénom	Nombre	Valeur(FCFA)	Nombre	Valeur(FCFA)	Nombre	Valeur(FCFA)	Nombre	Valeur(FCFA)	Nombre	Valeur(FCFA)
Zoungana Antoine	1	6500	1	12500	0		1	12500	0	
Zoungana jean pierre	0	0	1	77500	1	190000	1	27500	0	0
Ouedraogo	0	0	1	25000	1	130000	1	6500	0	0

Pogbi										
Zoungrana Mangré	1	100000	2	150000	1	175000	2	25000	0	0
Zoungrana Aloïse	0	0	0	0	0	0	1	6500	0	0
Zoungrana Albert	0	0	1	37500	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	1	37500	0	0	0		0	0
Zoungrana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Joachim	0	0	1	37500	0	0	0	0	0	0

Annexe3 : Tableau sur l'inventaire matériel agricole

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Sup (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs (FCFA)	Quantité (Kg)	Valeurs (FCFA)	Quantité (Kg)	Valeurs (FCFA)	Quantité (Kg)			
Zoungwana Antoine	0,09	2	2000	0	0	1	don	100	2000	20000	18000
Zoungwana jean pierre	0,16	6	6000	0	0	9	don	150	6000	30000	24000
Ouedraogo Pogbi	0,625	8	8000	0	0	3	don	400	8000	40000	32000
Zoungwana Mangré	0,5	30	30000	100	40000	9	don	600	70000	100000	50000
Zoungwana Aloïse	0,25	10	10000	0	0	3	don	200	10000	40000	30000
Zoungwana Albert	0,625	4	4000	25	12000	5	don	100	16000	20000	4000
Ouedraogo Madi	0,625	3	3000	25	10000	5	don	200	13000	40000	27000
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Joachim	0,04	0	0	0	0	1	don	100	0	20000	20000

Annexe4 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Maïs

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)			
Zoungwana Antoine	0,5	0	0	9	4200	6	1800	80	6000	10000	4000
Zoungwana jean pierre	0,5	0	0	9	4200	3	900	150	5100	15000	9900
Ouedraogo Pogbi	0,5	0	0	25	12000	3	900	200	12900	20000	7100
Zoungwana Mangré	1,5	30	30000	0	0	6	1800	1000	31800	100000	68200
Zoungwana	0,25	0	0	25	12000	1,5	450	200	12450	20000	7550

Aloïse											
Zoungwana											
Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo											
Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana											
Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana											
Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe5 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Sorgho

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)			
Zoungwana Antoine	0,16	0	0	0	0	0,5	150	24	150	7500	7350
Zoungwana jean pierre	0,5	0	0	9	4200	3	900	80	5100	10000	4900
Ouedraogo Pogbi	0,5	0	0	15	7000	2	600	100	7600	10000	2400
Zoungwana Mangré	0,5	10	10000	0	0	3	900	200	10900	20000	9100
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Albert	1	0	0	0	0	14	9800	200	9800	20000	10200
Ouedraogo Madi	0,5	10	10000	0	0	2	600	300	10600	30000	19400
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Joachim	1	0	0	0	0	14	9800	200	9800	0	-9800

Annexe6 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Mil

		Fumure organique		NPK		Semence		Main d'œuvre(nombre travail)	Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)		Quantité(Kg)			
Zoungana Antoine	0,5	0	0	6	2800	3	1500	0	48	4300	2500	-1800
Zoungana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0,5	0	0	0	0	2	1000	0	100	1000	5000	4000

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

Zoungrana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Ablassé	0,5	5	5000	0	0	2,5	5000	0	100	10000	5000	-5000
Zoungrana Joachim	4	0	0	0	0	5	10000	52500	800	62500	40000	-22500

Annexe7 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Haricot

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)			
Zoungwana Antoine	0,02	0	0	12	5600	don		48	5600	24000	18400
Zoungwana jean pierre	0,625	0	0	6	2800	don	0	20	2800	10000	7200
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe8 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Riz

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)			
Zoungwana Antoine	0,25	0	0	0	0	12	2400	24	2400	25000	22600
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10000	10000
Ouedraogo Pogbi	1,5	0	0	25	12000	0	0	600	12000	420000	408000
Zoungwana Mangré	1	0	0	0	0	24	4800	600	4800	420000	415200
Zoungwana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

Aloïse											
Zoungrana Albert	0,625	0	0	0	0	14	9800	250	9800	175000	165200
Ouedraogo Madi	3	10	10000	0	0	30	6000	1000	16000	700000	684000
Zoungrana Ablassé	0,5	0	0	0	0	0	0	300	0	210000	210000
Zoungrana Joachim	0,5	0	0	0	0	0	0	200	0	140000	140000

Annexe 9 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Arachide

		Fumure organique		NPK		Semence		Production agricole (kg)	Dépense	Gain	Bénéfice
--	--	---------------------	--	-----	--	---------	--	-----------------------------	---------	------	----------

Nom et prénom	Superficie (ha)	Quantité (charrette)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)	Valeurs(FCFA)	Quantité(Kg)			
Zoungrana Antoine	2	0	0	0	0	12	5000	250	5000	25000	20000
Zoungrana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 10 : Tableau sur la pratique des cultures pluviales : Sorgho rouge

	Oignon									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungwana Antoine	0,01	5000	15000	20000	0	0	100000	40000	100000	60000
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Albert										
Ouedraogo										
Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 11 : Tableau sur les cultures maraichères : Oignon

	Tomate									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre	Montant NPK (FCFA)	Montant urée	Montant fumure	Valeur production	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)

			(FCFA)		(FCFA)	organique (FCFA)	(FCFA)			
Zoungrana Antoine	0,25	2000	0	0	0	0	25000	2000	25000	23000
Zoungrana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0,1	1000	0	4200	0	0	15000	5200	15000	9800
Zoungrana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Aloïse	0	0	0	0	0		0	0	0	0
Zoungrana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 12 : Tableau sur les cultures maraichères : Tomate

	Choux									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungwana Antoine	0,09	5000	0	0	0	0	37500	5000	37500	32500
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zoungwana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Ablassé	0,625	5000	0	2500	0	0	150000	7500	150000	142500
Zoungwana Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 13 : Tableau sur les cultures maraichères : Choux

	Piment									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure	Valeur production	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)

			(FCFA)			organique (FCFA)	(FCFA)			
Zoungwana Antoine	0,5	5000	0	0	0	0	25000	5000	25000	20000
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 14 : Tableau sur les cultures maraichères : Piment

	Aubergine									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungwana Antoine	0,04	4000	0	0	0	0	20000	4000	20000	16000
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0,01	2000	0	7000	0	0	50000	9000	50000	41000
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Joachim										
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 15: Tableau sur les cultures maraichères : Aubergine

	Gombo									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungwana Antoine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana jean pierre	0,0025	1000	0	1400	0	0	25000	2400	25000	22600
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0,625	1750	0	6500	0	0	200000	8250	200000	191750
Zoungwana Aloïse	0,625	5000	0	0	0	10000	25000	15000	25000	10000
Zoungwana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Albert										
Ouedraogo										
Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 16: Tableau sur les cultures maraichères : Gombo

	Poivron									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

						(FCFA)				
Zoungwana Antoine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0,02	17500	0	5200	0	0	225000	22700	225000	202300
Zoungwana Aloïse	0,16	6000	0	0	0	10000	100000	16000	100000	84000
Zoungwana Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Madi	0,625	8000	0	10000	0	0	135000	18000	135000	117000
Zoungwana Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Joachim	0,625	5000	0	0	0	0	125000	5000	125000	120000

Annexe 17 : Tableau sur les cultures maraichères : Poivron

	Concombre									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungwana Antoine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana Aloïse	0,25	4000	0	0	0	10000	125000	14000	125000	111000
Zoungwana Albert	0,04	4000	0	0	0	20000	37500	24000	37500	13500

Ouedraogo										
Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana										
Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 18 : Tableau sur les cultures maraichères : Concombre

	Courgette									
Nom et prénom	Superficie (Ha)	Semence (FCFA)	Main d'œuvre (FCFA)	Montant NPK (FCFA)	Montant urée (FCFA)	Montant fumure organique (FCFA)	Valeur production (FCFA)	Dépense (FCFA)	Gain (FCFA)	Bénéfice (FCFA)
Zoungrana Antoine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana jean pierre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungrana Mangré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zoungwana										
Aloïse	0,25	5200	0	0	0	10000	50000	15200	50000	34800
Zoungwana										
Albert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ouedraogo										
Madi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana										
Ablassé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zoungwana										
Joachim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 19 : Tableau sur les cultures maraichères : Courgette

	Nombre						Valeur monétaire (FCFA)					
Nom et prénom	Mouton	Chèvre	Volaille	Porcs	Bœuf	Ane	Mouton	Chèvre	Volaille	Porcs	Bœuf	Ane
Zoungwana	0	0	10	0	1	1	0	0	30000	0	45000	

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins de Rawelgué, Burkina Faso

Antoine												
Zoungwana jean pierre	0	0	35	0	0	0	0	0	105000	0	0	0
Ouedraogo Pogbi	5	3	30	1	0	4	100000	52500	90000	0	0	254000
Zoungwana Mangré	15	0	60	0	1	2	300000	0	180000	0	50000	127000
Zoungwana Aloïse	0	3	10	0	0	0	0	52500	30000	0	0	0
Zoungwana Albert	0	4	10	0	0	0	0	75000	30000	0	0	0
Ouedraogo Madi	10	0	20	0	1	2	250000	0	60000	0	130000	150000
Zoungwana Ablassé	0	0	10	10	0	0	0	0	30000	200000	0	0
Zoungwana Joachim	0	0	0	10	0	0	0	0	0	175000	0	0

Annexe 20 : Tableau sur les pratiques d'élevage

Nom et	Pelle			pioche			brouette			charrette		
	nombre	valeur(FCFA)	mode	nombre	valeur(FCFA)	mode	nombre	valeur(FCFA)	mode	nombre	valeur(FCFA)	mode

prénom			d'acquisitions			d'acquisitions			d'acquisitions			d'acquisitions
Zoungwana Antoine	3	3750	achat	4	10000	achat	0	0	0	0	0	0
Zoungwana jean pierre	1	1250	achat	2	5000	achat	1	190000	achat	1	190000	achat
Ouedraogo Pogbi	24	30000	achat	36	90000	achat	1	0	prêt	1	0	prêt
Zoungwana Mangré	2	2500	achat	3	7500	achat	2	300000	achat	1	150000	achat
Zoungwana Aloïse	5	6250	achat	15	37500	achat	1	150000	achat	0	0	0

Annexe 21 : Tableau sur l'inventaire sur le matériel pour la construction des bassins

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins
de Rawelgué, Burkina Faso

Bassin	Propriétaire	Nord	Ouest	Altitude
1	Zoungwana Jean Pierre	12.15168	001.59114	344
2	Zoungwana Jean Pierre	12.15170	001.59113	344
3	Zoungwana Jean Pierre	12.15161	001.59072	344
4	Zoungwana Mangré	12.15164	001.59071	345
5	Zoungwana Ousmane	12.15182	001.59021	342
6	Zoungwana Ousmane	12.15225	001.59013	342
7	Ouedraogo Pogbi	12.15233	001.58990	344
8	Ouedraogo Pogbi	12.15251	001.59001	344
9	Ouedraogo Hamidou	12.15345	001.58801	342
10	Ouedraogo Ahmadou	12.15288	001.58731	341
11	Zoungwana Wendemi	12.15236	001.58603	340
12	Ouedraogo Jean-Baptiste	12.15242	001.58567	340
13	Ouedraogo Madi	12.15150	001.58425	337
14	Ouedraogo Lazare	12.15123	001.58220	336
15	Zoungwana Sibiri	12.15306	001.58182	334
16	Zoungwana Sambo	12.15013	001.58442	352
17	Zoungwana Ablassé	12.14947	001.58480	336
18	Ouedraogo Daniel	12.14940	001.58510	335
19	Zoungwana Thibault	12.14962	001.58575	335

Petits bassins individuels pour l'irrigation de complément : Analyse diagnostique des bassins
de Rawelgué, Burkina Faso

20	Zoungwana Maturin	12.15131	001.58586	336
21	Zoungwana Somdé	12.15050	001.58651	338
22	Ouedraogo Benoit	12.15086	001.58678	338
23	Zoungwana Joachim	12.15155	001.58747	338
24	Ouedraogo Blaise	12.15207	001.58672	339
25	Zoungwana Michel	12.15194	001.58767	341
26	Zoungwana Leonard	12.15268	001.58821	342
27	Ouedraogo Moussa	12.15018	001.58759	340
28	Ouedraogo boukaré	12.15048	001.58883	342
29	Ouedraogo Rasmané	12.15059	001.58913	343
30		12.14889	001.58949	344
31		12.15130	001.58928	344

Annexe 22 : Coordonnées géographiques des bassins à Rawelgué