

# MANUEL TECHNIQUE D'AMENAGEMENTS DE BAS-FONDS RIZICOLES AU BURKINA FASO



Edition 2006

SP/CPSA



PDA



PAFR



INERA UNC-CBF



PSSA



PRP



Septembre 2006

## Préface

Les différentes vagues de sécheresses qui ont secoué à partir des années 1970 le pays tout entier, ont mis à nu la vulnérabilité du Burkina Faso particulièrement dans les domaines de l'eau et de la production végétale. Dès lors, la maîtrise de l'eau est apparue comme une impérieuse nécessité et une des réponses appropriées à apporter à ces chocs climatiques en vue d'impulser, moderniser et sécuriser le développement des secteurs de production notamment végétale.

La mise des questions de l'eau et de l'agriculture irriguée au centre des options politiques et stratégiques de développement des plus hautes autorités politiques du pays ont abouti à l'adoption par le gouvernement (i) en 1997 et 1999 de documents consacrant l'approche de développement de l'agriculture par programmes prioritaires et plans d'actions par filières dont celle du riz et (ii) en 1998 d'un document de « politique et stratégies en matière d'eau ».

La valorisation du potentiel agricole des nombreux bas-fonds que compte le pays à travers une stratégie de maîtrise partielle de l'eau, constitue par conséquent à nos jours, un des axes majeurs de développement et d'impulsion de la filière riz. Elle vient en complément des efforts mis par le gouvernement pour la réalisation en maîtrise totale d'eau, de périmètres irrigués aux avals des petits et grands barrages.

Le présent manuel consacré aux aménagements de bas-fonds à vocation rizicole, est le résultat d'un long processus d'élaboration concertée et participative qui a mis à contribution les techniciens du Ministère en charge de l'agriculture, les professionnels privés du secteur de l'eau et les producteurs de la filière riz, sous la supervision d'un comité de suivi.

Il est l'expression de la volonté délibérée du gouvernement et des Partenaires Techniques et Financiers que sont notamment la Coopération Allemande et l'UE (i) de capitaliser les expériences vécues dans un document guide pour l'ensemble des acteurs de la filière riz, (ii) d'apporter plus d'efficacité sur le terrain de la lutte pour la sécurité alimentaire et le développement durable.

En proposant un allotissement des travaux, le manuel invite à une implication responsable des producteurs de la filière riz et à la mise en place à coûts réduits, des infrastructures hydrauliques et agricoles des différents aménagements.

Produit de la capitalisation des expériences vécues depuis au moins trois décennies, le manuel se veut également être une interface pour l'harmonisation des approches en matière de conception, de mise en œuvre, de gestion et d'entretien des aménagements de bas-fonds à vocation rizicole à l'échelle du territoire national. Il offre une gamme de choix optimum des types d'ouvrages adaptés aux différents contextes naturels locaux (pluviométrie, sol, végétation, géomorphologie). En cela, il constitue un outil précieux aux mains non seulement des concepteurs mais également des producteurs de la filière riz.

C'est fort de tout cela que j'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont d'une manière ou d'une autre, contribué activement à l'élaboration et à la parution de cet important outil pratique de travail.

Je formule en particulier au nom du Ministre d'Etat, Ministre de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, ma vive reconnaissance à la Coopération Allemande qui, accompagnée par l'Union Européenne n'a

ménagé aucun effort pour apporter tout au long du processus d'élaboration du présent guide, le soutien des Partenaires Techniques et Financiers combien important.

J'invite enfin l'ensemble des praticiens à une exploitation judicieuse du présent manuel dans un esprit critique et de créativité afin de toujours contribuer de la filière riz au profit en particulier du monde rural durement affecté par la péjoration du climat. Puisse ce nouvel outil, apporter sa part de contribution à la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Le Secrétaire Permanent de la  
Coordination des Politiques Sectorielles Agricoles

**André Moïse TRAORE-NIGNAN**

**Octobre 2006**

## AVANT- PROPOS

Au Burkina Faso, les bas-fonds constituent un potentiel important pour la production agropastorale et sont exploités de façon multiforme dans la plupart des zones agro-écologiques<sup>1</sup>. La principale culture pratiquée en hivernage est la riziculture, mais on y cultive aussi le maïs, le sorgho ou les tubercules (Dembélé S., 1988). Quand les conditions hydriques ou de marché le permettent, les cultures maraîchères sont pratiquées en saison sèche. La majorité de ces bas-fonds est située dans les régions où la pluviométrie annuelle est supérieure à 800 mm, notamment l'Ouest, le Sud et le Sud-Ouest du pays.

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une politique sectorielle du riz, il est apparu que les aménagements de bas-fonds à but rizicole ont été menés par plusieurs projets, programmes et plans et que chacune de ces structures avait développé une démarche propre. Il est ainsi devenu impérieux d'harmoniser les différentes démarches, ce qui a conduit les acteurs à organiser un atelier de concertation en novembre 2002, sur les aménagements des bas-fonds à faible coût.

C'est en droite ligne des conclusions des travaux de cet atelier que le PDA, le PRP, le PAFR, le PSSA et l'INERA/UNC-CBF ont décidé de produire un manuel technique d'aménagement de bas fonds dont l'élaboration a été confiée au Bureau d'Etudes EMERGENCE Ingénierie.

Ce document qui est la concrétisation de cette décision, est un manuel qui a pour objectif de mettre à la disposition des techniciens du domaine de l'irrigation et des aménagements de bas-fonds en particulier, un outil de conception et de réalisation à faible coût.

Cet ouvrage qui se veut simple et adapté à l'utilisation des intervenants, est aussi un outil d'autoformation sur les aménagements des bas-fonds. Il est en outre destiné à aider les techniciens à réaliser des études simplifiées et conduire des travaux d'aménagement de bas-fonds. Il est ainsi une synthèse des expériences cumulées au Burkina dans le domaine des aménagements de bas-fonds et ne s'applique qu'aux aménagements à maîtrise partielle de l'eau.

---

<sup>1</sup> (Zepenfeldt et Vlaar, 1990 ; CNRST, 1997)

## TABLE DES MATIERES

### INTRODUCTION

1	ETAT DES LIEUX DES BAS-FONDS AMENAGES .....	10
1.1	TYPOLOGIE DES BAS-FONDS.....	10
1.1.1	Les bas-fonds sahéliens.....	10
1.1.2	Les bas-fonds nord soudaniens .....	11
1.1.3	Les bas-fonds sud soudaniens .....	11
1.2	HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS DE BAS-FONDS AU BURKINA FASO .	12
1.3	MODELES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT ADOPTES .....	14
1.3.1	Aménagement avec des diguettes en terre suivant courbes de niveau.....	14
1.3.2	Aménagement avec digues/ seuils déversants.....	15
1.3.3	Aménagement avec diguettes protégées (enrochements).....	17
1.3.4	Aménagement avec digues déversantes et collecteur central - ORC.....	19
1.4	DIAGNOSTIC DES DIFFERENTS TYPES D'AMENAGEMENT .....	20
1.4.1	Aménagement avec des diguettes en terre suivant courbes de niveau.....	20
1.4.2	Aménagement avec digues déversantes .....	21
1.4.3	Aménagement avec diguettes protégées suivant courbes de niveau .....	21
1.5	APPROPRIATION DES AMENAGEMENTS ET COÛTS .....	22
1.5.1	Appropriation des aménagements par les bénéficiaires .....	22
1.5.2	Coûts d'aménagement.....	23
2	CONCEPTION DES AMENAGEMENTS .....	26
2.1	GENERALITES.....	26
2.2	DEMARCHE CLASSIQUE .....	26
2.3	DEMARCHE SIMPLIFIEE DES ETUDES DE BAS-FONDS .....	27
2.3.1	Les travaux de terrain.....	27
2.3.2	Le traitement des données .....	33

3	MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT .....	44
3.1	GENERALITES .....	44
3.2	TRAVAUX EXECUTABLES PAR LES COMPETENCES LOCALES .....	44
3.2.1	Diguettes protégées .....	44
3.2.2	Pertuis de vidange .....	51
3.2.3	Casiérage .....	52
3.3	TRAVAUX A FAIRE EXECUTER PAR LES ENTREPRISES .....	54
3.3.1	Seuils déversants .....	54
3.3.2	Digues déversantes .....	55
3.3.3	Collecteurs centraux .....	55
3.3.4	Planage sommaire et à l'horizontale .....	55
3.3.5	Ouvrages – vannes .....	56
3.4	CALENDRIER D'EXECUTION DES TRAVAUX .....	56
4	GESTION DES AMENAGEMENTS.....	58
4.1	GESTION DE L'EAU .....	58
4.1.1	Aménagement avec digues/seuils déversants.....	58
4.1.2	Aménagement à diguettes protégées .....	59
4.1.3	Aménagement de type casiérage .....	59
4.2	ENTRETIEN.....	59
4.2.1	Digues/ seuils déversants .....	59
4.2.2	Collecteurs.....	60
4.2.3	Diguettes revêtues .....	60
4.2.4	Diguettes non revêtues .....	61
4.2.5	Pertuis.....	61
4.2.6	Casiérage .....	61
4.3	ORGANISATION DE L'ENTRETIEN.....	62

## ANNEXES

ANNEXE A : Schémas d'ouvrages types

ANNEXE B : Modèle d'aménagement de bas-fond

ANNEXE C : Fiches techniques de travaux d'aménagement de bas-fond

## **SIGLES ET ABBREVIATIONS**

CIEH	Comité Inter - africain d'Etudes Hydrauliques
CNRST	Centre National de Recherche Scientifique et Technologique
DCN/N	Diguette de Courbe de Niveau Non protégée
DCN/R	Diguette de Courbe de Niveau Revêtues par enrochements
DD/BC	Digue Déversante en Béton Cyclopéen
DD/CC	Digue Déversante avec Collecteur Central
DD/DCN	Digue Déversante avec Diguettes de courbes de niveau
DD/PM	Digue Déversante Protégée par Maçonneries de perrés
FDR	Fonds de Développement Rural
FED	Fonds Européen de Développement
FEER	Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural
GRET	Groupe de Recherches et d'Etudes Techniques
GTZ	<i>Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit</i>
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
MARP	Méthode Appliquée en Recherche Participative
ONRiz	Observatoire National du Riz
OPN	Optimum Proctor Normal
ORC	Opération Riz Comoé
ORD	Organisme Régional de Développement
PAFR	Le Plan d'Action pour la Filière Riz
PDA	Projet de Développement de l'Agriculture
PDRI	Projet de Développement Rural Intégré Houet-Kossi-Mouhoun
PDSO	Projet de Désenclavement du Sud-Ouest
PEBASO	Petits Barrages du Sud-Ouest
PRP	Projet Riz Pluvial
PSSA	Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire
TRI	Taux de Rentabilité Interne
UNC-CBF	Unité Nationale de Coordination – Consortium Bas-fond
VARENA	Valorisation des Ressources Naturelles

## INTRODUCTION

La riziculture de bas-fond a couvert en 2003/2004 environ 33 890 ha<sup>2</sup>. Cependant, malgré l'importance du potentiel aménageable (plus de 500 000ha)<sup>3</sup>, les superficies effectivement aménagées restent encore très modestes (10 208 ha)<sup>4</sup> et concernent principalement les régions de l'Ouest et du Sud-ouest). Ce potentiel de production est sous-utilisé au double plan des superficies cultivées et des rendements obtenus (CNRST, 1977). Cette situation est surtout due à une mauvaise organisation des producteurs. Or l'expérience montre que lorsqu'un aménagement est fonctionnel et que les techniques préconisées sont appliquées, les rendements sont appréciables, pouvant atteindre 4 t/ha (PSSA, 1999) et les résultats moins affectés par les aléas climatiques.

C'est pourquoi le Burkina Faso, dans le cadre de la politique de lutte pour la sécurité alimentaire et contre la pauvreté, a mis en place des Plans d'Actions pour l'Organisation du Secteur Agricole (PAOSA). L'exécution des différents plans nécessite la prise en compte des préoccupations majeures des populations.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique sectorielle du riz, plusieurs projets, plans et programmes ont été initiés. On peut citer entre autres, le Projet Sensibilisation des Producteurs autour des Barrages (Projet Sens), le Projet Riz Pluvial (PRP), le Programme Spécial de Sécurité Alimentaire (PSSA), le Projet Petits Barrages dans le Sud Ouest (PEBASO) et le Plan d'Actions pour la Filière Riz (PAFR). Chacune de ces structures a développé sa démarche des aménagements rizicoles.

Une première tentative d'harmonisation de leurs démarches, a conduit le PEBASO, le PSSA et le PAFR à organiser un atelier de concertation sur les aménagements de bas-fonds à faible coût à Bobo-Dioulasso en 2002.

---

<sup>2</sup> Etude économique et financière de la Filière riz, AGREER-SATISTIKA, p. 28

<sup>3</sup> Synthèse des connaissances actuelles des systèmes de production et de la Filière Riz, Septembre 2005, p.49

<sup>4</sup> Etude économique et financière de la Filière riz, AGREER-SATISTIKA, p. 28

C'est dans la suite de cette initiative que le PDA, le PRP, le PAFR, le PSSA et l'INERA/UNC/CBF se proposent d'élaborer un manuel technique d'aménagement de bas-fonds qui prenne en compte les acquis des autres intervenants dans le domaine.

Le présent manuel vise à mettre à la disposition des producteurs de riz et des différents intervenants dans le domaine des aménagements rizicoles et de financement de la filière, un outil cadre pour les aménagements de bas-fonds au Burkina Faso.

Les thèmes traités dans ce manuel suivent l'esprit des phases et étapes relatives à la conception, la réalisation et la gestion /entretien des aménagements. Les concepts développés tiennent compte des expériences acquises après trois décennies de pratique dans l'aménagement de bas-fonds dont l'historique est présenté dans le document.

# **1 ETAT DES LIEUX DES BAS-FONDS AMENAGES**

## **1.1 TYPOLOGIE DES BAS-FONDS**

Un bas-fond peut se résumer comme une succession de tronçons homogènes, plus ou moins larges ou étroits, où les lits majeur et mineur ont des aspects différents (largeur, longueur, profondeur, pente, occupation, etc.). A ces différents endroits, le comportement des écoulements et de la nappe diffère. Ainsi on peut définir une typologie des bas-fonds en se basant sur des paramètres physiques, climatiques et socio-économiques.

La typologie des bas-fonds faite sur la base de la géomorphologie, de la géologie, de la pédologie et du zonage climatique (donc du fonctionnement hydrologique) est la mieux indiquée pour cerner les modèles techniques d'aménagement adoptés au Burkina Faso. Cette typologie est la suivante :

### **1.1.1 Les bas-fonds sahéliens**

Situés en zone sahélienne (isohyète 300 mm - 600 mm), ils ne subissent pas d'écoulement permanent, ni même souvent d'inondation permanente en saison des pluies ; il se forme parfois une nappe d'inondation en particulier sur substrat granitique. L'essentiel des apports est lié aux eaux de surface, et la maîtrise des crues joue un rôle essentiel.

Le lit des marigots généralement bien marqué à l'amont, disparaît progressivement vers l'aval. Les sols des versants sont de types ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés très pauvres en matière organique. Dans la partie centrale, on trouve des sols hydromorphes et des vertisols qui retiennent l'eau dans les argiles gonflantes. Les fentes de retrait font leur apparition quelques semaines après la fin des pluies.

En hivernage, la principale contrainte est le risque d'échec des cultures pluviales du fait du volume et/ou de la répartition des pluies. Les crues souvent violentes, transitent dans le bas-fond sans toujours permettre une humidification permanente. L'utilisation à des fins rizicoles de ces bas-fonds est faible.

### **1.1.2 Les bas-fonds nord soudaniens**

Situés en zone de climat nord soudanien (isohyètes 600 mm – 900 mm), ils sont inondés par l’affleurement de la nappe et essentiellement alimentés par les ruissellements brefs et intermittents. Les crues jouent un rôle modéré dans les bas-fonds allongés, mais posent des problèmes majeurs dans les bas-fonds à grands bassins versants.

Les bas-fonds sont peu encaissés, à pentes longitudinales faibles ; ils commencent par des vallons élargis à sols sableux lavés ou argilo-sableux colmatés sans entaille linéaire. Le profil transversal est horizontal. Les sols des versants sont de types ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés très pauvres en matière organique.

Les principales contraintes tiennent à des submersions tardives et à une succession d’assecs et de phases inondées. Ces bas-fonds sont principalement exploités pour la riziculture bien que l’on observe une forte pression d’adventices en début de cycle, et des difficultés d’adaptation physiologique pouvant affecter la productivité.

### **1.1.3 Les bas-fonds sud soudaniens**

Situés en zone de climat sud soudanien (isohyètes 900 mm–1200 mm), ils sont inondés une partie de l’année, et les écoulements permanents sont fréquents. C’est le comportement de la nappe qui explique l’essentiel de l’hydrologie du bas-fond où les crues jouent un rôle important.

Ces bas-fonds sont moins larges, plus encaissés et forment des réseaux plus denses que ceux du nord. Le profil transversal est assez concave, le lit mineur du cours d’eau n’est pas très bien marqué. Les sols sont très sableux en bordure et argilo-sableux au centre.

Les marigots sont alimentés dans le mois d’août quand les bassins versants sont assez grands, par les écoulements souterrains le long des versants. Ce qui provoquent des suintements en marge des bas-fonds par l’affleurement de la nappe. La part de l’écoulement souterrain dans l’alimentation hydrique des marigots dépasse 40 % des apports totaux. Ces bas-fonds sont exploités à des fins exclusivement rizicoles.

## 1.2 HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS DE BAS-FONDS AU BURKINA FASO

L'aménagement des bas-fonds au Burkina Faso a réellement démarré vers la fin des années 70 (CIEH, 1977), suite aux sécheresses observées pendant la période 1970-1990<sup>5</sup> qui ont davantage confirmé l'importance des bas-fonds dans le système de production, surtout dans les zones où la pression démographique et la saturation foncière sur les versants ont rendu plus convoitées les terres de bas-fonds généralement plus humides et plus fertiles (CNRST, 1977). Les programmes d'aménagements les plus significatifs qu'on peut mentionner sont :

- Le programme « Opération terroirs », exécuté dans la région du Centre entre 1969 et 1975 dont l'objectif était l'intensification de la riziculture dans le Plateau Central par des aménagements simples et par l'introduction de nouvelles techniques culturales. En 7 ans, l'opération Terroirs a réalisé 770 ha de bas-fonds aménagés ;
- Le programme du Fonds du Développement Rural (FDR - devenu FEER), financé par la Banque Mondiale, a réalisé pendant quinze ans (1972-1987) plusieurs aménagements de bas-fonds sur 4 214 ha, principalement dans la région du Centre, mais également dans quelques villages du Sud-Ouest, de la Boucle du Mouhoun et de l'Est. L'exécution des aménagements se faisait en régie par les ex-ORD ;
- Le projet Opération Riz Comoé (ORC) qui a été exécuté dans la région des Cascades (Provinces de la Comoé et de la Léraba) entre 1979 et 1998 sur financement FED. La superficie totale aménagée par ce projet est de 1 485 ha sur 17 sites. Les travaux étaient réalisés en régie et la main d'œuvre locale utilisée était systématiquement rémunérée ;
- Le projet Petits Barrages du Sud-Ouest (PEBASO), qui a été opérationnel de 1991 à 2003 sur financement de la Coopération Allemande exécutée par la GTZ, a mis au point un nouveau concept de réhabilitation et d'aménagement durable des petits aménagements hydro-agricoles avec une forte implication des paysans. Mais l'intervention de PEBASO est

---

<sup>5</sup> (Albergel *et al.*, 1985 ; Sircoulon, 1985 ; Somé et Dembélé, 1996)

réservée aux aménagements avec ou sans retenue, avec canaux d'irrigation et des diguettes protégées en perrés, et où la double campagne annuelle est possible ;

- Le projet Valorisation des Ressources Naturelles par Auto promotion (VARENA), mis en œuvre entre 1994 et 1999 sur financement de la Coopération Allemande exécutée par la GTZ, avait pour objectif principal, en plus de l'aménagement des bas-fonds, la mise au point d'un module de formation pour la gestion des bas-fonds par les exploitants. Les paysans devaient amasser les agrégats qui sont transportés par des camions du projet ou en location. Une participation financière symbolique de 75 000 FCFA par bas-fond était exigée par le projet ;
- Le Projet Désenclavement du Sud-Ouest (PDSO) qui a été mis en œuvre entre 1992 et 1994, sur financement de la Coopération canadienne, dans le cadre de l'exécution du désenclavement du Sud-Ouest (construction de la route Banfora-Sidéradougou-Gaoua-Batié). Ce projet s'est également investi dans l'aménagement de bas-fonds. La superficie totale réalisée par ce projet est estimée à 465,5 ha sur 25 sites. Le projet choisissait les sites à aménager et confiait l'exécution entière des travaux à des entreprises ;
- Le Projet de Développement Rural Intégré/Houet-Kossi-Mouhoun (PDRI/HKM) qui a été exécuté dans les régions des Hauts-Bassins (provinces du Houet et du Tuy) et de la Boucle du Mouhoun (Provinces de la Kossi, du Banwa, du Mouhoun et des Balé). Il a été financé par la Coopération française entre 1994 et 1999. Au total cinq (5) bas-fonds ont été aménagés par le PDRI/HKM sur une superficie globale de 180,5 ha. Une démarche participative était prônée par ce projet, mais sa mise en œuvre s'est heurtée à d'énormes difficultés.
- Le plan d'actions pour la filière riz (PAFR) financé par l'Union Européenne, mis en place depuis 2000 a mis au point la méthode d'aménagement par les diguettes en courbes de niveau. Ces diguettes sont revêtues ou non revêtues en géotextile et moellons
- Le projet Riz Pluvial, a développé la technique d'aménagement par les systèmes du casiérage simple. Ce type associe un labour et un planage sommaire selon le type de bas-

fond et la réalisation de diguettes non revêtues.

### 1.3 MODELES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT ADOPTES

#### 1.3.1 Aménagement avec des diguettes en terre suivant courbes de niveau

Ce sont des aménagements qui ont été mis en œuvre par l'ORC, le FDR et l'Opération terroirs. Il s'agit de diguettes en terre compactée implantée dans le bas-fond selon les courbes de niveau<sup>6</sup>. La hauteur des diguettes varie de 15 à 30 cm et permet de retenir une lame d'eau de 10 à 20 cm d'épaisseur. La distance entre 2 diguettes varie de 15 à 50 m et la dénivelée de 5 à 30 cm. A ce type de diguettes (figure 1) s'ajoutent également des diguettes de séparation, soit de casiers, soit de parcelles. Ces 2 types peuvent être perpendiculaires aux premiers. L'alimentation en eau des casiers rizicoles s'effectue naturellement par cascade par dessus les diguettes. Par conséquent, le bon fonctionnement du système nécessite un bon planage des casiers.

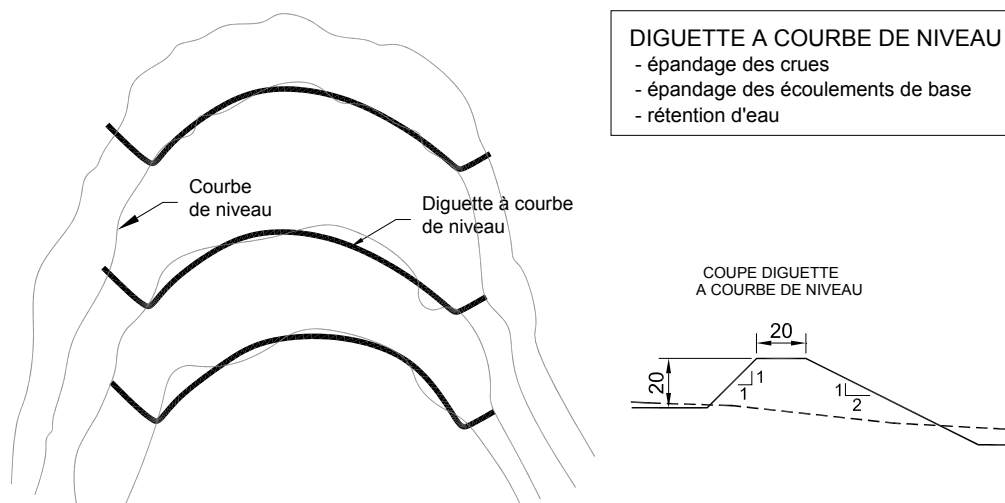


Fig 1 : Diguettes en terre suivant courbes de niveau

<sup>6</sup> CIEH, 1987 ; ORC, 1991 ; ADE, 1997 ; Dembélé et Bah, 1997

### 1.3.2 Aménagement avec digues/ seuils déversants

Ils ont été mis en œuvre par l'ORC, le PDSO, le projet VARENA et le PDRI/HKM. Deux types d'aménagement avec digues/ seuils déversants (DD) sont rencontrés<sup>7</sup> :

- le type digue en remblai compacté couvert d'un perré maçonné et muni d'un petit bassin de dissipation en perré maçonné du côté aval (figure 2) ;

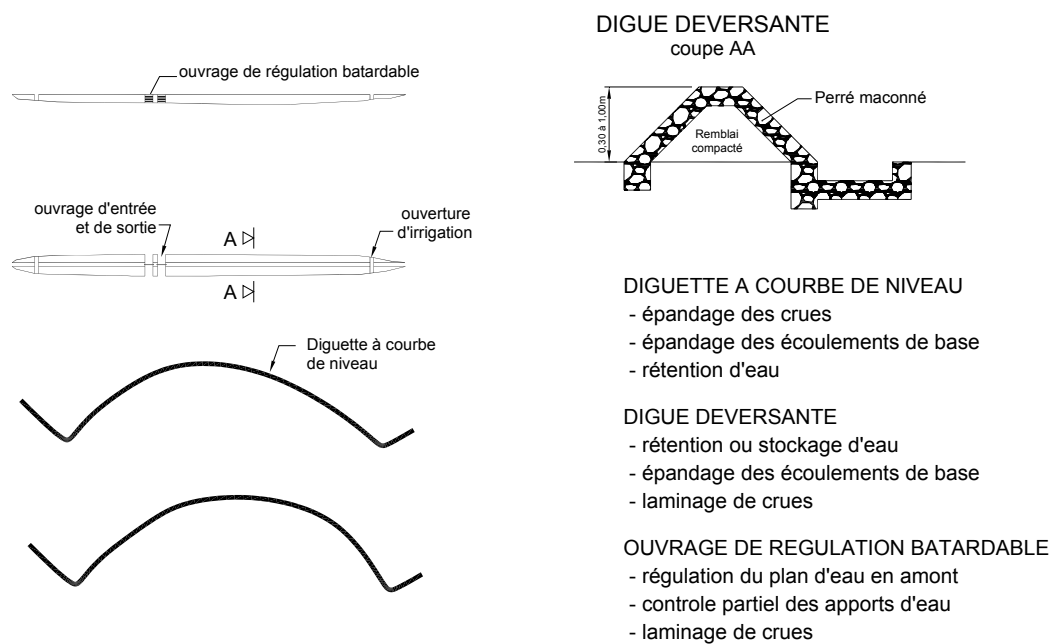


Fig 2 : Digue déversante en remblai revêtu par du perré maçonné

<sup>7</sup> ORC, 1991 ; ADE, 1997 ; Dembélé et Bah, 1997

- le type béton cyclopéen qui comprend un mur en béton cyclopéen, ancré dans le sol (figure 3). Il est muni d'un talus en terre compacté en amont et en enrochement posé sur un filtre en aval. Ils correspondent à ceux décrits dans les ouvrages techniques (GRET, 1988).

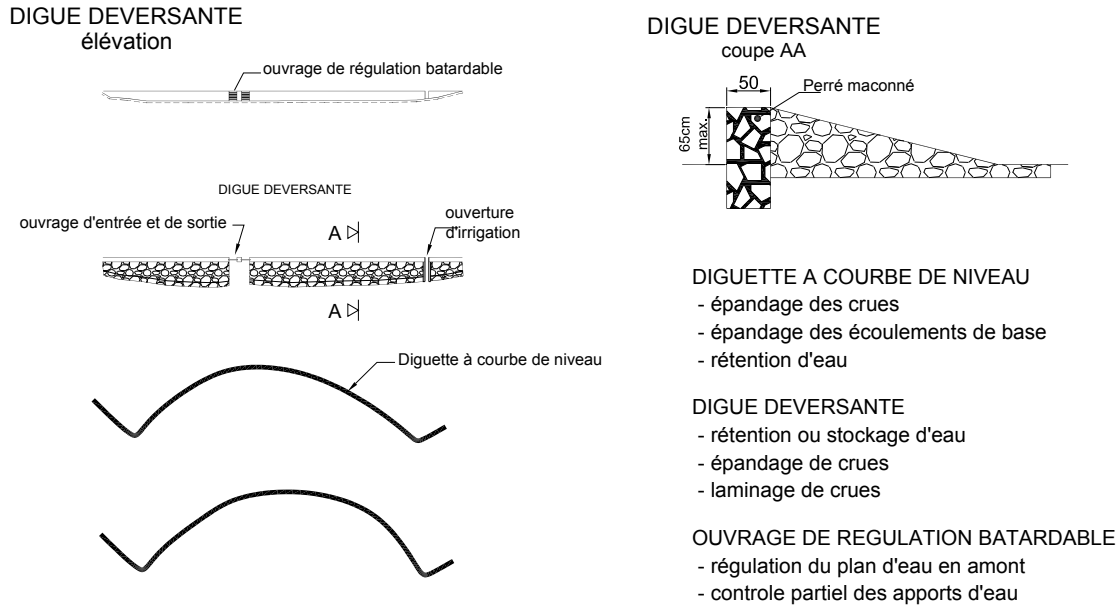


Fig 3 : Seuil déversant en béton cyclopéen

Le fonctionnement de ces 2 types de digues déversantes est cependant identique : L'ouvrage barre les écoulements qui sont retenus jusqu'à ce que le niveau amont dépasse la crête de l'ouvrage. Le ralentissement de la vitesse de l'écoulement en amont de l'ouvrage n'est pas dû à une diminution du débit mais plutôt à une augmentation de la section mouillée. L'effet de laminage de la crue est donc faible.

Le volume d'eau stocké en amont de l'ouvrage peut être utilisé, soit comme réservoir pour irriguer la zone située en aval, soit comme un plan d'eau contrôlé en amont. Elles contribuent ainsi au rehaussement de la nappe. Celle ci affleure plus tôt et se rabat plus tard, ce qui constitue un avantage non négligeable pour la riziculture.

L'aménagement peut intégrer des diguettes en terre suivant les courbes de niveau. Les diguettes à courbes de niveau en terre sont protégées des déversements si elles se trouvent en amont de la digue déversante, et situées en dessous de sa crête. Par contre, la digue déversante ne peut en aucun cas protéger les diguettes en courbe de niveau si elles sont situées à l'aval.

### **1.3.3 Aménagement avec diguettes protégées (enrochements)**

Ils sont mis en œuvre par le PAFR. L'objectif des aménagements est de maintenir une lame d'eau uniforme dans les rizières. Pour ce faire, l'option retenue consiste à la réalisation de diguettes en terre suivant les courbes de niveau pouvant maintenir une lame d'eau et également résister aux érosions, lors du passage d'une crue.

Pour sécuriser les diguettes en terre compactée contre la force érosive de l'eau, les diguettes sont protégées par un enrochement posé sur une toile de polypropylène, faisant office de géotextile. Sans cette protection, la terre, même compactée et enherbée, serait emportée par l'eau. L'enrochement ne maintient pas seulement le substitut de géotextile mais agit aussi comme une digue filtrante. Il ralentit les vitesses de l'eau, brise l'énergie de la chute d'eau et relève le niveau de la lame d'eau lors d'une crue.

D'autre part, afin de permettre aux producteurs de gérer la lame d'eau ou de vider les casiers de tout l'aménagement en trois jours, notamment après le passage d'une crue quand les plantes sont encore de petites tailles, les diguettes protégées sont munies de pertuis de vidange.

Les travaux d'aménagement sont donc limités à la construction de diguettes à courbes de niveau revêtues, munies de pertuis de vidange. La surface entre les diguettes est ensuite planée (sommaire en rive et horizontal dans la partie centrale).

Selon la complexité du bas-fond ou pour tenir compte des contraintes technico-économiques différentes variantes peuvent être réalisées. A titre d'exemple, lorsqu'un lit mineur est présent on peut insérer des ouvrages complémentaires : cavalier, ouvrage de dérivation, ouvrage de

franchissement, qui seront dimensionnés par des spécialistes.

Le schéma ci-dessous présente différents types d'aménagement PAFR, basés sur les mêmes principes. Le type T1 présente l'aménagement avec la meilleure protection.

D'autres variantes ont été développées ayant pour but de réduire les besoins en moellons (types T2, T4) en ne protégeant qu'une diguette sur deux (T2) ou en n'enrochant que la partie aval de chaque diguette (T4). L'expérience a démontré que les protections partielles ne donnent pas totalement satisfaction et sollicitent plus de travaux d'entretien de la part des bénéficiaires. D'autre part, dans les aménagements de type T2 (protection en alternance) on observe une érosion progressive au niveau des diguettes non protégées. Néanmoins on note que cette érosion est moins forte si un planage précis est réalisé, réduisant ainsi la dénivelée au niveau de la diguette non protégée à 0,10 m, même si celle au niveau des diguettes protégées reste à 0,30 m comme dans les T1.

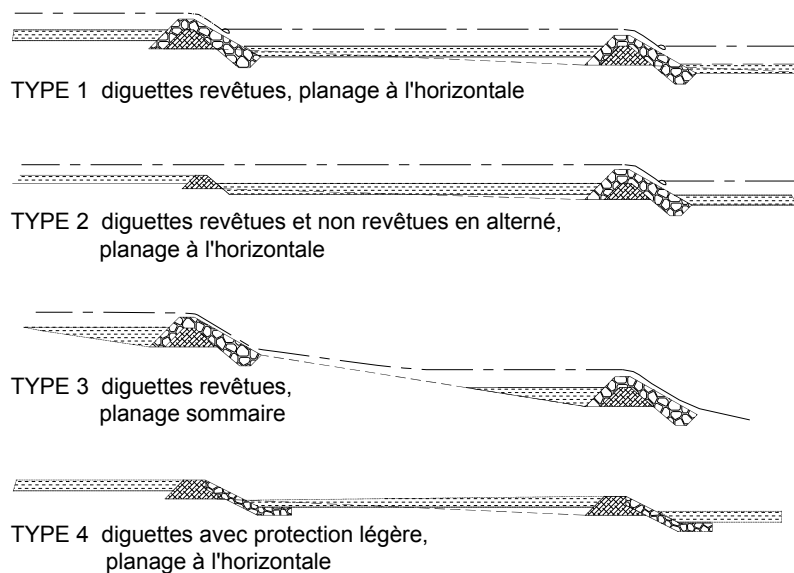


Fig 4 : Aménagements de type T1 à T4

Les diguettes de type T7 ont pour objectif de réduire les besoins en moellons d'environ 25 % tout en recouvrant totalement les diguettes. Ce type d'aménagement ne nécessite pas un planage horizontal, car caractérisé par une chute d'eau plus importante au niveau des diguettes.

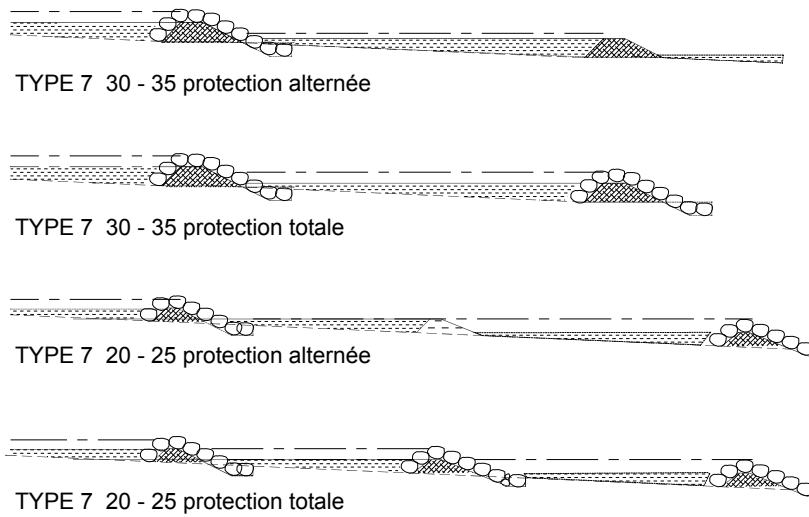


Fig 5 : Aménagement de type T7

#### 1.3.4 Aménagement avec digues déversantes et collecteur central - ORC

Ce type d'aménagement développé par l'ORC est muni d'un collecteur (ou drain) central dont la fonction est de réduire les effets des crues et des excès d'eau en facilitant leur évacuation rapide<sup>8</sup>. Il est dimensionné pour évacuer la crue décennale en 72 heures. A la fin de la saison des pluies, il permet de retenir les écoulements, faisant office alors de canal d'irrigation. Le collecteur central est taillé dans le lit mineur et bordé de cavaliers en terre sur chacune de ses rives. Pour assurer un niveau d'eau normal dans les rizières, il peut être muni sur toute sa longueur d'ouvrages à batardeaux (voir figure 6)

---

<sup>8</sup> (ORC, 1991 ; ADE, 1997 ; Dembélé et Bah, 1997)

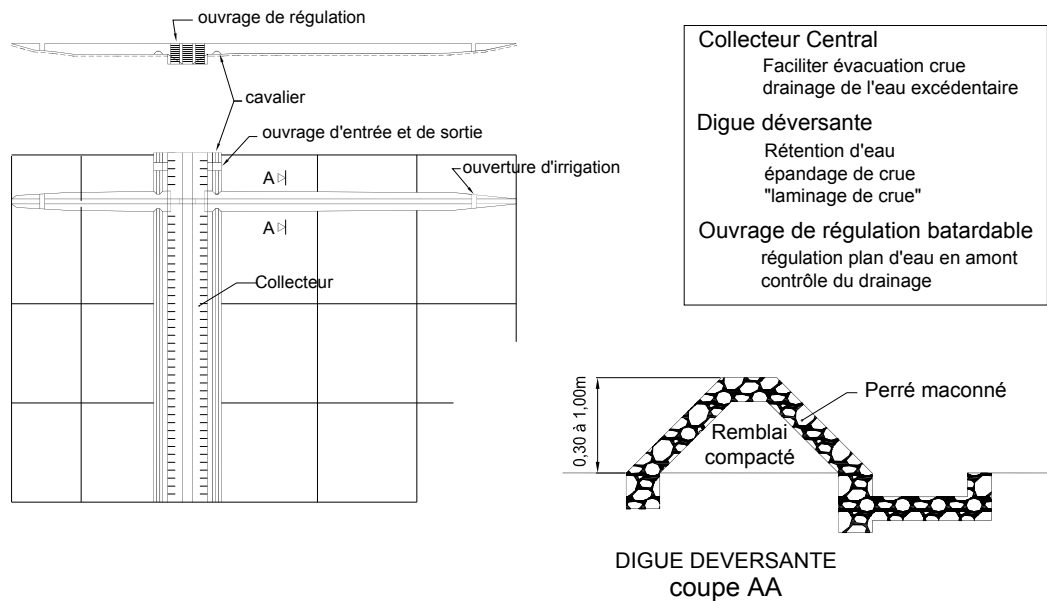


Fig 6 : Digue déversante en perré maçonné et drain central

L'eau stockée dans les différents tronçons peut être utilisée grâce à des systèmes prises/vidanges pour soutenir le niveau d'eau d'inondation dans les rizières en sécheresse, à la fin des pluies. En revanche, en hautes eaux l'évacuation de l'excès est assurée par ces mêmes ouvrages ; les batardeaux étant alors grandement ouverts. Les aménagements avec collecteurs centraux présentent cependant l'inconvénient d'être difficiles à entretenir et à gérer. Ils entraînent une perte substantielle de superficies cultivables (ne convient pas aux bas-fonds étroits) et augmentent les risques d'inondations vers l'aval.

## 1.4 DIAGNOSTIC DES DIFFERENTS TYPES D'AMENAGEMENTS

### 1.4.1 Aménagement avec des diguettes en terre suivant les courbes de niveau

Dans ce type d'aménagement, la durabilité est liée à la résistance des diguettes à l'érosion. Or il a été constaté que même compactées, ces diguettes ne résistent pas longtemps à l'érosion des crues dévastatrices (Van Driel *et al.*, 1991). Pendant le passage d'une crue les vitesses d'eau peuvent dépasser les 2 m/s. Les vitesses les plus élevées sont situées au niveau du talus aval des diguettes quand elles fonctionnent en seuil dénoyé. Pour que la terre des diguettes ne soit pas entraînée par

l'eau, la vitesse de l'eau en contact direct ne doit pas dépasser 0,7 m/s. Celle-ci est atteinte dès que le débit par mètre linéaire de diguette dépasse 30 l/s. Mais comme la crête des diguettes en terre n'est jamais à 100 % horizontale, l'érosion commence déjà avec des débits plus faibles. Il est vrai qu'une diguette bien enherbée peut résister à des vitesses d'eau (CIEH, 1987) allant jusqu'à 1,5 m/s (atteinte avec des débits de 120 l/s/ml). Mais il faut plus d'une année avant que l'enherbement d'une diguette puisse la stabiliser. En plus, l'enherbement prend plus difficilement sur les diguettes en terre bien compactée.

#### **1.4.2 Aménagement avec digues déversantes**

Ce type d'aménagement convient aux sites sans écoulement de base, mais son appropriation par les bénéficiaires est difficile. En effet l'exploitation des aménagements où ces digues/seuils ont été réalisées, indique qu'il faut harmoniser la gestion d'eau collective avec le calendrier agricole. En effet, les ouvrages sont utilisés comme outil de contrôle du plan d'eau et créent souvent un conflit d'intérêt entre les terres basses et hautes, pouvant amener à l'abandon d'une partie non négligeable des terres. Les coûts de réalisation sont élevés, ce qui entraîne des frais d'entretien élevés.

Dans les sites où il existe des écoulements de base et où l'effet initial recherché était le laminage de la crue, cet effet a été presque insignifiant. Les digues/seuils déversants n'ont pu en aucun cas protéger les diguettes en courbe de niveau, lorsque ceux-ci avaient été réalisés en aval.

#### **1.4.3 Aménagement avec diguettes protégées suivant les courbes de niveau**

Les aménagements avec diguettes déversantes protégées se comportent toujours très bien. Les diguettes sont en place, les remblais étant maintenus par le géotextile. Néanmoins, on observe parfois des départs d'enrochements par manque d'entretien. Il a été effectué en 2001 un test à Ouizine (province de Ioba) pour remplacer les géotextiles par des sacs en jute. Un suivi rapproché a permis de constater au niveau des crêtes un départ de terre uniforme d'environ 3 cm. C'est ainsi que pour l'année 2002, des nouveaux essais ont été mis en place pour comparer l'efficacité des toiles de polypropylène tissé (sac de semences) par rapport aux géotextiles en polyester. Si les cailloux sont stabilisés par leur poids, il faut dire que les enrochements peuvent aussi être entraînés par les crues et que la qualité de la pose peut contribuer davantage à leur durabilité. Plusieurs micro-barrages

déversants, réalisés avec des moellons taillés en « écailles de poissons », qui présentent toujours une stabilité surprenante permettent de déduire de la durabilité des aménagements à diguettes en courbes de niveau protégées.

## **1.5 APPROPRIATION DES AMENAGEMENTS ET COÛTS**

### **1.5.1 Appropriation des aménagements par les bénéficiaires**

Les aménagements de bas-fonds ont pour objectif de retenir les différents apports d'eau (pluies, ruissellement, nappe), d'étaler et de laminer les crues dévastatrices ou de favoriser le drainage des eaux excédentaires. Cependant, l'on constate que le fonctionnement des bas-fonds aménagés ne correspond pas toujours aux attentes des projeteurs. Les principales contraintes sont les suivantes :

- Le mode de gestion de l'aménagement est souvent lié au calendrier agricole qui dépend de la disponibilité en main d'œuvre, généralement gérée par le chef d'exploitation. Or celui-ci privilégie les cultures des terres hautes (sorgho, maïs, coton, ...), considéré par les producteurs comme prioritaires (Fokker et Wille, 1988 ; Sory, 1995) ;
- Les responsabilités, le mode et le calendrier de manipulation des ouvrages ne sont généralement pas clairement définis et précisés au moment du transfert de l'aménagement aux bénéficiaires ;
- Le retrait progressif des encadreurs (projets ou services agricoles) après les travaux laisse trop souvent les bénéficiaires sans moyens pour la réparation des ouvrages, avec des organisations encore mal structurées et/ou peu fonctionnelles. La conséquence en est une absence d'entretien des aménagements, ce qui est de nature à compromettre leur bon fonctionnement et leur pérennité. Ceci peut être dû au fait que les bénéficiaires (surtout quand il s'agit de femmes en majorité) ne sont pas en mesure de gérer et entretenir l'aménagement ;
- Le non respect des règles de l'art pendant les études et les travaux mettant en cause la stabilité des ouvrages, avec notamment le développement des « renards ». C'est le cas également des ouvertures (vannes) qui sont souvent sous dimensionnées rendant difficile l'évacuation des eaux excédentaires après le passage des crues ;

- Le faible niveau d'intensification de la riziculture en raison de la faiblesse des superficies qui ne motive pas les exploitants à financer l'achat des intrants et l'entretien des aménagements. Or l'intensification de la riziculture restera aléatoire tant que l'accès aux intrants demeurera difficile.

### **1.5.2 Coûts des aménagements**

La recherche de la rentabilité dans les investissements de travaux d'aménagements oblige à limiter leur coût. En outre, les coûts récurrents doivent aussi être limités, afin de faciliter l'entretien des aménagements et assurer leur bon fonctionnement et leur durabilité.

Ces différents coûts qui sont en hausse constante sont fonction du type d'aménagement, mais également :

- *des caractéristiques physiques du bas-fond (pour un même type d'aménagement) :* par exemple, pour les bas-fonds de même superficie à aménager en diguettes suivant les courbes de niveau, ceux à pente plus forte peuvent conduire à multiplier significativement le nombre et la longueur des diguettes nécessaires. De même, le nombre de digues ou seuils est fonction de la configuration du bas-fond qui détermine le nombre des emplacements nécessitant leur mise place.
- *de la situation géographique du site et de son accessibilité. :* l'accessibilité joue un rôle important surtout sur les coûts aussi bien de réalisation que celui des intrants et des productions. Suivant la zone géographique du pays (proximité avec les grands centres commerciaux et urbains), les frais d'approche sont plus ou moins élevés également.
- *de la possibilité de participation des populations à certains travaux :* La simplicité des tâches à exécuter pour certains types de travaux et le peu d'intrants qu'ils nécessitent dans leur mise en œuvre permet de réduire les coûts si on les fait exécuter par les bénéficiaires. Sont de cela la confection de diguettes à partir de matériaux compactés prélevés sur sites, la collecte puis la pose et/ou le maçonnerie de perrés etc... dont les coûts peuvent être ramenés de la moitié au tiers de ceux d'une entreprise de taille moyenne, classée dans les petites et moyennes entreprises (PME).

La synthèse faite sur les coûts d'aménagement des bas-fonds indique des variations parfois importantes en fonction du modèle technique adopté. Les coûts moyens à l'hectare sont présentés dans le tableau ci-après :

**Tableau 1 : Coût à l'hectare des aménagements de bas-fonds ( en francs CFA)**

Modèle technique d'aménagement	Mode de réalisation des travaux		
	Régie avec participation des bénéficiaires	Entreprise sans participation des bénéficiaires	Entreprise avec participation des bénéficiaires
DD/CC		3,0 à 3,5 millions	2,0 à 2,5 millions
DD/PM	1,2 à 1,5 millions	1,8 à 2,0 millions	
DD/BC	1,2 à 1,5 millions	1,8 à 2,0 millions	
DD/DCN		2,0 à 3,0 millions	1,8 à 2,5 millions
DCN/N	0,10 millions		0,25 à 0,40 millions
DCN/R		1,3 à 1,8 millions	0,50 à 0,75 millions

En plus de ces aspects liés aux coûts des travaux, d'autres paramètres permettent de juger de leur appropriation au regard des expériences vécues. L'évaluation des différents modèles techniques d'aménagement de bas-fonds est récapitulée dans le tableau ci-après :

**Tableau 2 : Evaluation des différents types d'aménagement de bas-fonds**

Type	Pertinence	Appropriation	Coût	Durabilité
DD/CC	Bonne (+) pour les bas-fonds ayant un écoulement de base important	Très difficile (--), demande une organisation collective de gestion d'eau en respectant le calendrier agricole	Elevé (--): coût travaux élevé, coûts récurrents élevés	Moyennement bonne (+): durable à condition d'assurer l'entretien et une bonne gestion
DD/PM	Bonne (+) pour les bas-fonds sans écoulement de base important	Difficile, demande une harmonisation entre gestion d'eau collective et calendrier agricole, réparation DD difficile (--)	Elevé (--): coût travaux élevé, coûts récurrents élevés	Moyennement bonne (+): durable à condition d'assurer l'entretien et une bonne gestion
DD/BC	Bonne (+) pour les bas-fonds sans écoulement de base important	Difficile (--), demande une harmonisation entre gestion d'eau collective et calendrier agricole	Elevé(-): coût travaux élevé, coûts récurrents moyens	Peu durable (--): suite au non respect des règles de l'art et gestion difficile
DD/DCN	Faible (--), notamment pour les DCN se trouvant en aval DD	Difficile (--), demande une harmonisation entre gestion d'eau collective et calendrier agricole	Elevé(-): Coût travaux moyennement élevé Coûts récurrents très élevés	Peu durable (--): suite au non respect des règles de l'art, gestion et entretien difficiles
PEBASO	Très bonne (+++)	Bonne (+), gestion facile mais les réparations pourraient être difficiles (maçonnerie et géotextile)	Elevé (-): Coût travaux élevé, coût entretien moyen	Durable (++)
DCN/N	Moyenne (-), vu la fragilité des ouvrages	Moyenne (-), gestion facile mais nécessite des réparations fréquentes, difficiles à assurer	Bas (+): Coût travaux bas, coût entretien modéré	Peu durable (--), ne résiste pas au passage de crue et manipulations des usagers
DCN/R	Très bonne	Très bonne (++) gestion facile, entretien facile	Modeste (++) faible coût de travaux et d'entretien	Durabilité bonne ou moyenne (+), dépend de la qualité du géotextile encore à tester.

Paramètre : très favorable (+++) à favorable (+) ;

Paramètre : (-) acceptable à défavorable (--).

## **2 CONCEPTION DES AMENAGEMENTS**

### **2.1 GENERALITES**

L'aménagement des bas-fonds obéit à une démarche opérationnelle classique généralement utilisée par les concepteurs (bureaux d'études ou consultants). Dans ce cas, les études sont souvent coûteuses et d'une durée importante.

Une alternative consiste à mettre en place d'autres méthodes simplifiées, plus rapides et moins onéreuses ; la finalité des études étant l'élaboration d'un dossier d'avant projet détaillé destiné à être soumis à des bailleurs éventuels de fond. .

### **2.2 DEMARCHE CLASSIQUE**

Ce guide n'a pas pour objet de décrire en détail la méthodologie classique des études d'aménagement de bas-fond. Toutefois, les étapes permettant d'arriver à la mise en œuvre des travaux d'aménagements, sont présentées ci-dessous et sont les suivantes:

- Les études de base (socio-économiques, hydrologiques, topographiques, pédologiques et géotechniques) ;
- Les études d'avant projet sommaire (proposition et conception de variantes, pré-dimensionnement, estimation de coûts, analyse financière et économique des variantes) ;
- Les études d'avant projet détaillé (dimensionnement hydraulique et de génie civil d'ouvrages, calcul d'avant métré, estimation des coûts) ;
- Les études d'impact sur l'environnement ;
- L'analyse économique et financière (rapport coûts/bénéfices, TRI) ;
- L'élaboration du dossier d'appel d'offres.

## **2.3 DEMARCHE SIMPLIFIEE DES ETUDES DE BAS-FONDS**

L'objectif des études d'aménagement simples est de réaliser uniquement un avant projet sommaire des travaux d'aménagement. Les études consisteront surtout à délimiter la zone à aménager et à élaborer les métrés afin d'obtenir le quantitatif estimatif des travaux. Ces études seront réalisées en trois phases :

- Les travaux de terrain,
- Le traitement des données
- Les schémas d'aménagement et les métrés.

### **2.3.1 Les travaux de terrain**

#### **2.3.1.1 Le diagnostic socio économique**

Avant de réaliser un aménagement, il est important de déterminer :

- les motivations des demandeurs,
- les modalités de participation aux travaux d'aménagement,
- qui sont les exploitants du bas-fond,
- le mode d'acquisition des terres, etc.

Les réponses des villageois devront être confrontées aux observations de terrain, réalisées au cours du diagnostic physique, lors du parcours du bas-fond. Cette comparaison sera facilitée par le fait que ces diagnostics physiques et socio-économiques pourront être menés le même jour.

Il s'agit de faire un diagnostic du rôle que joue le bas-fond dans le village, de son poids agricole, hydraulique et social dans le village. Ce diagnostic vise entre autre à faire une situation de l'utilisation présente du bas-fond et du nombre des exploitants éventuels ; au cours de ce diagnostic il est fait une situation exhaustive des besoins, des contraintes, des dysfonctionnements, de la répartition des terres, de la propriété foncière. Il est aussi établi une carte de répartition des terres.

### **2.3.1.2 Le diagnostic physique**

Avant de se lancer dans les mesures de terrain, un diagnostic physique est à réaliser par le technicien chargé de l'étude du bas-fond. Ce diagnostic se concrétise par le parcours de l'ensemble du bas-fond, d'amont (vers la colline) en aval (vers la vallée), accompagné de quelques exploitants afin, si besoin il y a, de répondre à certaines questions telles que le niveau de l'eau dans le bas-fond, les limites entre le bas-fond et les versants, la mise en valeur du bas-fond, etc.

Le but du diagnostic physique est de découper le bas-fond parcouru en sections homogènes et d'identifier les sections du bas-fond pouvant être aménagées. Ce diagnostic permettra au technicien de gagner un temps précieux ! En effet, les mesures de terrain (profils, études pédologiques, etc.) ne seront réalisées que sur les sections jugées aménageables après le diagnostic physique. Ce diagnostic consiste-en :

- **Un diagnostic hydraulique des écoulements**

Le technicien parcourt le bas-fond d'amont en aval tout en reconnaissant les différents éléments du bas-fond (lit mineur, lit majeur, nappe phréatique, les limites du bas-fond, les versants, etc).

Sur la base de ces éléments, de leur présence, absence, dimensions, allures, gabarits, formes, les alluvionnements en place, il pourra en déduire les comportements de l'eau dans les différentes sections. Par exemple, la forme des différentes sections peut renseigner sur la dynamique de l'eau dans le bas-fond :

- Une section importante favorise l'épandage des eaux ; ainsi que le dépôt des sédiments (limons et argiles). Dans cette section, la vitesse d'écoulement est faible, n'a pas de capacité érosive et le lit mineur peut ou ne pas exister. La pente du terrain naturel est généralement faible.
- Une section étroite ne favorise pas l'épandage des eaux, les vitesses d'écoulement y sont importantes. L'eau possède alors une capacité érosive et le lit mineur est généralement marqué avec des dépôts possibles d'éléments grossiers (sable, gravier).

- Un lit mineur droit traduit une capacité érosive très forte liée souvent à une pente forte. La présence des méandres (zigzags) traduit par contre un écoulement moins torrentiel et l'eau est obligée de chercher les points bas pour s'écouler.

Pour mener à bien ce diagnostic hydraulique, quelques lois régissant les comportements des écoulements telle que la compréhension de la logique de dépôt des alluvions et des colluvions, pour laquelle l'exploitation du diagramme d'Hjulström est suffisante.

- **Un diagnostic des utilisations domestiques de l'eau**

Pour comprendre un bas-fond, son importance et ses enjeux, la dynamique en place, et obtenir une vision de celui-ci qui soit la plus proche de la réalité, il faudra toujours se rappeler que le bas-fond est l'endroit où l'eau existe lorsqu'elle a disparu partout ailleurs. Les questions relatives à l'utilisation de l'eau dans le bas-fond et dans le terroir sont primordiales pour pouvoir comprendre la demande, la valider (en la confrontant à la vérité terrain) et ainsi identifier les besoins des villageois. Le diagnostic des utilisations de l'eau doit permettre d'identifier les sources d'eau existantes dans le village, le bas-fond, le terroir, leurs utilisations respectives et les problèmes qui peuvent survenir. Ce diagnostic permettra ainsi de vérifier si la demande pour un aménagement rizicole est réellement fondée et si cet aménagement n'est pas voué à l'échec à cause d'une demande tronquée. De plus, il permettra de souligner de possibles problèmes dans certaines sections du bas-fond qui ne pourraient être mises en valeur du fait d'autres utilisations : par exemple, mare servant d'abreuvement au milieu ou en aval d'une section que l'on voudrait aménager.

- **Un diagnostic de la mise en valeur agricole**

L'utilisation des terres du bas-fond est un indicateur pertinent de la place du bas-fond dans les systèmes de production villageois de la zone d'étude.

Des logiques sous-tendent la mise en valeur du bas-fond ou sa non mise en valeur. Il est très important d'identifier, lors du parcours du bas-fond avec les villageois, les contraintes et potentialités du bas-fond : sols ? hydrauliques ? bois sacrés ? sociales ? élevage ? manque de main d'œuvre pour exploiter ? etc.

De ce diagnostic terrain, croisé avec les conclusions de l'étude menée selon la démarche MARP, le technicien pourra se prononcer sur la faisabilité ou non de l'aménagement du bas-fond, sur le choix d'une section, d'un tronçon de bas-fond ou sur son refus.

**Ces diagnostics permettent de décider de la faisabilité de l'aménagement du bas-fond .**

### **2.3.1.3 Les travaux topographiques**

L'objectif de ces travaux topographiques est de déterminer le profil en long et les profils en travers.

Les profils en long et profils en travers peuvent être réalisés à l'aide d'un niveau à eau par un technicien ayant reçu une petite initiation d'utilisation du niveau à eau, cependant l'utilisation d'un niveau automatique rend ces travaux plus rapides et plus minutieux, mais son acquisition est plus onéreuse.

L'intervalle entre deux profils en travers varie en fonction de la régularité des sections. Toutefois, il est recommandé d'effectuer chaque 250 m un profil en travers et de marquer les points particuliers (traversée d'une piste, les limites de zones boisées, la présence d'ouvrages, des zones d'emprunt de briques de maison, etc).

Le profil en travers est délimité de part et d'autre par la limite du bas-fond qui sépare les sols hydromorphes, des hautes terres. En général ceci correspond à une dénivelée inférieure ou égale à 0,60 m entre le thalweg et le bord du bas-fond et il devra être réalisé dans cet intervalle.

Ensuite, un transect perpendiculaire à l'écoulement des eaux de ruissellement pourra être effectué. Le technicien ne doit pas omettre de noter, en observation, les limites du bas-fond. Le transect s'arrête au niveau de la limite versant – sols hydromorphes de l'autre côté du bas-fond. Néanmoins, à partir de ce point, l'on rajoutera 2 lectures sur le versant.

Le rythme d'avancement des travaux topographiques varie en fonction de l'expérience du technicien et du terrain :

- 1000 m par jour pour un technicien équipé d'un niveau à eau et appuyé par deux opérateurs en terrain déboisé, au cas contraire il faut revoir l'avancement à la baisse ;

- 2000 à 3000 m par jour un technicien équipé d'un niveau automatique en terrain déboisé.



Photo 1 : Techniciens effectuant le profil en long d'un bas-fond au niveau à eau (PRP)

#### **2.3.1.4 Les études pédologiques**

Dans le cadre des études simplifiées de sols, les aspects suivants sont traités :

- l'aptitude des sols à la riziculture ;
- l'aptitude des sols pour la réalisation des diguettes en terre compactée.

Les travaux à mener, pour déterminer ces aptitudes des sols consisteront à :

- l'ouverture de fosses pédologiques aux densités suivantes en fonction de la complexité ou non des sols :
  - une (1) fosse par ha
  - deux (2) fosses par ha
  - quatre (4) fosses par ha
- la description morphologique du profil qui porte sur les éléments suivants :

- la profondeur de profil
  - la texture des horizons
  - la structure des horizons
  - la couleur des horizons et des tâches
  - la consistance du sol
  - le système racinaire
- le prélèvement et l'analyse d'échantillons de sols au laboratoire



Photo 2 : Techniciens réalisant le diagnostic tactile de la texture du sol (PRP)

### 2.3.1.5 Evaluation de la situation environnementale

Elles serviront à déterminer sur le terrain, les différents impacts prévisibles (positifs ou négatifs) des activités de mise en œuvre de l'aménagement du bas-fond sur l'environnement biophysique, socio-

économique et humain. Elles doivent relever tous les éléments permettant de chiffrer des mesures d'atténuation ou de compensation des impacts négatifs identifiés.

## **2.3.2 Le traitement des données**

### **2.3.2.1 Critères de choix d'un bas-fond à aménager**

Conformément aux travaux de l'atelier national sur les aménagements à faible coût les données seront traitées en fonction des critères de choix d'aptitude suivants :

**Tableau 3 : Critères d’appréciation de l’aptitude à l’aménagement<sup>9</sup>**

Critères		Aménageable	Non aménageable
Biophysiques	Durée de la crue	≤ 3 jours	> 3 jours
	Taille du bassin versant	200 ≤ BV ≤ 20 000km <sup>2</sup>	> 20 000km <sup>2</sup>
	Type de sol	argileux ou moyen	sableux
	Encaissement du bas-fond	faiblement marqué	marqué
	Pente longitudinale	≤ 6‰	> 6 ‰
	Largeur	Large ≥ 50m	Étroit < 50m
	Végétation ligneuse	pas de forêt	Forêt dense ou peu claire
	Faune**	absente	Présente (dégâts signalés)
Socio-économiques	Population	≥ 500	< 500
	Distance du village	≤ 6 km	> 6 km
	Importance du bas-fond dans le système de production	forte ou moyenne	Nulle
	Conflits fonciers	absents	Présents
	Lieux sacrés	absents ou non contraignants	Contraignants

\*\* Gros mammifères, ravageurs : Eléphants, hippopotames, caïmans, fauves, etc.

### 2.3.2.2 Topographie et emprise

Un bas-fond présente souvent différentes sections ayant chacune des caractéristiques bien distinctes. Avant de procéder au dimensionnement des ouvrages, il y a lieu de sélectionner les zones aptes à l’aménagement. Toutes les sections ayant des contraintes comme des fortes pentes, un lit mineur ou l’absence d’argile, seront éliminées. La délimitation des zones à aménager se fait sur la base de la

<sup>9</sup> Rapport général des travaux –Atelier sur l’aménagement des bas-fonds à faible coût, Nov.2002

visite de reconnaissance (détermination des sections lors diagnostic!), des levés topographiques (profil en long et profils en travers) et enfin les sondages pédologiques.

L'analyse du profil en long permet d'éliminer des zones non propices, comme :

- les mares et les buttes,
- les zones à lit mineur important,
- les zones à texture sablonneuses
- les zones d'emprunt de matériaux pour briques,
- les sections ayant une pente trop forte (>0,6%).

Les limites de bas-fond doivent être reportées sur les profils en travers. Pour chaque zone ou bief aménageable il y a lieu de déterminer la pente longitudinale, la longueur et la largeur aménageable moyenne.

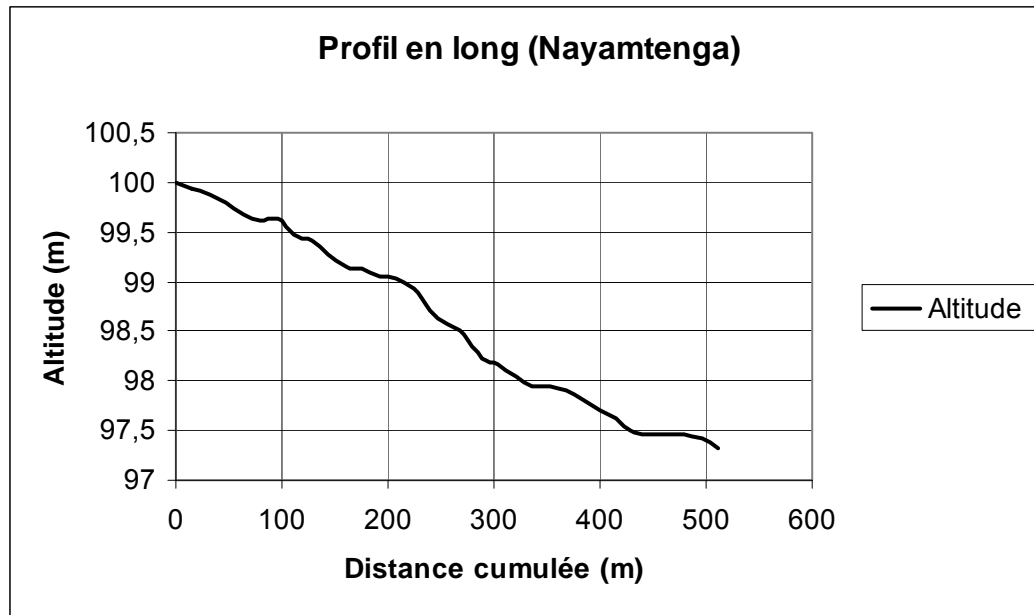
- **Pente longitudinale et longueur aménageable**

La pente est le moteur de l'écoulement. Pour ne pas avoir des vitesses trop fortes qui pourraient endommager les aménagements, on choisit une pente minimale.

De plus la pente détermine l'espace entre diguettes. Plus la pente est faible, plus les diguettes en courbes de niveau sont éloignées les unes des autres et plus l'aménagement est rentable (coût de l'aménagement par hectare faible).

La pente globale du bas-fond ou d'une section de bas-fond est donc un critère de sélection pour un aménagement (*rappel : la pente doit être inférieure à 6 pour mille*). La longueur aménageable sera le cumul des zones à pente compatible.

En prenant en exemple, le profil en long du bas-fond de Nayamtenga présenté dans la figure ci-dessous, on a la pente = Dénivelée / Distance =  $(100-97,315) / 512 = 0,0052$ , soit 5,2 ‰

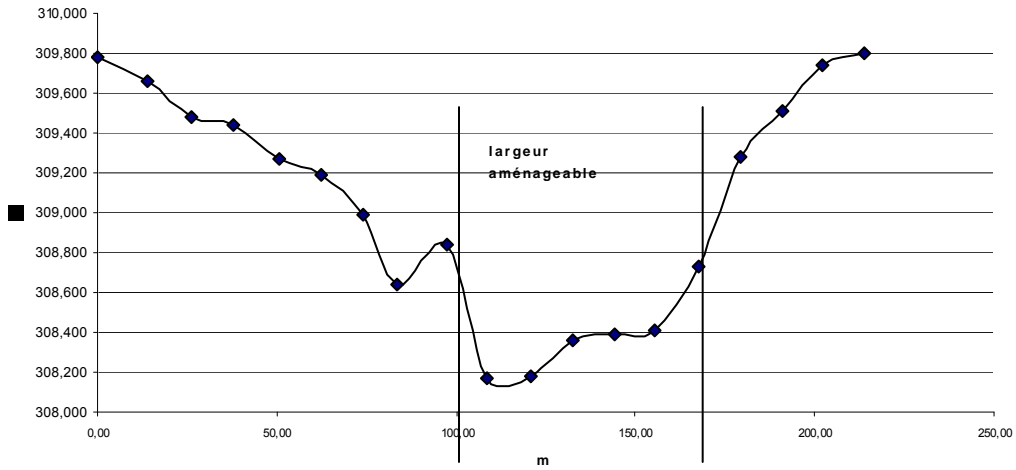


On peut observer que la pente entre le point « distance cumulée » 200m et le point « distance cumulée » 300m s'approche de 10 ‰. Bien que le bas-fond ait été identifié comme aménageable, ce tronçon risque d'avoir une pente trop forte pour être aménagé. Il est donc recommandé d'éliminer la section entre le point « distance cumulée » 220m et le point « distance cumulée » 300m.

- **Largeur aménageable**

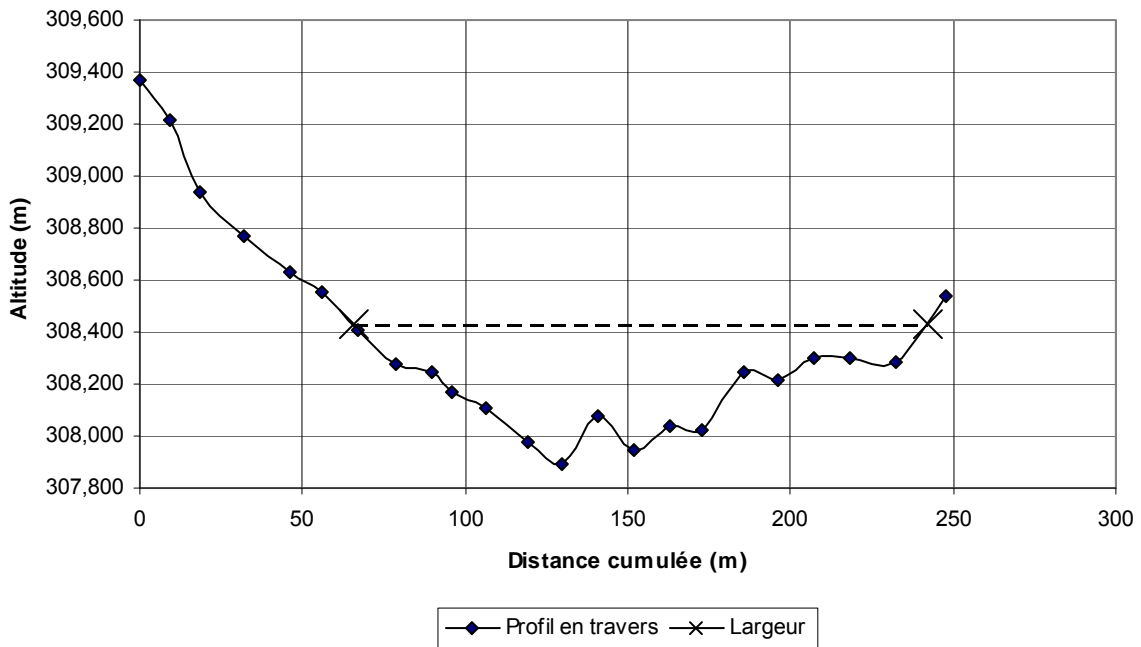
La largeur aménageable correspond généralement à la largeur du bas-fond. Il est fiable de se référer à la délimitation entre sols hydromorphes et les sols du versant, effectuée sur le terrain. En n'oubliant pas que d'autres indicateurs, comme les changements de pente, les changements de végétation, la connaissance des limites d'inondation par les exploitants du bas-fond, peuvent aider à déterminer ces limites. Trois exemples de profils en travers, sont présentés dans les figures ci-dessous. L'analyse des profils indique que les sections qui ont une forme trop concave ou qui sont trop étroites sont éliminées.

pt3



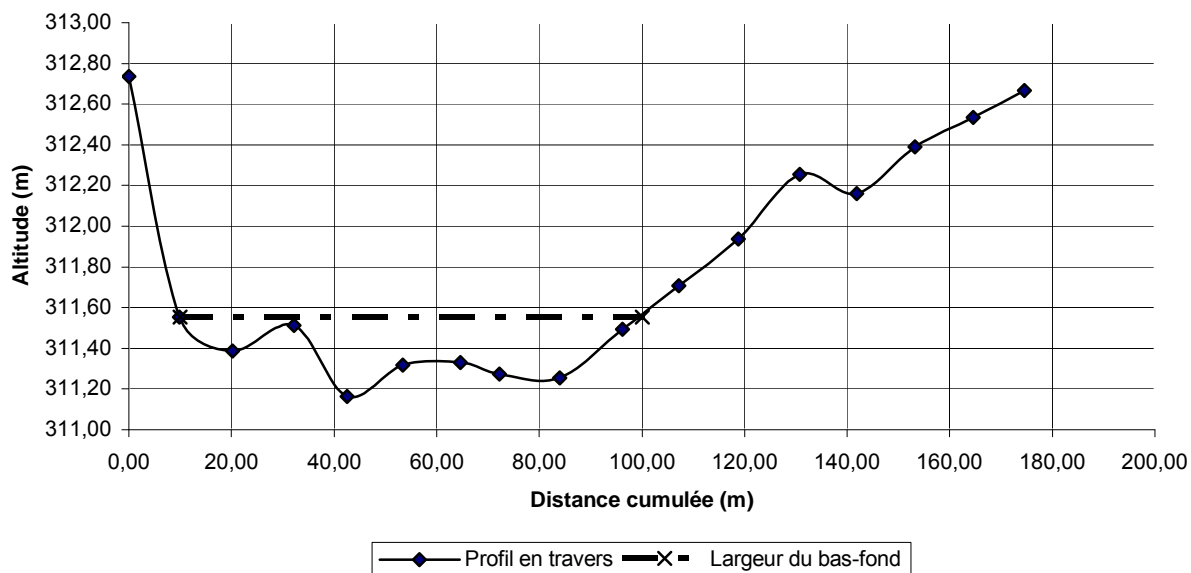
Bas-fond ayant un fond plat mais trop étroit pour être facilement aménageable. Comme la largeur est inférieure à 100m, on recommande de supprimer cette zone ou section (difficilement aménageable).

Profil en travers PT1



Bas-fond plutôt large et concave. Bien que la forme concave entraîne une extension des longueurs des diguettes sur la rive gauche, on peut aménager cette zone.

**Profil en travers Pt7**



Bas-fond plat et modérément large (100-120m). Cette section est facilement aménageable.

### **2.3.2.3 Aptitudes des sols**

Les bas-fonds sont généralement emblavés en riz et cultures maraîchères. Les sols des bas-fonds doivent donc être aptes à ces cultures. Les sols à retenir devront être :

- les sols hydromorphes à texture argileuse ou argilo-limoneuse pour les bas-fonds où l'aménagement permet de créer une lame d'eau pour la riziculture ;
- les sols hydromorphes à texture argilo-limoneuse ou argilo-sableuse pour les bas-fonds aménageables uniquement par casiérage pour le riz pluvial.

### **2.3.2.4 Contraintes environnementales**

Le bas-fond doit être situé en dehors des espaces suivants :

- les espaces pastoraux d'aménagement spécial ou zones pastorales
- les espaces de terroir réservés à la pâture
- les parcs nationaux

- les réserves de faune totale ou partielle
- les sanctuaires et réserves de biosphère
- les refuges locaux etc...

En dehors de ces zones, les aménagements sont possibles à condition qu'on ne note pas la présence d'espèces forestières rares. En effet, le Burkina ayant ratifié le protocole sur la biodiversité, il est tenu de préserver les espèces en voies de disparition ou menacées telles que *Celtis integrifolia*, (Micocoulier africain) *Opilia celtifolia*, *Securidaca longepedunculata* (plante médicinale utilisé pour soigner les morsures de serpents) *Trichilia emetica* (plante médicinale utilisé pour traiter les hémorroïdes).

En outre dans le cadre du défrichement, les espèces suivantes doivent être protégées à raison de 50 grands pieds par hectare. Ce sont : *Acacia sénégale* (gommier blanc), *Adansonia digitata* (baobab), *Anogéissus leiocarpus* (Bouleau d'Afrique), *Bombax costatum* (kapokier à fleurs rouges), *Borassus aethiopum* (rônier à fruits jaunes), *Borassus flabelifer* (rônier à fruits verts), *Elaeis guineensis* (palmier à huile), *Khaya senegalensis* (caïlcédrat), *Parkia biglobosa* (néré), *Tamarindus indica* (tamarinier), *Vitex doniana* (prunier noir), *Vitelaria paradoxa* (karité), *Ximenia americana* (prunier de mer, citronnier de mer).

### **2.3.2.5 Facteur socio-économique**

Les terres des bas-fonds tout comme celles des terroirs villageois, tout en relevant du domaine foncier national appartiennent traditionnellement à des familles, clans ou lignages. Aussi, leur aménagement pour toute la communauté ne peut être retenu que si les propriétaires terriens traditionnels acceptent l'exploitation communautaire des bas-fonds ; leur accord sera la base de la sécurité foncière pour les futurs exploitants en attendant des dispositions nouvelles envisagées dans le cadre du Code Général des Collectivités décentralisées.

D'autre part on devra noter l'existence de l'aptitude ou la capacité des populations à exploiter, gérer et entretenir les bas-fonds : les producteurs ruraux pratiquent très souvent de nombreuses spéculations (cultures vivrières, de rente, etc.) et exercent parallèlement de nombreuses activités (élevage, commerce, artisanat, etc.). Il s'agit de déterminer si elles ont le temps matériel pour faire

face aux activités d'exploitation du bas-fond ; cela pourra s'apprécier à travers l'outil « calendrier des activités » de la MARP et de la détermination des revenus actuels des ménages et de leur composition. En effet des revenus élevés sont la preuve de l'existence d'activités rentables ou diversifiées qui ne laissent pas le temps à d'autres occupations.

La présence de marché pour l'écoulement des produits est un facteur favorisant pour l'aménagement d'un bas-fond. Même si les diagnostics des bas-fonds révèlent une forte auto- consommation des produits, des rendements élevés peuvent générer suffisamment de surplus pouvant être mieux valorisés par l'existence d'un marché.

### **2.3.2.6 Les schémas d'aménagement et les métrés**

- **Les digues déversantes**

Les digues déversantes (seuils déversants) en béton ont une section rectangulaire. Ils ont un ancrage de fondation variable selon la nature du sol de bas-fond. A l'aval est réalisé un enrochement de dissipation d'énergie. Chaque ouvrage est muni d'un pertuis de fond équipé de vannette métallique généralement positionné sur l'axe central du bas-fond. Les données nécessaires pour la réalisation des travaux de confection des seuils sont :

- la pente (p) du bas-fond (déduit du profil en long);
- la dénivelée (h) entre deux seuils consécutifs;
- la largeur (l) du bas-fond au droit du seuil.

Le métré des travaux consiste à estimer la quantité de travaux à réaliser. Avec les paramètres indiqués ci-dessus, on arrive aux estimations suivantes :

Béton cyclopéen :  $V_b = l \times (h + a) \times e$

où  $V_b$  (m<sup>3</sup>) est le volume de béton cyclopéen

$l$  (m) est la largeur du bas-fond au droit du seuil

$h$  (m) est la dénivelée entre deux seuils consécutifs

$a$  (m) est la profondeur d'ancrage

$e$  (m) est l'épaisseur du seuil

Enrochement :  $V_e = 0,5 \times (B \times h) \times l$

où  $V_e$  (m<sup>3</sup>) est le volume d'enrochement

$B$  (m) est la base de l'enrochement

$h$  (m) est la dénivelée entre deux seuils consécutifs

$l$  (m) est la largeur du bas-fond au droit du seuil

- **Les drains**

Ils sont réalisés en section triangulaire ou trapézoïdale en prenant comme alignement les points les plus bas du bas-fond ou simplement en suivant le lit marqué qu'on calibre. Il peut être pris en compte la confection de cavaliers à partir des produits d'excavation. Le métré des travaux consiste à estimer principalement les travaux de déblai qui sont soit à évacuer soit à utiliser pour les cavaliers.

Les volumes de section à excaver sont :

Excavation :  $V_d = 0,5 \times (B + b) \times h \times L$

Où  $V_d$  (m<sup>3</sup>) est le volume des déblais d'excavation

$B$  (m) est la largeur en surface

$b$  (m) est la largeur au fond

$h$  (m) est la profondeur de la section

$L$ (m) est la longueur de la section

- **Les diguettes en terre**

De part le fait qu'en théorie, les diguettes aient une hauteur constante, on obtient les volumes de remblais et déblais en multipliant la section de la diguette par la longueur totale des diguettes. Par expérience, on obtient la longueur d'une diguette à courbe de niveau en multipliant la largeur aménageable par un coefficient 1,5. Le volume de travaux par mètre linéaire est indiqué dans le tableau ci-après :

Désignation	Volume travaux (m <sup>3</sup> /ml)
Remblais compacté	0,1435
Déblai des diguettes revêtues	0,1625
Enrochement	0,4509

### ***Nombre total de diguette $N_d$***

Le nombre de diguettes est égal à la dénivelée totale divisée par la dénivelée unitaire  $N_d = H/h$ .

### ***La superficie de l'aménagement ( $S_a$ )***

La superficie de l'aménagement est le produit de la longueur de la section aménageable ( $L_a$ ) par la largeur moyenne aménageable ( $l_a$ ).

Superficie de l'aménagement  $S_a = L_a \times l_a$

### ***Longueur totale des diguettes $L_T$***

On obtient la longueur totale des diguettes ( $L_T$ ) en multipliant la largeur moyenne aménageable ( $l_a$ ) par le nombre de diguettes ( $N_d$ ) par un facteur égale à 1,5.

Longueur totale de diguettes  $L_T = 1,5 \times N_d \times l_a$  (exprimé en m)

### ***Volume total de remblai***

Volume total de remblai = Volume de remblai par mètre linéaire de diguette x  $L_T$ .

Les valeurs de volume de remblai par mètre linéaire sont présentées dans le tableau ci-dessus.

### ***Volume total de déblai***

Volume total de déblai = Volume de déblai par mètre linéaire de diguette x  $L_T$

Les valeurs de volumes de déblai par mètre linéaire sont présentées dans le tableau ci-dessus.

Les déblais ne concernent que les diguettes revêtues et correspondent uniquement au déblai pour le buttage des moellons ; le déblai d'emprunt est pris en compte dans le remblai compacté.

### ***Le volume total de moellons de protection à ramasser et transporter***

Le volume de moellons à poser sur les diguettes est de 0,518 m<sup>3</sup>. Pour tenir compte des pertes et des besoins de remplir les vides avec des petits cailloux et du concassé le volume à transporter est révisé

à la hausse en divisant le volume de pose par 0,7. Le volume à transporter devient ainsi égale à 0,74 m<sup>3</sup> / ml.

### ***Le nombre total de mètres linéaires du polypropylène***

Le polypropylène est vendu par rouleau de 2,5 mètres de large. Cette bande couvre toute la largeur des deux types de diguettes, ainsi que la zone de buttage.

Longueur totale des rouleaux en polypropylène tissé = longueur totale des diguettes L<sub>T</sub>

- **Les pertuis de vidange**

Dans les petits bas-fonds, le nombre de pertuis par diguette est généralement de deux. Cependant, sachant que les pertuis de vidange des diguettes aval vident aussi le volume d'eau correspondant à la lame d'eau retenue par toutes les diguettes en amont, il y a lieu d'ajouter un pertuis par diguette dès que la superficie aménagée en amont dépasse 10 ha.

Nombre de pertuis de vidange = Nombre total de diguettes x 2 si superficie à vider < 10 ha

Nombre de pertuis de vidange = Nombre total de diguettes x 3 si superficie à vider > 10 ha

## **3 MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT**

### **3.1 GENERALITES**

Les travaux d'aménagement simples des bas-fonds ont comme objectif de contrôler une lame d'eau pendant l'hivernage. Dans le développement ci-dessous, il est fait à titre d'exemple des expériences développées par l'ORC, le PEBASO, le PAFR et le PRP. Les travaux suivant leur nature sont exécutables soit par les populations soit par des entreprises de travaux de petite et moyenne taille. Elles peuvent indifféremment se faire soit sur des aménagements simples (diguettes de courbes de niveau protégées avec pertuis uniquement) ou des aménagements complexes (digues/seuils déversants avec ou sans collecteur central)

### **3.2 TRAVAUX EXECUTABLES PAR LES COMPETENCES LOCALES**

#### **3.2.1 Diguettes protégées**

L'expérience du PAFR consiste en la réalisation de diguettes à courbes de niveau généralement protégées par des moellons posés sur un polypropylène tissé, faisant office de géotextile. Dans certains cas, ces travaux sont complétés par un planage sommaire ou par un planage à l'horizontale des terres entre les diguettes.

Dans le passé, ce type de travaux se réalisait lors de la saison sèche. Il est cependant recommandé de réaliser les diguettes à la fin de l'hivernage pour bénéficier de l'humidité résiduelle des sols à ce moment, proche du taux d'humidité permettant d'obtenir la densité la plus grande du matériau compacté (Teneur en eau de l'Optimum Proctor Normal -OPN).

##### **3.2.1.1 Implantation des diguettes**

Les diguettes en courbes de niveau sont implantées à des dénivelées de 0,30 m pour des diguettes de hauteur 0,35 m et de dénivelées de 0,2 m pour des hauteurs de 0,25 m. L'implantation se fait à l'aide d'un niveau automatique sinon grâce à un niveau à eau. En principe les diguettes suivent les courbes de niveau. Une tolérance de +5cm et -5 cm est adoptée pour permettre de « lisser » les

courbes. A l'approche des versants, là où la pente transversale change de façon abrupte, on quitte la courbe de niveau pour suivre un alignement perpendiculaire à celle-ci. C'est le raccordement au bord (fermeture). A l'exception des deux coudes de raccordement aux bords, l'opérateur évitera toute forte courbe pour faciliter le travail de compactage mécanique.

L'opérateur doit veiller à limiter la longueur des diguettes tout en restant dans la fourchette de 10 cm (voir figure 7). En présence d'une amorce de lit mineur (d'une profondeur maximum de 0,4 m), on peut accepter de transgresser à cet endroit le respect de la tolérance et franchir directement le lit mineur. Cependant à ces endroits il faudra augmenter la cote crête de la diguette de 0,10 m de façon à obliger les eaux à ne plus suivre l'ancien chemin préférentiel et limiter ainsi leur capacité érosive.

L'alignement de la diguette est indiqué par des piquets en bois et matérialisé ensuite par le décapage sommaire de l'emprise de la diguette à la daba. La profondeur du décapage sera d'environ 2 cm. Ce décapage sert à enlever la matière organique (feuilles, herbes, branches).

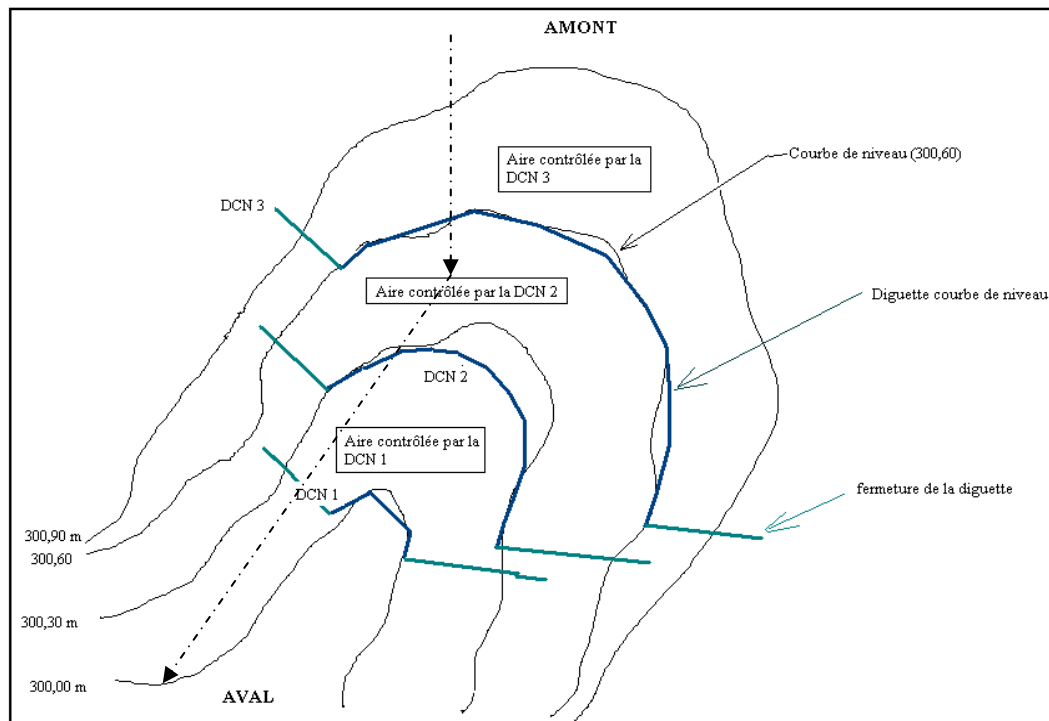


Fig 7 : Présentation schématique de l'implantation des diguettes à courbe de niveau

### **3.2.1.2 Confection des diguettes**

- **La délimitation de la zone d'emprunt et emprise de la diguette**

La zone d'emprunt est délimitée en amont de l'emprise de la diguette à courbe de niveau. Elle aura une largeur d'environ 1,5 m. La distance entre la zone d'emprunt et la diguette ne sera pas inférieure à 1m. La mise en place de cordes permet d'éviter que les manœuvres s'approchent trop des diguettes en creusant.

- **La préparation de la zone d'emprunt**

La zone d'emprunt sera décapée sur une épaisseur de 10 cm. Ce matériau ne servira pas à la confection de la diguette mais sera remis dans la zone d'emprunt après prélèvement du matériau à compacter. La profondeur de la zone d'emprunt ne dépassera pas 0,6 m. Dans le cas où l'humidité du sol n'est pas suffisante il y a lieu de préparer les matériaux dans la zone d'emprunt en rendant d'abord meuble le sol et en l'arrosant ensuite.



Photo 3 : Remblai compacté avant talutage (PAFR)

- **Le compactage du remblai**

La zone à remblayer est délimitée par des piquets en tenant compte de 20 cm de surplus de largeur de part et d'autre. Ceci permet de compacter correctement toute la largeur de l'ouvrage. Il est recommandé de mettre en place des piquets indiquant la côte crête de la diguette.

Le remblayage se fait à l'aide de pelles ou d'abras après que l'emprise ait été humidifiée. Il y a lieu de veiller à ce que le matériau reste homogène. Il faut donc malaxer la terre et retirer les débris végétaux. Le compactage se fait généralement à l'aide d'un compacteur autotracteur de type Bomag pouvant vibrer. Avec ce type d'engin on obtient une bonne compacité (90% OPN) après une dizaine de passes sur une épaisseur finale de 10 à 15 cm.

Il est possible de compacter les diguettes avec des dames à main. Dans ce cas il faut diminuer l'épaisseur des couches à la moitié (5 à 7 cm). C'est là un travail à haute intensité de main d'œuvre qui peut être réalisé par les exploitants avec ou sans appui technique extérieur, mais dans ce cas, une formation simplifiée est nécessaire.

- **La mise au gabarit**

Dans le cas où la tolérance de la côte crête est dépassée on procède au décapage du surplus. Après la vérification altimétrique de la crête de la diguette on procède à la mise en place des repères pour les travaux de talutage. Ceci se fait en plusieurs étapes :

- a) Tracer dans le remblai compacté l'axe de la crête de la diguette avec un objet pointu ;
- b) Tracer ensuite les extrémités de la crête ;
- c) Implanter dans le terrain naturel des piquets au pied du talus amont ;
- d) Réaliser le talus amont à l'aide de dabs.

Les matériaux provenant du talutage seront remis dans la zone d'emprunt. Le talutage de la diguette se fait à la daba par les villageois dès vérification altimétrique de la crête de la digue. Les talus amont et aval ont respectivement des pentes de 1H/1V et de 2H/1V.



Photo 4 : Talutage d'une diguette de type T7 (PAFR)

- **Les fouilles et le talutage aval**

La zone de buttage sera réalisée en deux phases :

- l'excavation de la tranchée aval sur 40 cm de large et 25 cm de profondeur pour les types T7;
- la talutage de la partie aval de la diguette suivant la pente 2H/1V.

On procède d'abord au piquetage de la tranchée. Après excavation de la tranchée les manœuvres réaliseront le(s) talus à la daba.

### **3.2.1.3 La pose du polypropylène tissé**

Le polypropylène est fourni en rouleaux de 100 m de long et de 2,5 m de large. Il est très sensible à la lumière. En contact direct avec la lumière du soleil il se dégrade rapidement. Il est impératif que le tissu soit entièrement recouvert de moellons. Cela suppose un contrôle rigoureux et des entretiens annuels.



Photo 5 : Pose de polypropylène tissé faisant office de géotextile (PAFR)

#### **3.2.1.4 La pose des moellons**

La diguette sera entièrement revêtue par des moellons. Pour une meilleure stabilité on commence à poser les plus gros cailloux en aval comme une butée. Ensuite on pose les moellons de l'aval vers la crête et du pied amont vers la crête. Les moellons seront soigneusement choisis et posés de façon à limiter au maximum les vides. Les vides restants seront ensuite remplis avec du concassé de moellons. La lumière ne pourra plus détériorer le polypropylène. Les moellons sont ainsi « imbriqués » ce qui donne au revêtement une stabilité supplémentaire. Comme test on peut vérifier la stabilité des moellons : en marchant dessus, ceux-ci ne devraient plus bouger.



Photo 6 : Pose de moellons (PAFR)

### 3.2.2 Pertuis de vidange

Les pertuis de vidange sont généralement construits en béton dosé à  $250 \text{ kg/m}^3$ . Comme présenté dans la photo 7, ces ouvrages ont une largeur d'ouverture de 0,6 m et ont une protection aval en moellons. La largeur des bajoyers est de 0,2 m et une hauteur correspondant à la hauteur de la diguette enrochée. Le volume de béton par ouvrage est d'environ  $0,7 \text{ m}^3$ . Ces ouvrages seront coulés sur place par un tâcheron. Il existe la possibilité d'utiliser un moule.

Le coulage sur place se fait à l'aide d'un béton réalisé sur une aire de gâchage. Le contrôleur veillera à ce que les agrégats soient de bonne qualité et que le béton ne soit pas trop humide :

- Le gravier doit être propre, ceci nécessite qu'il soit tamisé ;
- Le sable doit être grossier et propre. Le sable fin, qui s'envole avec le vent est proscrit ;
- Le ciment doit être de type CPA de bonne qualité. Dès l'apparition de signe de prise (durcissement) il doit être rejeté ;
- La teneur en eau doit être bonne. Un mauvais béton provient généralement d'un excès d'eau. Il y a donc lieu à veiller que le béton ne soit pas trop liquide mais toutefois assez plastique

pour que le maçon n'ait pas trop de problème à le couler sans laisser des vides. Il est recommandé d'utiliser des outils de fortunes qui remplacent l'aiguille vibrante.



Photo 7 : Mise en œuvre d'un puits de vidange (PAFR)

### 3.2.3 Casiérag

Le casiérag avec des diguettes de séparation en terre est la technique de base la plus répandue pour le stockage de l'eau. Ce casiérag se décline sous différentes formes, hauteurs et longueurs et s'exécute partout où l'on veut intercepter et stocker temporairement l'eau pour les cultures dans les bas-fonds. Les conditions pour le réaliser sont :

- pente inférieure à 2 ‰ ;
- sol argileux de préférence ou à défaut un sol argilo-limoneux ou limono-argileux ;
- gestion collective des travaux et de l'eau n'est pas faisable ou n'est pas opportun ;
- zones où le planage n'est pas possible ou trop onéreux.

Les travaux de casiéage sont réalisés par les exploitants de façon individuelle. Elles consistent dans la confection de diguettes à courbes de niveau liées entre elles par des diguettes de séparation. La dénivelée entre deux diguettes à courbes de niveau ne sera pas supérieure à 10 cm et la tolérance de dénivelée dans les rizières est de 2 cm.



Photo 8 : Casiéage avec des diguettes transversales (PRP)

L'implantation se fait à l'aide d'un niveau à eau. Tout d'abord, commencer par l'implantation des courbes de niveau de telle sorte que la dénivelée entre deux courbes de niveau consécutives soit de 10 cm, ensuite faire la délimitation des casiers en tirant des lignes perpendiculaires aux courbes de niveau. On peut alors :

- contrôler les positions des diguettes ;
- contrôler leur horizontalité en crête.

- **Dimensions**

Les diguettes de casiéage ont une section trapézoïdale avec une base de 70 cm et une largeur en crête de 20 cm. Elles sont hautes de 25 cm avec des talus de 1/1. Elles délimitent des casiers large de

10 à 15 m. La dénivelée entre deux diguettes consécutives est de 10 cm.

- **Matériaux et mise en place**

- Terre du site (pas de déplacement de terre), de préférence argileuse.
- De l'eau (sol humide), cela implique la mise en place de ces casiers en début de saison des pluies.
- Les diguettes sont construites à la daba ou à la charrue par renversement et retournement de terre comme dans les billonnages.
- Le compactage est fait par la suite à l'aide des dames manuelles.

- **Période de construction**

Dès les premières pluies (>20 mm) les exploitants construisent les diguettes pour bénéficier de l'humidité nécessaire au compactage et pour pouvoir installer les cultures à temps.

Cela permet aussi un remaniement facile des terres pour la confection des diguettes.

### **3.3 TRAVAUX A FAIRE EXECUTER PAR LES ENTREPRISES**

#### **3.3.1 Seuils déversants**

Les seuils déversants sont des dispositifs qui suivent l'axe transversal des bas-fonds. Réalisés en béton cyclopéen, ils doivent être implantés et calés en altimétrie avec une grande précision. Leur réalisation doit respecter les critères de stabilité au renversement, c'est pourquoi une attention doit être portée sur la compatibilité de la profondeur d'ancrage avec la nature du sol. Généralement on atteint une profondeur de 50 cm.

Le béton cyclopéen est coulé en pleine fouille et coffré dans sa partie hors sol. Il faut veiller à la qualité des moellons utilisés et du béton à fabriquer (250 kg de ciment / m<sup>3</sup>). De même la pose de l'enrochement de dissipation aval doit respecter les conditions de non transport des blocs (minimum d 250 mm).

### **3.3.2 Dignes déversantes**

Les digues déversantes sont des ouvrages construits soit en suivant les courbes de niveau soit en travers des bas-fonds. Ils sont construits en remblais compactés et recouverts par du perré maçonné. Ce perré maçonné est prolongé horizontalement à partir du pied de talus aval pour former un bassin de dissipation.

La construction des digues déversantes consiste à réaliser des remblais et des perrés maçonnés. Les remblais doivent être réalisés à partir des matériaux trouvés sur place et satisfaisant aux conditions de compactage permettant d'atteindre des densités de 1,8 t/m<sup>3</sup>. De même, les règles de qualité de mortier dosé à 250 kg de ciment/m<sup>3</sup> doivent être respectées pour la réalisation des perrés maçonnés. Il reste entendu que les dimensions géométriques et les calages altimétriques devront être réadaptés sur place lors de la réalisation.

### **3.3.3 Collecteurs centraux**

Leur réalisation consiste à exécuter des travaux de déblais soignés ou en masse, selon qu'il s'agit d'un calibrage de la section ou d'un redressement du lit d'écoulement. Ils sont réalisés aux engins et les produits de déblais peuvent être utilisés pour réaliser des cavaliers en remblais compactés. Des implantations doivent être faites avant les travaux et des levés de contrôle topographique effectués par la suite pour juger des dimensions et du calage.

### **3.3.4 Planage sommaire et à l'horizontale**

Il s'exécute à la niveleuse après qu'un piquetage de nivellement ait indiqué les différentiels de niveau à respecter pour atteindre les cotes de planage désirées. En fonction des zones délimitées pour le planage sommaire et pour le planage horizontal, un contrôle de réception doit être effectué : visuel pour le premier et au niveau topographique pour le second.

### **3.3.5 Ouvrages – vannes**

Ils sont réalisés soit sur les collecteurs centraux soit insérés dans des digues/seuils déversantes (mais de faible dimension dans ces cas). Leur rôle dans ces ouvrages, impose que ce soit des équipements fonctionnels et fiables fournis par des fabricants industriels et placés par des personnes compétentes. Les entreprises sont dès lors indiquées pour la fourniture et leur pose.

## **3.4 CALENDRIER D'EXECUTION DES TRAVAUX**

Les ouvrages constituant les aménagements simples de bas-fond sont faits en terre essentiellement. Ce type de travaux se réalise lors de la saison sèche. Il est cependant recommandé de réaliser les diguettes à la fin de l'hivernage pour bénéficier de l'humidité résiduelle des sols à ces moments, proche de celle permettant d'avoir le meilleur résultat au compactage (bonne densité de remblai).

Les travaux peuvent être réalisés soit par les groupements de producteurs de riz, soit par des petites entreprises ou tâcherons. Dans les deux cas il y a lieu de réaliser au préalable une étude de faisabilité. Le tableau ci-dessous donne le calendrier d'intervention impliquant la main d'œuvre locale.

**Tableau 4 : Calendrier d'exécution des travaux sur un aménagement**

Activités	Année	Période de réalisation	Observations
Etude socio-économique	An 1	Janvier	
Diagnostic physique	An 1	Janvier – Mars	
Etudes topographique et pédologique	An 1	Janvier – Mars	
Collecte de matériaux entrant dans la construction des ouvrages (moellons) <sup>10</sup>	An 1	Avril – Mai	
Réalisation des ouvrages et construction des diguettes en courbe de niveau	An 1	Octobre - Décembre	Profiter de l'humidité résiduelle de fin d'hivernage
Protection des diguettes en courbe de niveau, Labour et/ou Planage	An 1	Octobre - Décembre	Profiter de l'humidité résiduelle de fin d'hivernage
Parcellement et Attribution	An 2	Avril – Mai	
Mise en valeur	An 2	Juin	
Entretien de collecteurs ou drains (curage, débroussaillage)	Tous les ans partir de An 3	Février – Mars	Profiter de la période d'assèchement
Entretien préventif des diguettes (protection et faucardage herbes)		Avril – Mai	
Entretien curatif des diguettes (remblais)		Octobre - Janvier	Profiter de l'humidité résiduelle de fin d'hivernage
Entretien des puits		Octobre – Mai	

<sup>10</sup> Cette tâche peut dans certaines conditions de faisabilité favorable être réalisé juste après les études socio-économiques

## **4 GESTION DES AMENAGEMENTS**

Les aménagements du PAFR, délibérément simples dans leur conception, leur réalisation et gestion sont en mesure de garantir une campagne rizicole sans déficit hydrique majeur et sans inondations de longue durée. Ceci facilite leur appropriation par les producteurs. La performance et la durabilité de ces aménagements dépendent cependant de leur bonne gestion, notamment de leur entretien.

La gestion de l'aménagement consiste en :

- La gestion de l'eau proprement dit ;
- L'entretien des ouvrages ;
- L'organisation de l'entretien.

### **4.1 GESTION DE L'EAU**

La gestion de l'eau est simple et est effectuée par le groupement. Elle est fortement liée au calendrier agricole, notamment la préparation de sol et le semis et/ou repiquage. Au préalable il faut se procurer des variétés d'une durée de cycle cultural bien déterminée. La gestion consiste donc dans le respect d'un calendrier agricole et d'un calendrier de manipulation de vannes. Cette dernière varie en fonction du type d'aménagement.

#### **4.1.1 Aménagement avec digues/seuils déversants**

La gestion de l'eau dans ce type d'aménagement consiste à manipuler l'ouverture et la fermeture de vannes. Cette manipulation des vannes permet de contrôler le plan d'eau en tenant compte des attentes des exploitants à l'amont et ceux de l'aval. Mais en dehors du début et de la fin de saison des pluies, cette gestion de l'eau n'a qu'un faible impact sur le régime de déversement d'eau dans les parcelles et crée souvent un conflit d'intérêt entre les exploitants.

### **4.1.2 Aménagement à diguettes protégées**

Au début de la saison de pluies l'aménagement fonctionne en régime pluvial (maîtrise partielle), les pertuis sont en position ouverte (vidange) :

- Le passage des crues est ralenti sans les retenir ;
- Le ruissellement est retardé, l'infiltration accentuée.

Dès août jusqu'en fin octobre l'aménagement fonctionne quasiment en maîtrise totale. Les vannettes sont en position ouverte pendant le tallage, ensuite elles sont fermées. L'aménagement permet de combler le déficit hydrique pendant les poches de sécheresse de fin juin à fin septembre ainsi que pendant la fin de la saison de production jusqu'au moins fin octobre.

Les crues passent au-dessus des diguettes, elles sont étalées sur toute la largeur du bas-fond et sont ainsi ralenties. Les écoulements de base sont répartis sur toute la superficie de l'aménagement.

### **4.1.3 Aménagement de type casiérage**

Le casiérage sert à capter et à stocker les eaux du bas-fond. La gestion de l'eau est réduite à son minimum : vidange de l'excès de l'eau du début des travaux de préparation de sols jusqu'après le tallage. La vidange et le drainage se font de préférence par des brèches dans les diguettes parcellaires non compactées (drainage latéral).

## **4.2 ENTRETIEN**

En général on distingue l'entretien préventif de l'entretien curatif. L'entretien préventif consiste essentiellement dans le nettoyage, le faucardage le long des diguettes et le repositionnement des moellons déplacés. Ce type d'entretien se fait annuellement par les producteurs. L'entretien curatif a comme objectif de réparer les dommages occasionnés par les crues, le passage des animaux et des interventions diverses des hommes. Ce dernier type d'entretien nécessite souvent plus d'expertise. Il est donc recommandé de mettre en place des brigades d'entretien pour ce type d'intervention.

### **4.2.1 Dignes/ seuils déversants**

L'entretien de ces ouvrages consiste après la saison des pluies, et éventuellement après assèchement de retenue temporaire à effectuer les tâches suivantes :

- Remise en état des enrochements aval des seuils ;
- Vérification de fissuration et réparation si nécessaire ;
- Contrôle état des perrés et réfection des zones endommagées ;
- Contrôle de la fonctionnalité des vannes, lubrification et réparation ;
- Reprise de remblais pour profiter des humidités résiduelles.

#### **4.2.2 Collecteurs**

L'entretien d'un collecteur central s'il existe consiste en un traitement préventif avant le démarrage des pluies et lorsque les lits sont asséchés. Il consiste essentiellement au droit de l'aménagement à :

- Déblayer des dépôts d'alluvions ayant formé des seuils ;
- Enlèvement de tous les détritiques et débris végétaux obstruant la section d'écoulement ;
- La découpe de repousses d'arbres ayant précédemment été élaguées ;
- La mise en place de protection, là où se développent des phénomènes d'érosion.

#### **4.2.3 Diguettes revêtues**

##### **Entretien préventif (en saison sèche : Avril)**

Les travaux champêtres commencent avec le nettoyage des terrains à cultiver. Il y a donc lieu de rappeler au groupement que le nettoyage de l'aménagement fait aussi partie de ces travaux, qui ne devrait pas se limiter aux seules parcelles, mais aussi inclure les diguettes. Il s'agit plus précisément de replacer les moellons déplacés, de faucarder les herbes le long des diguettes.

##### **Entretien curatif (après l'hivernage : Octobre – Janvier)**

A la fin de l'hivernage, l'humidité résiduelle permet de recharger les diguettes, de combler les brèches et de compacter la terre. Comme pendant cette période la main d'œuvre est très sollicitée, il faudra insérer dans le règlement intérieur du groupement, que les producteurs doivent affecter un ou deux jours à ces travaux. En cas de brèche :

- Enlèvement des moellons ;
- Enlèvement du polypropylène ;

- Décapage sommaire ;
- Humidification de l'assise ;
- Apport de terre argileuse en petites couches de 10cm au bon taux d'humidité ;
- Mise au gabarit à la daba ;
- Protection du nouveau corps en polypropylène et en moellons.

#### **4.2.4 Diguettes non revêtues**

##### **Entretien préventif (Avril – Mai)**

Lors des travaux de nettoyage des terrains à cultiver, les producteurs entreprennent le faucardage. Après les premières pluies ils pourront profiter de l'humidité résiduelle pour recharger les diguettes ayant subi des érosions. Ces rechargements pourraient être faits avec de la terre arable dans laquelle se trouvent les germes des herbes locales. Ceci permettra d'accélérer l'enherbement de ces diguettes. Ces travaux pourraient être repris plusieurs fois selon l'agressivité des crues au début de l'hivernage.

##### **Entretien curatif (Octobre – Janvier)**

Les brèches des diguettes non revêtues sont à reprendre en fin de la saison de pluies, en comblant en petites couches les brèches. C'est le moment propice de compacter la terre et rendre les réparations plus durables. Avant tout remblais il y a lieu de décaper sommairement les emprises et de les humidifier.

#### **4.2.5 Pertuis**

##### **Entretien préventif (Octobre – Janvier)**

- Remplacement des moellons déplacés.
- Remblaiement des renards et affouillements avec de la terre argileuse.

##### **Entretien curatif (Janvier à Mai)**

Réparation de l'ouvrage par un maçon.

#### **4.2.6 Casiérage**

**Organisation** : Pour assurer l'entretien il est recommandé de responsabiliser les producteurs par diguette : les bénéficiaires d'une même diguette seront organisés autour d'un groupe de gestion et d'entretien. Ainsi les meilleurs inciteront les moins dynamiques.

Au début de chaque saison de pluies, les exploitants doivent entretenir les diguettes. Les consignes suivantes devraient être suivies :

- pratiquer le fauchage des mauvaises herbes plutôt que de les arracher ;
- en cas de dégradation du casier, refaire le compactage ;
- aménager, si possible, des espaces de circulation pour les usagers du site ;
- un renforcement périodique, de préférence tous les ans est nécessaire (éviter les labours aux engins qui obligent à refaire les diguettes chaque année et à rendre difficile les planages à l'intérieur des diguettes).

Lors des travaux de préparation de sol, l'exploitant veillera à tirer la terre des parties hautes de la parcelle vers les parties basses (l'exploitant observe très bien cela lorsqu'une lame d'eau est présente dans son casier : zones non recouvertes et zones trop recouvertes !). Ceci permettra d'obtenir progressivement un planage optimal.

### **4.3 ORGANISATION DE L'ENTRETIEN**

L'entretien des bas-fonds est un des volets primordial de la gestion des aménagements. La bonne gestion des bas-fonds repose nécessairement sur des organisations de producteurs dynamiques et conscientes de leurs responsabilités. Pour bâtir une organisation dynamique de producteurs, la formation des acteurs à la nécessité de s'organiser et au mode de gestion d'une telle structure s'impose. Pour parvenir à assurer un bon entretien de bas-fonds les volets suivants doivent être indispensables :

- L'établissement d'un calendrier cultural respecté par tous les producteurs : Le calendrier doit être établi à l'orée de chaque campagne, par l'encadrement et le bureau du groupement des producteurs en fonction de leur connaissance du milieu; le calendrier indique une période pour les différentes opérations culturales (préparation du sol, semis, repiquage, sarclage, épandage d'engrais, récolte)

- L'établissement d'un calendrier annuel d'entretien : le calendrier doit indiquer la période d'entretien (curatif ou préventif) des différents ouvrages de l'aménagement (diguettes, pertuis, casiers, etc.)
- La constitution d'un fonds d'entretien : certaines actions comme le changement de la toile de polypropylène vont nécessiter des sorties d'argent ; il est donc important que les producteurs constituent un fonds, par des prélèvements volontaires (redevances calculées sur la superficie) au moment de la commercialisation,
- La reconstitution régulière du fonds de roulement pour les intrants par la récupération des crédits intrants.
- La vente groupée de la production pour permettre à l'organisation des producteurs de bénéficier de ristournes, de prélever les redevances entretien et les crédits intrants.

## **ANNEXES**