

Guide technique de l'utilisation des ressources en eau

Pour une exploitation ingénieuse de ressources en eau limitées



Mars 2001

Documentation technique de la JGRC

Générer l'abondance dans le Sahel par la lutte contre la désertification

La présente documentation technique de la JGRC, composée de 8 guides, s'adresse aux techniciens impliqués dans la lutte contre la désertification par le biais des activités agricoles des communautés rurales.

Vol. 1 Guide technique de l'établissement de projets des mesures de lutte contre la désertification

Ce guide propose des techniques de planification pour le développement agricole et des communautés rurales axé sur la participation des habitants à la lutte contre la désertification. Il intègre les diverses techniques expérimentées par la JGRC dans le Sahel, en tenant compte des conditions naturelles, historiques et socio-économiques de cette région.

Vol. 2 Guide technique de la formation d'organisations d'habitants

Ce guide entend fournir aux habitants les moyens de former, de leur propre initiative, les associations communautaires nécessaires à une utilisation et à une gestion responsables et durables des ressources naturelles locales, sur la base des méthodes de gestion autonome.

Vol. 3 Guide technique du développement des ressources en eau

Ce guide présente une méthodologie pour connaître les réserves de ressources en eau, ainsi que des techniques relatives à l'aménagement des mares et à la mise en place de mini-barrages et de puits.

Vol. 4 Guide technique de l'utilisation des ressources en eau

Ce guide aborde notamment la planification, la conception et l'aménagement d'ouvrages d'irrigation peu onéreux, de fonctionnement simple et d'entretien facile, pour les zones disposant d'un niveau déterminé de ressources en eau même pendant la saison sèche.

Vol. 5 Guide technique de la conservation des terres agricoles

Dans ce guide, sont identifiés les avantages et inconvénients des méthodes de conservation des terres agricoles applicables selon les conditions naturelles (dont notamment le relief, la nature du sol et les caractéristiques d'écoulement). Le guide inclut également une marche à suivre pour l'application de ces méthodes, ainsi que des exemples concrets.

Vol. 6 Guide technique de l'agriculture

Ce guide présente des techniques pour l'augmentation du rendement de la riziculture irriguée, de la culture pluviale et de la culture des légumes et fruits, dans des environnements qui diffèrent du point de vue des ressources en sol et en eau, à savoir : les plaines d'inondation des oueds, les pentes et les plateaux.

Vol. 7 Guide technique de l'élevage

Dans ce guide sont présentées des techniques d'élevage semi-intensif qui, adaptées aux régions et d'un niveau accessible aux habitants, leur permettent de tirer avantage des ressources fourragères et animales.

Vol. 8 Guide technique du boisement

Ce guide présente des techniques de boisement de petite envergure pour exploitants individuels, dans une perspective agroforestière permettant l'utilisation et la fourniture de sous-produits forestiers sur une base stable.

Introduction

A l'occasion de la grande sécheresse qu'a subi en 1984 le Sahel, situé à l'extrémité Sud du Sahara, la Société Japonaise des Ressources Vertes (JGRC : Japan Green Resources Corporation) a entrepris l'étude de mesures de lutte contre la désertification dans cette région du globe que l'on dit la plus sérieusement affectée par la progression de la désertification.

Dans une première étape (1985-1989), afin de connaître l'état de progression de la désertification et d'en analyser les causes, la JGRC a collecté des données de base dans le bassin du fleuve Niger, qui traverse le Sahel dans sa longueur. Cette étude a révélé qu'en plus des causes naturelles (dont notamment les sécheresses), la progression de la désertification est étroitement liée à des facteurs humains découlant de la croissance démographique, à savoir : l'agriculture excessive, le surpâturage et la collecte excessive de bois de feu.

Sur la base de ce constat, la JGRC a conclu que pour mettre un frein à la désertification, la stabilité du cadre de vie des habitants de la région revêt une grande importance, et que, du point de vue des activités agro-sylvo-pastorales, une transition s'impose d'un modèle de type usurpateur à un modèle de type durable en harmonie avec l'environnement naturel.

Dans une seconde étape (1990-1995), elle a aménagé une ferme expérimentale d'environ 100 ha dans le village de Magou, situé aux environs de Niamey, la capitale du Niger. Avec la collaboration des habitants, elle y a expérimenté et évalué diverses techniques nécessaires au développement durable des communautés agricoles, dont notamment des techniques de développement des ressources en eau, de conservation des terres agricoles, d'agriculture, d'élevage et de boisement. De plus, elle a établi un plan type de lutte contre la désertification pour la zone de Magou (environ 1.800 ha) en appliquant ces techniques, et présenté ainsi un exemple de développement des communautés agricoles.

Dans une troisième étape (1996-2000), tout en poursuivant ses expérimentations sur des techniques de nature applicable, la JGRC a bénéficié de la participation des habitants du village de Magou pour la mise à l'essai d'une partie du plan type de lutte contre la désertification. Cela lui a permis, dans un premier temps, de connaître les problèmes relatifs au système cadastral et social soulevés lors de l'exécution d'un tel projet avec la participation des habitants, et, dans un deuxième temps, de rechercher avec ces derniers des façons de résoudre ces problèmes. Par ailleurs, afin de vérifier leur polyvalence, la JGRC a appliqué aux villages de Yakouta au Burkina Faso et à plusieurs villages du cercle de Ségou au Mali, les techniques élaborées jusque-là au Niger dans des conditions naturelles différentes (précipitations, etc.).

En deux mots, les études de la JGRC se caractérisent par l'acquisition ① de techniques de développement agricole utilisant efficacement l'eau des oueds (cours d'eau dont l'écoulement se limite à la saison des pluies) dans les plaines d'inondation, ces dernières étant relativement fertiles mais peu utilisées, et ② de techniques de développement global et durable de l'agriculture, centrées sur la conservation des sols des terrains en pente douce et le rétablissement de la productivité des sols où se trouvent les villages.

Les présents guides compilent des techniques de développement des communautés agricoles, facilement applicables par les autochtones et permettant la lutte contre la désertification dans le Sahel. Ces techniques ont été élaborées par la JGRC au cours des études précitées, avec la collaboration des habitants.

Ces guides techniques font l'objet d'une division en huit domaines, à savoir : l'établissement de projets des mesures de lutte contre la désertification, la formation d'organisations d'habitants, l'exploitation des ressources en eau, l'utilisation des ressources en eau, la conservation des terres agricoles, l'agriculture, l'élevage et le boisement.

Il est souhaitable que ces informations techniques soient utilisées par un grand nombre de personnes impliquées dans les mesures de lutte contre la désertification. Pour cela, conjointement avec l'Autorité du Bassin du Niger (ABN), la JGRC a établi un bureau d'information au Secrétariat Exécutif de l'ABN pour la lutte contre la désertification, et des informations techniques sont disponibles par Internet.

Nous souhaitons que ces guides techniques soient utilisés par de nombreuses personnes dans plusieurs pays, et qu'ils contribuent ainsi à l'avancement des mesures de lutte contre la désertification.

De nombreuses personnes du Japon et de l'étranger ont collaboré à la rédaction de ces guides techniques.

Nous souhaitons plus particulièrement remercier ici le Secrétariat Exécutif de l'ABN, le Niger, le Burkina Faso, le Mali, les pays membres de l'ABN, les techniciens des nombreux pays qui ont contribué à cette étude, ainsi que les habitants des zones concernées.

Mars 2001

Shigeo KARIMATA

Directeur

Département des activités outre-mer

Société Japonaise des Ressources Vertes

Guide technique d'utilisation des ressources en eau

- Utilisation efficace des ressources en eau limitées -

Tables des Matières

Chapitre 1 Synthèse

1.1 Contexte	2
1.2 Objectif	3

Chapitre 2 Etablissement d'un projet d'utilisation de l'eau

2.1 Exécution d'une étude sur place	5
2.1.1 Saisie des objectifs d'utilisation de l'eau	5
2.1.2 Saisie du volume d'eau consommé par objectif d'utilisation	7
2.1.3 Saisie de l'état des installations de source d'eau	9
2.2 Sélection du plan d'utilisation de l'eau	13
2.2.1 Mise au clair du volume d'exploitation des ressources en eau et du volume utilisable	13
2.2.2 Objectifs d'utilisation de l'eau	13
2.2.3 Plage des utilisateurs de l'eau	13
2.2.4 Projet d'aménagement d'installations pour l'utilisation de l'eau	13
2.2.5 Projet de gestion/maintenance des installations pour l'utilisation de l'eau	13

Chapitre 3 Conception des installations pour l'utilisation de l'eau

3.1 Petits ouvrages d'irrigation	16
3.1.1 Installation de prise d'eau	16
3.1.2 Canaux de distribution d'eau	22
3.1.3 Réservoir de stockage	29

Chapitre 4 Aménagement de champs irrigués

4.1 Sélection de l'emplacement des champs irrigués	34
4.2 Fixation de la taille des champs irrigués	34
4.3 Disposition des champs irrigués	35
4.4 Etude de l'orientation de l'affectation des parcelles	36
4.5 Aménagement des champs irrigués	36

Chapitre 5 Aménagement de rizières

5.1 Sélection de l'emplacement des rizières	38
5.2 Définition de la taille des rizières	38
5.3 Aménagement de rizières	39

Chapitre 6 Exploitation, gestion et maintenance des installations

6.1 Création d'un comité d'utilisateurs de l'eau	42
6.2 Répercussion de la volonté des habitants	42
6.2.1 Assurance de la durabilité	42
6.3 Gestion et Maintenance des installations etc.	44
6.3.1 Normalisation de la procédure de gestion et maintenance	44
6.3.2 Contrôle de la teneur des opérations	44
6.3.3 Exécution d'ensemble des mesures afférentes	44
6.3.4 Mesures de sécurité etc.	44
6.4 Prise en charge des frais	44
6.4.1 Estimation des frais requis	45
6.4.2 Gestion des frais	45
6.5 Instructions techniques initiales au démarrage de l'exploitation des installations	45

Chapitre 7 Annexes

7.1 Ordre de procédure d'aménagement des installations hydrauliques et sa position indiquée dans ce guide	46
---	----

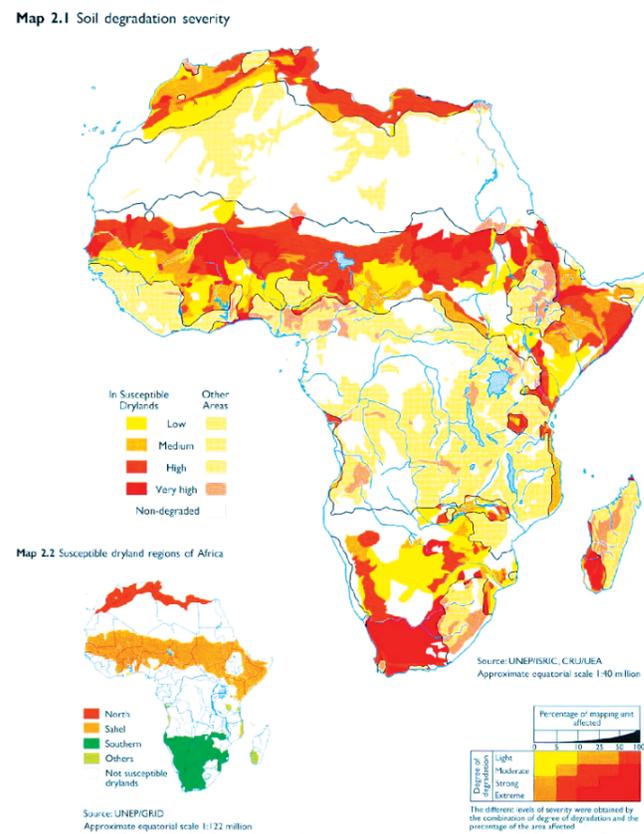
Chapitre 1 Synthèse

1.1 Contexte

Le Sahel, ligne la plus avancée de la désertification qui s'étend à la bordure sud du désert du Sahara, a jusqu'ici été principalement considéré sous l'aspect méthode de production avec agriculture et élevage, et utilisation des ressources forestières excessive pour la capacité de production de la nature. Ce type de méthode de production accroît la charge sur la capacité de production de la nature avec l'augmentation rapide de la population, et combinée avec la baisse de la capacité de production de la nature due à l'impact des sécheresses de ces dernières années, appauvrit le sol, diminue la capacité de rétablissement de la nature, réduit la végétation, l'ensemble formant un cycle qui accélère la progression de désertification.

Autrement dit, la baisse du rendement unitaire due à l'augmentation de la population et la baisse de la fertilité usurpe davantage la productivité des sols par la culture excessive inévitable sans laisser de période de jachère suffisante au sol. De plus, le pâturage extensif du bétail et la coupe désordonnée des arbres réduisent la végétation avec une énergie dépassant la capacité de rétablissement de la nature; ainsi, les terres ayant perdu leur fertilité et à végétation réduite sont abandonnées, et ayant perdu la capacité de rétablissement, courent à la désertification.

Fig. 1 (1) Etat de la dégradation des sols sur le continent Africain.



Source: Atlas mondial de la désertification, 2nde édition, 1997, ARNOLD 56p.

Par conséquent, la clé des mesures de lutte contre la désertification est de couper la chaîne de ce cercle vicieux, et comme dans le passé, le rôle principal doit être joué par les habitants eux-mêmes, qui continuent leurs activités de production sur place. Il faut, après avoir fait comprendre la situation actuelle et l'importance de ces mesures pour les ressources naturelles de leur région aux habitants de la région, leur demander leur collaboration pour augmenter l'efficacité des méthodes de production conventionnelles et la productivité unitaire, par réduction de la charge sur la productivité naturelle, l'amélioration de la productivité elle-même ou bien les deux à la fois.

Mais cette entreprise exige beaucoup de temps et de grands efforts, et comme les effets mettent du temps à apparaître, sa réalisation durable est difficile.

C'est pourquoi, une méthode efficace consiste à utiliser efficacement la plaine d'inondation des oueds (appelés cours d'eau saisonniers surtout en Afrique Occidentale. Ci-dessous appelés "oueds") et les autres ressources en eau jusqu'ici inutilisées ou peu utilisées par le biais de l'aménagement d'installations pour l'exploitation et l'utilisation des ressources en eau, et à combiner des mesures à effet très immédiat, comme l'introduction de nouvelles cultures à haut rendement, et à exécuter l'ensemble en bloc.

1.2 Objectif

La plaine d'inondation des oueds est plus fertile que les champs de mil sur les pentes plus élevées et plus riche en ressources en eau, mais peu ou pas utilisée actuellement. Son utilisation pour l'agriculture permettrait de décaler une partie de la pression sur l'agriculture, et aiderait à réduire la culture excessive sur les champs de mil par exemple. La vente de cette production assurerait un revenu en liquide, et contribuerait donc à stabiliser les moyens d'existence.

Pour assurer une agriculture à forte productivité dans la plaine d'inondation d'un oued, celle-ci doit être nivelée, utilisée pour la riziculture pendant la saison humide, et pour des cultures maraîchères pendant la saison sèche. Il est souhaitable que le nivellement et la mise en place d'installations dans la plaine d'inondation soient simples et bon marché pour que les habitants puissent l'entreprendre facilement.

S'appuyant sur les points précités, le présent guide, par le biais d'exemples d'aménagements des sols et de mise en place des installations pour utiliser les ressources en eau limitée du Sahel effectués par la JGRC en Afrique Occidentale (Niger, Burkina Faso et Mali) donne des explications concrètes, tenant compte de la marche à suivre pour l'étude, le projet, la conception et l'exécution et la maintenance, principalement sur les ouvrages d'irrigation de petite envergure pour la riziculture, la culture de décrue et les cultures maraîchères dans la plaine d'inondation d'un oued, et sur les ouvrages de source d'eau pour assurer l'eau potable pour le bétail, en vue de l'établissement de projets d'aménagements adaptés répondant aux particularités locales, et de leur réalisation.

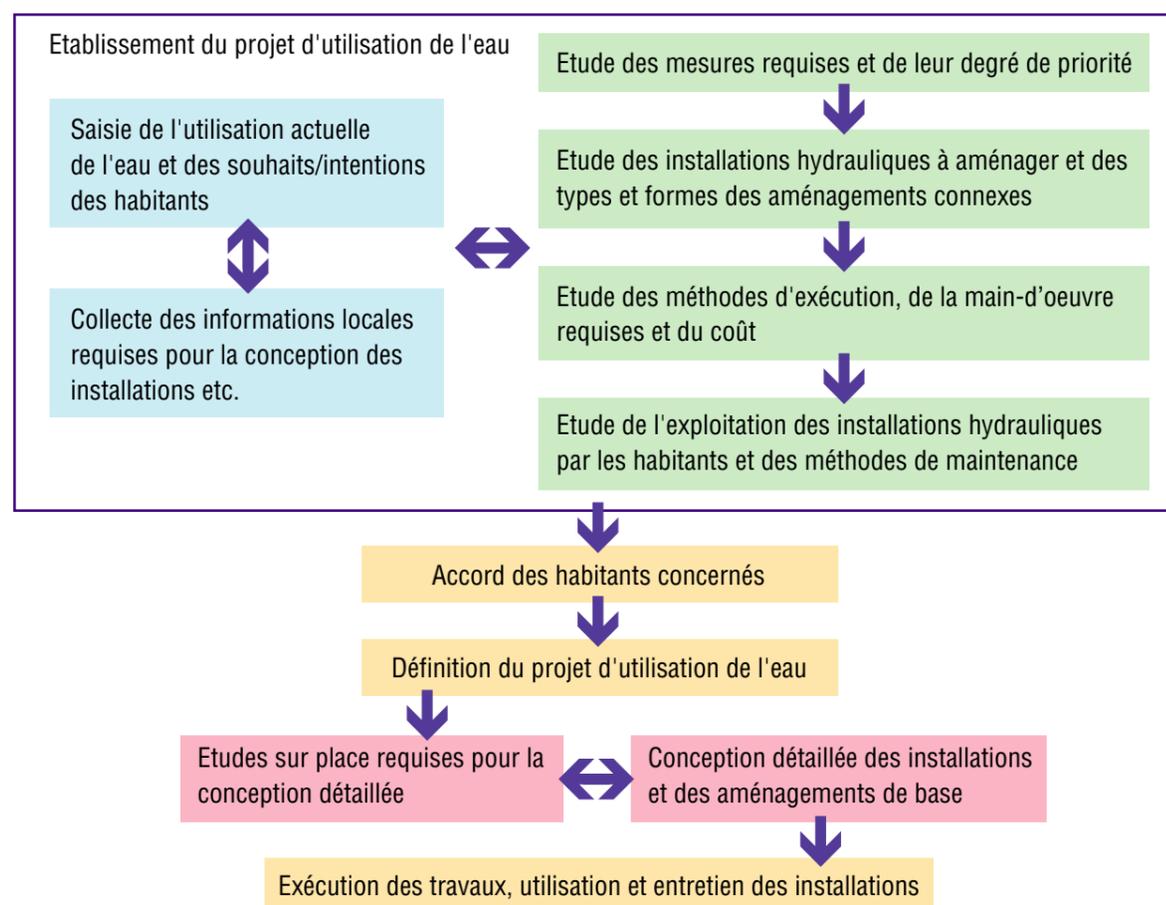
Chapitre 2 Etablissement d'un projet d'utilisation de l'eau

Au Sahel, le manque de ressources en eau constitue un élément de contrainte pour toutes les activités de production. Il est donc ordinaire que des installations hydrauliques soient aménagées sur la base des besoins locaux et mis en service. Mais l'aménagement hâtif sans tenir pleinement compte de la situation locale, uniquement parce qu'il y a des besoins et souhaits, ne permet pas toujours l'obtention d'installations efficaces. Par conséquent, il est essentiel de d'abord saisir la situation réelle sur place, et d'établir un projet adapté permettant d'obtenir des installations facilement utilisables par les habitants pour l'aménagement d'installations hydrauliques.

C'est pourquoi, présupposant l'exploitation des ressources en eau utilisables, le projet d'utilisation de l'eau, permettra la sélection des types d'installations hydrauliques les mieux adaptés après mise au clair des objectifs et méthodes d'utilisation, et la définition de la conception et de l'aménagement corrects, et de la gestion adaptée des installations aménagées.

L'établissement du projet d'utilisation de l'eau est lié au Projet d'exploitation des ressources en eau, et la cohérence avec le Plan agricole, le Plan d'élevage et le Plan de boisement doit aussi être considérée. Il sera défini selon la procédure indiquée sur l'organigramme ci-dessous.

Fig. 2.(1) Organigramme de l'établissement du projet d'utilisation de l'eau jusqu'à son exécution



2.1 Exécution d'une étude sur place

L'étude sur place sera réalisée pour saisir la situation locale réelle, définir la forme, la structure et la taille rationnelles des installations hydrauliques, et collecter les informations de base nécessaires à l'exécution de l'aménagement convenable et à la gestion.

Les rubriques à étudier pour l'établissement du projet d'utilisation de l'eau chevauchant presque toutes les études requises pour l'établissement du projet d'exploitation des ressources en eau, on se limitera ici principalement aux rubriques d'étude concernant l'aménagement et la gestion des installations hydrauliques.

Les rubriques d'étude seront définies par sélection selon les objectifs d'utilisation, et des exemples sont donnés ci-dessous pour les rubriques d'étude de base jugées nécessaires pour l'étude des projets d'aménagement d'installations hydrauliques. Dans chaque étude, le contexte local social et religieux de l'utilisation de l'eau sera respecté.

2.1.1 Saisie des objectifs d'utilisation de l'eau

Les problèmes liés à l'eau sont souvent variés dans cette zone; comme il est ordinairement difficile de les régler tous, les problèmes seront abordés dans leur ordre d'urgence. Il faudra donc saisir les objectifs d'utilisation de l'eau à forte priorité, ainsi que les souhaits et intentions des habitants pour ces objectifs afin de contribuer à l'étude de la teneur des installations hydrauliques nécessaires à aménager et des règles d'utilisation de l'eau.

Les ressources en eau sont la base de toutes les activités de production, l'eau est donc utilisée dans divers objectifs dans le Sahel, pauvre en ressources en eau, et la présente étude des objectifs d'utilisation de l'eau concernera la conception d'installations adaptées conformes aux objectifs d'utilisation.

Autrement dit, il n'est pas très négatif de creuser beaucoup de forages avec motopompe pour abreuver les moutons, mais n'est pas aussi efficace parce que trop coûteux. De plus, si un potager pour la culture maraîchère pendant la saison sèche est placé très loin de la source d'eau, le transport de l'eau sera trop épuisant, ce qui rendra la culture durable difficile. Pour assurer l'utilisation efficace et rationnelle des précieuses ressources en eaux, il faut donc réfléchir à la forme et la taille des installations, en tenant compte des particularités locales, telles qu'objectifs et méthodes d'utilisation de l'eau, relief etc. Pour cela, il faut mettre au clair les objectifs d'utilisation de l'eau avant d'étudier la forme des installations hydrauliques.

On appelle ici "objectifs d'utilisation de l'eau" les principaux objectifs d'utilisation de l'eau à prendre en compte pour la définition du projet d'aménagement d'installations etc., cela ne signifie pas qu'on essaie de limiter les objectifs d'utilisation réels des habitants. Il faudra donc considérer l'élargissement futur des objectifs d'utilisation pour l'aménagement des installations réelles.

A titre de référence, le Tableau 2.(1) indique les types des installations hydrauliques aménagés au cours de l'étude JGRC et leurs principaux objectifs d'utilisation, mais les diverses utilisations réelles sur place ne se limitent pas à celles-ci.

Le Tableau 2.(2) donne l'exemple de combinaisons générales des types de sources d'eau et des principales utilisations.

Tableau 2.(1) Installations d'utilisations des ressources en eau aménagées lors de l'Etude JGRC et principaux objectifs d'utilisation

Types de source d'eau et d'installation	Nbre	Principaux objectifs d'utilisation
Mini-barrage	2	Riziculture pendant la saison humide aux environs du réservoir de stockage, cultures maraîchères de décrue pendant la saison sèche
Aménagement de mares existantes	2	Abreuvoirs pour le bétail, eau d'irrigation pour les cultures maraîchères et pépinières
Création de nouvelles mares	1	Abreuvoirs pour le bétail
Réhabilitation de puits existants	6	Eau pour les besoins quotidiens
Construction de nouveaux puits (dont aménagement de système de distribution d'eau)	23(3)	Eau pour les besoins quotidiens, eau d'irrigation pour les cultures maraîchères et pépinières

Tableau 2.(2) Combinaisons ordinaires de types de sources d'eau et des principaux objectifs d'utilisation

Source d'eau	Particularités	Principaux objectifs d'utilisation	Méthodes d'utilisation, contenu
Mini-barrage	Une digue est construite en travers de l'oued pour intercepter son cours, et stocker l'eau s'écoulant. Une plaine d'inondation humide apparaît suite à la diminution du niveau d'eau aux environs de la partie entre la surface de l'eau stockée et le sol actuel.	Rizière dans la plaine d'inondation	La partie gué en bordure de la zone de stockage d'eau est aménagée en rizières, et la riziculture est pratiquée pendant la saison humide.
		Culture à économie d'eau	Après la fin de la saison humide, des potagers sont aménagés en suivant les traces du sol humide apparaissant avec la baisse du niveau d'eau stockée.
		Source d'eau pour l'irrigation	L'eau stockée est puisée avec des pompes etc. et sert d'eau d'irrigation pour les potagers aménagés aux environs pendant la saison sèche.
		Abreuvoirs pour le bétail	Le bétail vient s'abreuver aux réservoirs de stockage d'eau.
Mares	Dans les cuvettes des terres basses où l'eau s'accumule pendant la saison humide, et les anciennes bancotières, le sol est creusé, les pentes sont modelées, un talus est construit sur les bords etc. pour augmenter la capacité de stockage d'eau, prolonger la période de stockage et l'utiliser l'eau pendant la saison sèche.	Source d'eau pour l'irrigation	L'eau stockée est puisée avec des pompes etc. ou bien des canaux d'amenée d'eau sont creusés à partir du réservoir de stockage, pour alimenter en eau les environs et permettre la riziculture et les cultures maraîchères.
		Abreuvoirs pour le bétail	Le réservoir de stockage également sert à l'alimentation en eau du bétail. Les mesures pour éviter la destruction des digues et pentes au passage du bétail et des mesures pour permettre l'accès à l'eau du bétail en toute sécurité sont requises.
Puits	Une étude adaptée préalable permettra de les utiliser comme source d'eau relativement stable. Si le niveau de la surface des eaux souterraines est profond, ou si l'on prévoit que plusieurs utilisateurs se présenteront aux mêmes heures, etc. des installations de pompage et distribution d'eau pourront être étudiées.	Source d'eau pour l'irrigation	Comme le pompage exige des efforts, l'eau est utilisée comme eau d'irrigation pour des cultures exigeant relativement peu d'eau comme les légumes. Si plusieurs agriculteurs utilisent un même puits, l'introduction d'une installation de pompage, tel que motopompe, ou bien d'un système de canaux de distributions avec tuyaux de transport d'eau et réservoir de distribution permettra de réduire les pertes d'eau et d'augmenter l'efficacité du travail.

2.1.2 Saisie du volume d'eau consommé par objectif d'utilisation

Une étude des conditions de base nécessaires en fonction des objectifs d'utilisation respectifs sera faite pour saisir la consommation d'eau à prévoir et estimer la portée et la période d'alimentation en eau en fonction des capacités d'alimentation des sources d'eau à développer.

1) Eau pour le bétail

Le nombre de têtes par espèce de bétail élevé dans les environs doit être saisi pour estimer le volume d'eau consommé par le bétail et fixer la portée de l'alimentation en eau tels que les villages concernés etc..

S'il faut tenir compte des nomades, on pourra prévoir des abreuvoirs pour ce bétail en transhumance, pour éviter les dégâts dus à sa pénétration désordonnée sur les terres agricoles etc. et faire l'étude en tenant compte du nombre de têtes et des chemins de transhumance. Il sera difficile d'obtenir des informations précises parce que le nombre de têtes de bétail en transhumance et leur itinéraire varient tous les ans en fonction des précipitations et de l'état de la végétation, mais une enquête par interview auprès des habitants permettra une approximation du nombre de têtes et des tendances pour leur itinéraire.

Si un plan de base pour le développement d'élevage est établi en parallèle avec le présent projet d'utilisation de l'eau pour la zone concernée, on utilisera dans le projet un nombre de têtes basé sur le contenu du plan de base.

Voir les guides séparés "Guide technique de l'établissement du projet des mesures de lutte contre la désertification" et "Guide technique de l'élevage" pour les points à prendre en compte pour assurer la cohérence entre la méthode d'étude du nombre de têtes de bétail et le plan de base pour le développement d'élevage.

Le volume d'eau potable sera calculé en fonction du nombre de têtes de bétail ainsi saisi. Le volume d'eau standard utilisé va de 20 à 60 l/tête/jour selon l'espèce de bétail et sa taille, et des valeurs pertinentes seront adoptées en tenant compte des projets antérieurs réalisés dans la zone concernée.

A titre de référence, le Tableau 2.(3) donne l'exemple de calcul du volume d'eau pour le bétail de la mare de Koba au Mali, aménagé par JGRC.

Tableau 2.(3) Exemple de calcul de la période de stockage de la mare aménagée pour l'alimentation en eau du bétail et comme source d'eau pour l'irrigation

Rubrique	Description			
	Village A	Village B	Village C	Bétail transhumant
Objet de l'alimentation en eau				
Nbre total de têtes concernées	Grand bétail: 659 têtes/petit bétail: 597 têtes			
Grand bétail: bovins/asins/équins	65+25+6=96	169+32+2=203	112+20+8=140	173+39+8=220
Petit bétail: ovins/caprins	60+42=102	161+184=345	80+70=150	—
Volume d'eau pour le bétail [Réf.: conversion en UBT]	659×40 l/jour+(597÷5)×40 l/jour=31.136 l/jour [[bovins/équins (65+169+112+173+6+2+8+8)×0,7+asins (25+32+20+39)×0,5+ovins/caprins(102+345+150)×0,12=510] 510 UBT×60 l/jour=30.584 l/j]			
Volume d'eau d'irrigation de pépinière	Surface irriguée 40×30 m : 320 l/jour			
Volume d'évaporation/ infiltration moyen	4 mm/jour×10.875 m²+5 mm/jour×9.800 m²=92.500 l/jour			
Période d'alimentation possible	10.883.000 l÷(31.136+320+92.500) l/jour=env. 3 mois			

UBT (unité de bétail tropical) : Unité standard 1 UBT est une tête de bétail de 250 kg. On a appliqué pour la zone concernée les équivalences suivantes : [bovin : 0,7 UBT], [ovin: 0,12 UBT], [Asin: 0,5 UBT]

Volume d'évaporation/ infiltration moyen: Pour la conception de la mare de Koba, la valeur moyenne observée en septembre 1998, de 4 mm, a été utilisée pour l'évaporation moyenne, et la valeur de 5 mm, mesurée en jugeant de l'état du sol pour le volume d'infiltration. Voir 2.1.2.3) ci-après pour le volume d'évaporation, le volume d'infiltration et les valeurs moyennes.

2) Eau pour l'irrigation

Les intentions des habitants de la zone concernée seront saisies quant au nombre de fermes souhaitant cultiver des légumes etc. sur de nouveaux champs irrigués, la surface souhaitée, les cultures prévues, l'accord pour la prise en charge des frais d'exploitation.

En cas d'aménagement de champs irrigués, la capacité d'alimentation des ressources en eau etc. limite souvent la surface de culture et le nombre de fermes participantes, les résultats de ces études seront des informations importantes pour ① l'ajustement de la surface cultivée par ferme et ② la limitation du nombre de fermiers participants.

Si les mares et mini-barrages sont les sources d'eau, comme en dehors des cultures maraîchères irriguées, la culture à économie d'eau et la riziculture sur la plaine d'inondation de l'oued sont aussi possibles, cela servira de matériau d'étude lors des discussions pour fixer les surfaces et emplacements de culture qui seront distribués entre les fermes selon le type de culture souhaitée.

Ces résultats d'étude et d'enquête seront nécessaires pour fixer les normes des installations en cas de planification du système de distribution d'eau indiqué plus loin.

De plus, si ces études montrent une marge pour la fourniture d'eau, l'extension de la portée d'utilisation pourra être étudiée si nécessaire.

3) Perte d'eau par stockage

L'eau stockée en surface dans les mini-barrages et mares est utilisée pour l'alimentation du bétail et l'irrigation, mais des volumes importants sont aussi perdus par "évaporation en surface + infiltration dans le sol". C'est pourquoi ces pertes d'eau doivent être prises en compte en tant que volume d'eau stockée consommée.

Ces pertes d'eau étant influencées par le relief et les conditions climatiques etc., il est souhaitable de mesurer le coefficient d'infiltration du sol et le volume d'évaporation pendant la saison sèche. Les observations réalisées lors de l'étude JGRC etc. ont montré un total d'environ 10 - 15 mm/jour ^(*) pour les deux. Par conséquent la profondeur des mares du projet sera obtenue approximativement par [10-15 mm/jour × nombre de jours de stockage du projet]. De plus, [profondeur de la mare ÷ 10-15 mm/jour] servira de référence pour le nombre de jours de stockage.

La perte d'eau par évaporation en surface s'obtient par [surface du plan d'eau en surface × vitesse d'évaporation], et la perte par infiltration dans le sol par [surface de la pente du sol en contact avec l'eau stockée × vitesse d'infiltration], mais en réalité, les deux éléments suivants sont pratiquement égaux: [surface de la pente du sol en contact avec l'eau stockée est presque égale à la surface du plan d'eau en surface].

(*1) ① Etude de développement des techniques pour la lutte contre la désertification (JGRC, rapport d'étude de 1997)

Point d'observation: village de Magou au Niger

Période d'observation	Vitesse d'évaporation	Vitesse d'infiltration
Oct.- Déc. 95	6,0 mm/jour	8,9 mm/jour
Juin - Sep. 97	5,1 – 6,9 mm/jour	–
Oct.- Nov. 97	8,9 mm/jour	7,5 mm/jour

② Etude pour la mise en place d'installations de vérification de projets modèles pour la lutte contre la désertification (Agence de l'Environnement, Japon, rapport de 1999)

Point d'observation: Village de Naré, Burkina Faso

Evaporation mensuelle moyenne 94-96: septembre 162,6 mm (5,4 mm/jour), octobre 230,1 mm (7,4 mm/jour)

2.1.3 Saisie de l'état des installations de source d'eau

Le volume d'eau stockée dans les installations hydrauliques, la période de stockage et l'état de la zone environnante seront étudiés en vue de l'aménagement des installations prévues et de la vérification des possibilités qu'elles laissent espérer.

1) Mini-barrage

(1) Saisie des différents droits existants dans la zone de stockage d'eau

Les possibilités d'utilisation de la zone de stockage d'eau doivent être vérifiées en cas de riziculture et de culture maraîchère à économie d'eau de légumes dans la zone de stockage d'eau nouvellement, créée par construction du mini-barrage. Autrement dit, la création d'un réservoir de stockage d'eau signifie l'inondation de zones de terres existantes, et des limitations possibles à l'utilisation des sols d'autrefois. C'est pourquoi les points ci-dessous seront étudiés pour obtenir les informations de base requises pour l'ajustement des droits etc.

- ① Confirmation de l'existence d'une zone inondée (dans le terroir de quel hameau sera-t-elle incluse?)
- ② Saisie de conditions d'utilisation des sols dans ladite zone inondée
- ③ Saisie de l'existence ou non de droit de culture, droits d'utilisation, droits de propriété dans ladite zone, et des détenteurs de ces droits

(2) Saisie du relief de la zone de stockage d'eau

Le relief de la zone de stockage d'eau et les variations de surface de l'eau stockée, ainsi que la variation des niveaux d'eau en découlant seront étudiés par des levés topographiques et cartes planimétriques (échelle 1/500 - 1/2.500 environ) pour établir les points suivants.

a) Sélection des sites pour la riziculture dans la plaine d'inondation et pour la culture de décrue

Identifier grâce aux documents topographiques précités et à des études de terrain les emplacements et les superficies des terres potentiellement utilisables pour la riziculture en plaine d'inondation ou la culture de décrue, et sélectionner les emplacements permettant une utilisation optimale.

Une pente douce, une forte humidité avec la baisse du niveau d'eau, et un emplacement suffisamment proche

du lieu d'habitation de l'exploitant permettant un accès sont souhaitables pour l'implantation de sites de culture de décrue. En particulier pour la riziculture dans la plaine d'inondation, plus la pente est douce, plus la création de rizière est facile.

b) Sélection du site de prise d'eau pour l'irrigation

Un emplacement à variation du bord de l'eau faible avec les variations de niveau d'eau est souhaitable pour le puisage de l'eau d'irrigation dans le réservoir de stockage ou pour l'installation de la station de pompage. Autrement dit, s'il faut déplacer la motopompe ou refaire les connexions de tuyaux de distribution chaque fois que le niveau d'eau change, la gestion de l'eau deviendra complexe, ce qui risque d'augmenter les pertes par envoi d'eau. C'est pourquoi un emplacement facile d'accès même à niveau d'eau maximum doit être choisi les tuyaux d'envoi et d'aspiration d'eau.

Si nécessaire, un emplacement adapté pour le creusement d'un réservoir temporaire peut aussi être sélectionné comme le montre la photo ci-dessous.



Réservoir temporaire placé dans un coin de la plaine d'inondation

L'eau écoulee du flux principal à niveau d'eau élevé reste en tant que petit réservoir après la baisse du niveau d'eau du flux principal.

c) Vérification de la période d'alimentation en eau stockée

Comme le montre l'exemple ci-dessous, la relation entre le niveau d'eau stockée et le volume d'eau stockée peut être obtenue approximativement par mesure sur la carte planimétrique de la "surface entourée par des courbes de niveau".

L'évaporation d'eau indiquée en 2.1.2.3) peut aussi être calculée à partir de la "surface entourée par des courbes de niveau" mesurée ici.

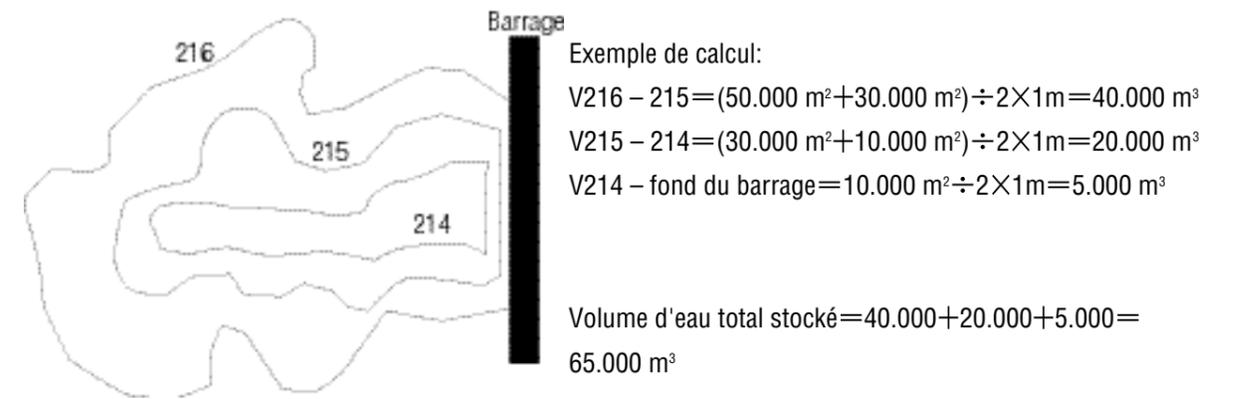
Exemple: Volume d'eau stockée entre une élévation de 216-215 m = {(surface entourée par la courbe de niveau de 216 m + surface entourée par la courbe de niveau de 215 m) ÷ 2} × (intervalle des courbes de niveau: dans ce cas 1 m)

Volume d'eau stockée entre une élévation de 215-214 m = {(surface entourée par la courbe de niveau de 215 m + surface entourée par la courbe de niveau de 214 m) ÷ 2} × (intervalle des courbes de niveau)

Volume d'eau stockée entre une élévation de 214 m et le fond du barrage = (surface entourée par la courbe de niveau de 214 m ÷ 2) × (intervalle des courbes de niveau)

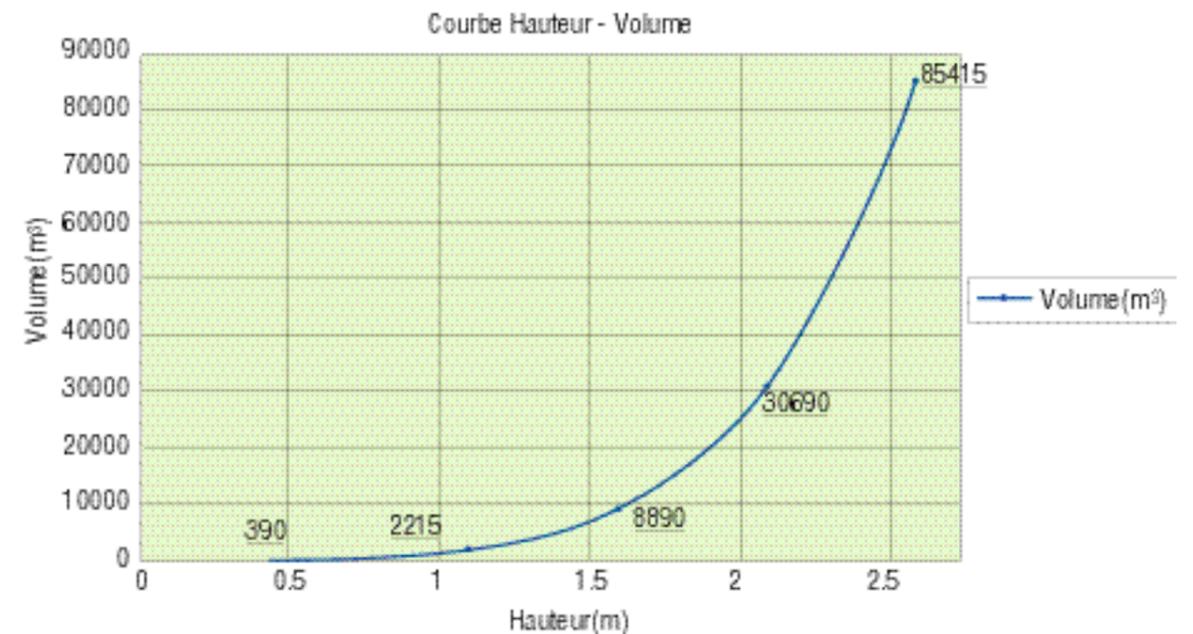
Volume d'eau total stockée = (le total des valeurs obtenues dans les calculs ci-dessus)

Fig. 2.(2) Exemple de calcul de volume d'eau stockée



S'il est nécessaire de saisir très précisément la relation entre le volume d'eau et la modification du niveau d'eau, la vue en coupe de la zone de stockage établie à partir de levés topographiques et de la carte planimétrique existante (échelle 1/500 - 1/2.500 environ) pourra être utilisée pour obtenir les surfaces transversales d'eau stockée par changement du niveau d'eau de 10 - 20 cm, et un graphe indiquant la relation entre le volume d'eau stockée et le niveau d'eau peut être tracé (courbe hauteur - volume).

Fig. 2.(3) Exemple de courbe hauteur-volume (barrage de Mago dans le village de Magou au Niger)



Source : JGRC, Barrage de MAGOU Projet d'Exécution, Décembre 1997

La période possible d'alimentation en eau avec l'eau disponible peut être estimée sur la base du volume d'eau stockée et de la consommation d'eau prévue, ce qui peut contribuer à la sélection des produits à cultiver et la définition de la saison de plantation.

d) Abreuvoir pour le bétail

On adaptera le degré de la pente et la dureté du sol de façon à permettre un accès en toute sécurité des animaux à l'eau. La relation positionnelle de ce passage et des terres cultivées sera prise en compte pour éviter que le passage du bétail affecte les zones cultivées aux alentours.

2) Mares

(1) Confirmation de l'état des environs de la mare

Au cas où l'eau stockée dans la mare serait utilisée comme eau d'irrigation, si la distance entre la zone de culture et la source d'eau est importante, le travail de puisage et transport d'eau augmentera, et les frais d'installation d'ouvrages de distribution d'eau s'accumuleront; c'est pourquoi, il faut vérifier la possibilité d'acquérir des terres pour l'irrigation aux environs de la mare.

(2) Confirmation de la capacité d'eau stockée

La capacité d'eau stockée dans la mare et la période de stockage peuvent être obtenues à partir des résultats du projet d'exploitation des ressources en eau etc.. La période de stockage possible peut être calculée pour l'eau d'irrigation et l'eau d'alimentation du bétail sur la base de la relation entre la profondeur d'eau et le volume de stockage (voir la méthode de calcul au paragraphe mini-barrage).

3) Puits

(1) Etude concernant la méthode de pompage

Le volume d'eau utilisée, la profondeur jusqu'à la surface de l'eau, la méthode d'utilisation etc. doivent être saisis après la sélection de la méthode de pompage (pompe manuelle, seau de puits, motopompe etc.) pour définir les normes d'équipement.

Le volume d'eau utilisée et la profondeur jusqu'à la surface peuvent être obtenus à partir des résultats des essais du "Projet d'exploitation des ressources en eau", mais, un écart apparaît et des révisions de la méthode de pompage et des installations d'utilisation d'eau sont nécessaires si la période d'exécution des essais est différente de la période d'utilisation réelle de l'eau; c'est pourquoi il est souhaitable de révéifier sur place les résultats de ces essais avant la prise de la décision finale sur la méthode de pompage.

(2) Distance et relief entre le puits et la zone prévue pour les champs irrigués

Si un puits est utilisé comme source d'eau d'irrigation, il faudra vérifier sur place la relation de position avec la zone prévue pour les champs irrigués et les conditions topographiques etc. pour étudier le degré de difficulté des travaux de transport d'eau et le tracé idéal pour les tuyaux de distribution.

2.2 Sélection du plan d'utilisation de l'eau

Le plan d'utilisation de l'eau sera défini après classement des résultats des différentes études du paragraphe précédent, pour aider à la définition des règles d'utilisation de l'eau adaptées, à l'aménagement d'installations adéquates et à leur gestion/maintenance.

Des explications seront largement données aux habitants concernés pour vérifier que la teneur du projet répercute bien leurs intentions et correspond à la situation sur place, et les révisions nécessaires seront effectuées sur cette base.

2.2.1 Mise au clair du volume d'exploitation des ressources en eau et du volume utilisable

La mise au clair du volume d'exploitation des ressources en eau et du volume utilisable permettra aux habitants concernés de réaliser l'importance de la gestion de l'eau, et évitera les gaspillages et les utilisations égocentriques.

La mise au clair du volume des ressources en eau etc. ne se fera pas simplement sous la forme d'un volume total numérique, mais sous une forme concrète combinant unité d'utilisation concrète et période, par exemple "volume permettant d'alimenter X mois X têtes de bétail" "culture possible pendant X mois maximum en irriguant avec X seaux d'eau par jour un champ de XX m²", pour faciliter la compréhension des habitants.

2.2.2 Objectifs d'utilisation de l'eau

Les objectifs d'utilisation de l'eau du projet seront mis au clair, et les règles d'utilisation seront exhaustivement expliquées aux habitants pour assurer leur respect.

2.2.3 Plage des utilisateurs de l'eau

La plage des utilisateurs des ressources en eau exploitées sera mise au clair, ce qui contribuera à la prise de conscience de leur responsabilité des habitants en vue de la réalisation de l'aménagement d'installation adéquate et à leur gestion/maintenance.

Le traitement des non-utilisateurs sera défini en concertation avec les habitants de la zone, en respectant le contexte social et religieux local concernant l'utilisation de l'eau.

2.2.4 Projet d'aménagement d'installations pour l'utilisation de l'eau

Les installations devant être aménagées seront planifiées et conçues en se référant à la démarche indiquée à partir du chapitre suivant, et leur structure, dimension, forme standard, emplacement et méthode d'exécution seront mises au clair. La prise en charge requise pour l'exécution (fonds à fournir), la portée des travaux à effectuer avec participation des habitants, et la période des travaux seront aussi définies.

2.2.5 Projet de gestion/maintenance des installations pour l'utilisation de l'eau

Les points nécessaires concernant la maintenance des installations aménagées comme la teneur et les méthodes de la gestion quotidienne, les mesures à prendre en cas d'anomalie, les mesures à prendre si des réparations sont nécessaires, la prise en charge des frais de réparation etc. seront mis au clair.

Les points à définir pour la gestion/maintenance varient selon le type et la taille des installations, et les particularités régionales; par exemple, des points de base comme les suivants seront définis préalablement sur la base de la volonté des habitants: ① affectation d'un superviseur de l'installation, ② nombre d'opérateurs de pompes et leur salaire, ③ démarche à suivre lors de la découverte d'un dégât etc. sur l'installation, ④ méthode de réparation par la manière participative, ⑤ méthode de prise en charge des frais etc.

De plus, les points à fixer pour l'utilisation quotidienne de l'installation sont comme suit: ① rubriques et procédure de l'inspection de la pompe avant le démarrage, ② temps de fonctionnement de la pompe, ③ volume d'eau d'irrigation par champ irrigué, ④ durée des travaux d'irrigation, ⑤ méthode de stockage des équipements et outils, et responsable.

Il n'y a pas de gestion/maintenance pour le mini-barrage et la mare mêmes, mais pour maintenir le volume d'eau stockée et éviter l'accumulation de sable dans le réservoir de stockage, des mesures d'ensemble contre le sable de l'oued dans la zone d'écoulement en arrière-plan et pour la conservation des terres agricoles sont requises, et seront prises en compte pour l'établissement du projet de gestion/maintenance.

Chapitre 3 Conception des installations pour l'utilisation de l'eau

Voici un exemple de démarche pour définir concrètement la structure et la taille, et la méthode d'exécution en s'appuyant sur les types et formes des installations d'utilisation de l'eau sélectionnées sur la base des résultats de l'étude sur place.

La conception des installations pour l'utilisation de l'eau, s'appuyant sur le niveau économique et technique local, devra prendre en compte le côté non onéreux et simple de l'investissement dans les installations et de la maintenance. Autrement dit, la structure des équipements doit rendre possible l'utilisation de matériaux disponibles sur place, à un prix peu élevé mais possédant les qualités requises, ainsi qu'une utilisation et une gestion/maintenance d'un niveau technique adapté aux populations qui vont les utiliser réellement.

3.1 Petits ouvrages d'irrigation

3.1.1 Installation de prise d'eau

L'installation de prise/pompage d'eau est une installation fournissant tout en contrôlant le volume d'eau d'irrigation requis à partir de la source d'eau; on sélectionnera donc un équipement adéquat, adapté au type de source d'eau, à la différence de hauteur entre le niveau d'eau et le sol, à la quantité d'eau disponible, et aux prévisions de consommation d'eau, en se référant aux critères de jugement suivants :

Si le niveau d'eau de la source d'eau est plus élevé que le sol destinataire de l'eau pompée, par exemple champs, il est possible d'installer une vanne et un canal et d'acheminer l'eau gravitairement; le niveau d'eau de la source est généralement plus bas, et un dispositif de pompage est nécessaire.

Si la source d'eau est un puits, et si le volume d'eau utilisé est faible et que la profondeur jusqu'à la surface de l'eau est petite, le pompage se fait souvent par pompe manuelle ou seau de puits; si la profondeur jusqu'à la surface de l'eau est grande, un seau de puits est souvent utilisé. Il existe des pompes manuelles permettant de pomper jusqu'à 50 m environ, mais elles sont relativement chères.

Par ailleurs, si le volume d'eau utilisé est important, une motopompe est souvent employée; si la profondeur jusqu'à la surface de l'eau est petite, une pompe à turbulence est généralement employée, si elle est grande, une pompe immergée.

La puissance motrice pour la pompe est fournie par un groupe électrogène ou l'électricité; dans le cas d'un groupe électrogène, il faut tenir compte de la disponibilité du carburant et du lubrifiant (distance jusqu'au revendeur etc.). Pour l'électricité, il y a peu de villages ruraux alimentés en électricité commerciale, il faudra donc recourir à des panneaux solaires ou d'un générateur d'électricité. La plupart des pompes immergées sont électriques.

Dans cette région où le vent est relativement fort, une pompe éolienne est aussi utilisable, il faudra donc étudier la question sur la base des données d'observation éoliennes locales collectées.

Pour la sélection des dispositifs mécaniques tels que motopompe ou pompe manuelle, il faut considérer des mesures contre en prévision des problèmes qui se poseront après la mise en utilisation, prendre en compte ① la disponibilité des pièces consommables et des pièces de rechange, ② l'existence aux environs d'un technicien capable d'effectuer la réparation en cas de panne etc.

Le Tableau 3.(1) montre la relation générale entre la méthode de pompage, le volume d'eau utilisable de

pompage après le démarrage et la profondeur jusqu'à la surface de l'eau.

Tableau 3.(1) Niveau de la source d'eau, volume utilisé et méthode de pompage adoptée

Profondeur de la surface de l'eau à partir du sol	Volume d'eau utilisable de pompage	Méthode de pompage
Petite (moins de 6 m env.)	Faible (moins de 10 - 20 l/min. env.)	Seau de puits, pompe manuelle
	Important (plus de 20 l/min. env.)	Motopompe, pompe éolienne
Moyenne (quelques m à 20 m env.)	Faible (moins de 10 - 20 l/min. env.)	Seau de puits, pompe manuelle
	Important (plus de 20 l/min. env.)	Pompe immergée, pompe éolienne
Grande (plus de 20 m env.)	Faible (moins de 10 - 30 l/min. env.)	Seau de puits, pompe manuelle pour forage, pompe éolienne
	Important (plus de 20 l/min. env.)	Pompe immergée

1) Pompe manuelle

La pompe manuelle permet de pomper l'eau dont la surface se trouve jusqu'environ 20 m au-dessous de la surface du sol, et sa capacité de pompage est de 10 à 20 l/min. Selon la profondeur du niveau d'eau et le diamètre du tube de pompage, il existe aussi des pompes permettant de pomper jusqu'à 30 - 50 m, mais elles sont chères.

2) Pompe éolienne

La pompe éolienne présentant des problèmes de fourniture de combustible/lubrifiant pour le moteur et d'assurance d'électricité, la possibilité de son utilisation sera jugée à partir du calcul de la vitesse moyenne du vent à partir des données d'observation éolienne locales.

La capacité de pompage dépend de la force locale du vent et du diamètre du tuyau de pompage, mais le pompage d'un forage de plus de 5 à plus de 100 m de profondeur est possible. Toutefois, le volume pompé diminue à mesure que le niveau d'eau souterraine devient profond. La capacité de pompage d'une pompe éolienne étant instable, l'installation est généralement combinée à un réservoir de 10 à plusieurs dizaines de m³ permettant le stockage de l'eau pompée.

Comme la valeur de vitesse du vent moyenne maximale applicable varie selon les fabricants et le type de moulin à vent, 2 - 3 m/sec. sert de référence.

La relation entre la force du vent, le volume pompé et la profondeur de relevage varient aussi selon le moulin à vent de chaque fabricant et les propriétés de la pompe. Voici un exemple à titre de référence.

Tableau 3.(2) Exemple de capacité de pompage par vitesse du vent de la pompe éolienne

Modèle: Dutch Delta 16

Diamètre du moulin à vent env. 5 m

Nbre de pales: 32

Plage de vitesses du vent de

fonctionnement: 3 m/sec. - 10 m/sec,

(activation d'un dispositif de contrôle de la rotation au-dessus de 10 m/sec.)



Dutch delta 16 (Hauteur de relevage max. et volume de pompage à vitesse du vent de 10 m/sec.)		
Hauteur de relevage max.	Diamètre du tube de pompage adapté	Volume max. pompé
6 m	9,5 pouce	241 l/min.
9 m	8 pouce	171 l/min.
16 m	6 pouce	96 l/min.
24 m	5 pouce	67 l/min.
29 m	4,5 pouce	54 l/min.
37 m	4 pouce	43 l/min.
49 m	3,5 pouce	33 l/min.
79 m	2,75 pouce	10 l/min.

Source : SETRA co., Bamako, Mali

3) Motopompe

La puissance et la norme nécessaires et le type de motopompe sont définis à partir du volume de pompage, de la hauteur d'aspiration, de la hauteur de refoulement et de diverses hauteurs de pertes.

(1) Volume de pompage

En cas d'eau stockée à la surface, le volume de pompage unitaire est obtenu à partir du volume prévu pour la consommation, par exemple, pour irriguer de 10 mm par jour des terres cultivées de 1 ha,

$$\text{Volume d'eau total} = 10.000 \text{ m}^2 \times 0,01 \text{ m/jour} = 100 \text{ m}^3 / \text{jour}$$

En supposant des opérations d'irrigation pendant 4 heures:

$$\text{Volume de pompage unitaire} = 100 \text{ m}^3 \div (4 \text{ h} \times 60 \text{ min./h}) = 417 \text{ l/min.}$$

Si un puits sert de source d'eau, le volume de pompage unitaire obtenu aux essais de pompage est utilisé, mais comme selon la période de mesure, la valeur réelle peut être différente, il est souhaitable de vérifier en

effectuant un nouvel essai de pompage simple.

<<Essai de pompage simple>>

- ① Equipement requis: Piézomètre (ruban indicateur avec électrode), pompe transportable, indicateur horaire, indicateur de volume ou bidon/réservoir dont la capacité est connue
- ② Mesurer le niveau d'eau équilibré du puits avec le piézomètre.
- ③ Fixer la pointe du piézomètre au niveau d'eau équilibré, pomper avec la pompe, arrêter la pompe quand un volume donné est pompé (ex. quand le bidon est plein) et commencer à mesurer le temps.
- ④ Laisser tel quel, mesurer le temps requis jusqu'à ce que le piézomètre réagisse quand le niveau d'eau revient au niveau d'eau stable.
- ⑤ Si aucun indicateur de volume tel que bidon n'est disponible, après la mesure de ②, pomper, mesurer la baisse du niveau d'eau avec le piézomètre, calculer le volume de pompage (Q) à partir de la surface transversale du trou et de la baisse de niveau, et mesurer le temps requis jusqu'au rétablissement du niveau équilibré à partir de l'arrêt du pompage.

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \pi$$
 (: rapport de la circonférence au diamètre 3,14, D : diamètre du trou, H : baisse du niveau d'eau)
- ⑥ La valeur de calcul ainsi obtenue permet de calculer le volume de pompage unitaire par [Volume de pompage Q (l) ÷ temps écoulé (min.)].

(2) Hauteur d'aspiration

La hauteur entre la surface de l'eau et la base d'installation de la pompe (Hauteur d'aspiration réelle). La capacité de relevage d'eau de la pompe est due à l'action de la pression atmosphérique sur le vide, et en théorie, l'aspiration jusqu'à 10,33 m qui est la hauteur de la colonne d'eau de 1 millibar. Mais en réalité, la limite est de 6 - 7 m à cause des pertes dues au frottement lors du passage de l'eau dans le tube d'aspiration, et à la dilatation de l'air dissout dans l'eau. Si l'on utilise inutilement au-delà de ces limites, une panne de la pompe ou du moteur sera possible. C'est pourquoi la hauteur d'aspiration ne doit pas dépasser 6 m.

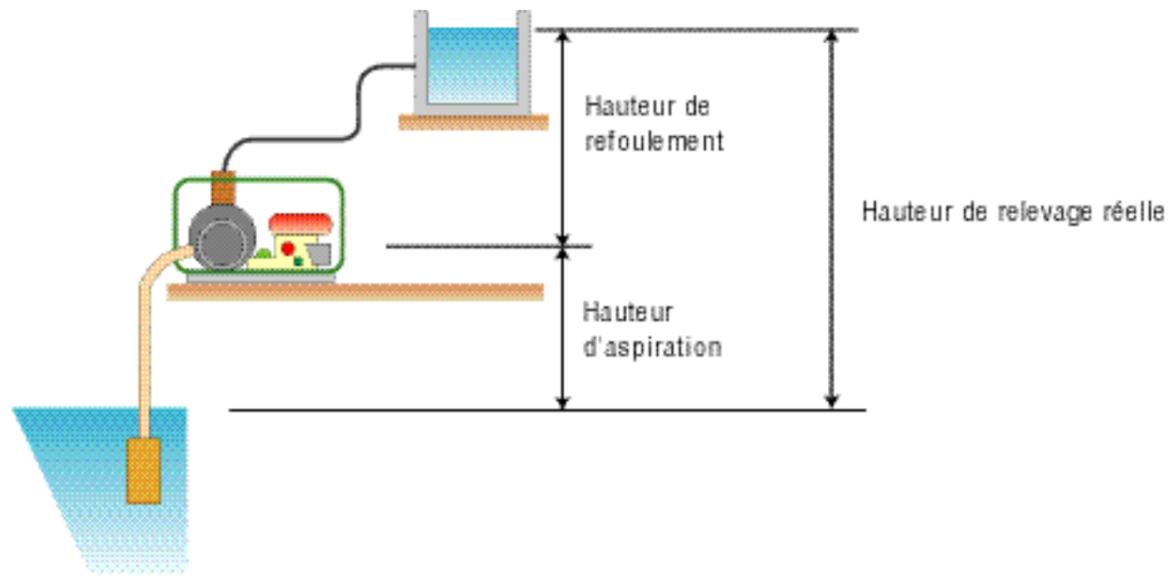
(3) Hauteur de refoulement

La hauteur de refoulement est la différence de hauteur entre le point centré de la pompe et le niveau d'eau refoulée (profondeur de relevage réelle).

Mais la profondeur de relevage réelle requise d'une pompe (Profondeur de relevage totale) devient plus grande que la profondeur de relevage réelle à cause des pertes d'énergie d'envoi d'eau dues au frottement pendant le passage dans le tube d'amenée, aux coudes de la tuyauterie etc..

Pour obtenir les pertes réelles, des calculs détaillés sont nécessaires en fonction du matériau et de la longueur de la tuyauterie, du type de disposition adopté etc., mais dans le cas du système d'irrigation mis en place dans les champs des femmes de la ferme pilote de Magou, elles ont été d'environ 20% de la profondeur de relevage réelle.

Fig. 3.(1) Hauteur de relevage d'une motopompe



(4) Définition des normes de la pompe

Concrètement, il faudra étudier les documents détaillés fournis par les fabricants de pompe à cause des différences de puissance et de hauteur de pompage de chaque fabricant pour la définition des normes de la pompe. Mais la procédure de calcul approximatif de la puissance de la pompe requise pour pomper un volume d'eau donné est comme suit.

① Calcul de la puissance axiale de la pompe

Pour un volume de pompage de Q (m³ /min), et une hauteur de pompage totale de H (m), la puissance L_w exercée sur l'eau pompée avec la pompe est obtenue par:

$$L_w = 0,163 QH(kw).$$

Mais compte tenu des différentes pertes à l'intérieur de la pompe, la puissance réelle requise de la pompe L doit être réglée plus haut comme l'indique la formule ci-dessous.

$$L = L_w \times 100 / \eta \text{ (kw)}$$

η : efficacité de la pompe (valeur approximative selon les types de pompe indiquée dans le Tableau 3.(3), (a) - (c) ci-dessous.

Tableau 3.(3) Efficacité de la pompe par volume de refoulement par type de motopompe

(a) Petite pompe à turbulence

Débit de la pompe (l/min.)	100	200	400	600	1.000	2.000	4.000
Efficacité de la pompe (%)	32-39	40-49	47-57	50-61	54-66	58-71	61-74

(b) Petite pompe à turbulence échelonnée

Débit de la pompe (l/min.)	100	200	400	600	800	1.000	1.500
Efficacité de la pompe (%)	29-34	37-44	45-53	49-57	51-60	53-62	55-65

(c) Pompe à turbulence à double sens de l'aspiration

Débit de la pompe (l/min.)	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	8.000	10.000
Efficacité de la pompe (%)	57-67	59-70	60-71	61-72	62-73	63-74	63-75

② Puissance du moteur

Le moteur qui entraîne la pompe est généralement un moteur diesel, un moteur à essence ou un moteur électrique, mais des pertes d'énergie apparaissent à cause des courroies et pignons utilisés pour la transmission de la puissance entre le moteur et la pompe. Il faudra donc utiliser un moteur d'une puissance de 10 - 20% supérieure à celle de la pompe (L).

③ Exemple de calcul de la puissance de la pompe et du moteur

Les conditions préalables au calcul sont: calcul de la puissance d'une petite pompe à turbulence nécessaire pour une profondeur de relevage réelle de 5 m, une hauteur d'aspiration de 4 m, dans un puits à débit unitaire de 400 l/min.

Profondeur de relevage = 4 m + (5 m × 120%) = 10 m (en supposant des pertes dues à la tuyauterie etc. de 20%)

Puissance axiale: $L_w = 0,163 \times 0,4 \text{ m}^3 / \text{min} \times 10 \text{ m} = 0,652 \text{ kw}$

Puissance de la pompe: $L = 0,652 \text{ kw} \times 100 / 47 = 1,4 \text{ kw} \dots$ à partir du Tableau (a)

Puissance du moteur: $P = 1,4 \text{ kw} \times 120\% = 1,7 \text{ kw}$

Ainsi, pour satisfaire les conditions précitées, une pompe à débit de 400 l/min., et puissance de 1,4 kw et un moteur à puissance de 1,7 kw sont requis.

4) Seau de puits

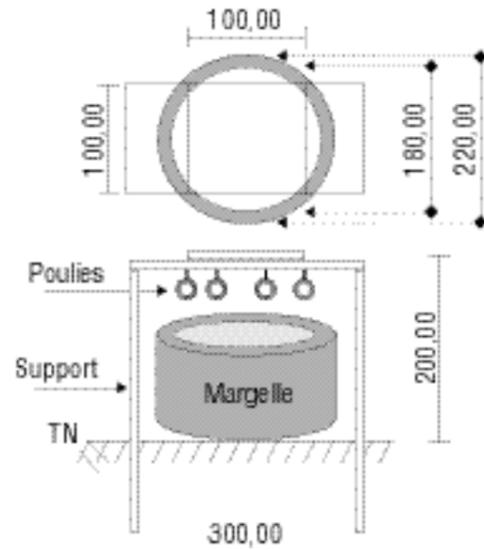
Dans les puits à faible débit, à pompage relativement faible (moins de 20 l/min. env.^(*)), un seau de puits est utilisé pour le pompage. Dans ce cas, un cadre est placé dans la partie supérieure du puits, et le pompage est facilité par l'installation de poulies. Le cadre solide, en matériaux disponibles sur place, tenant compte de la résistance et de la facilité de réparation etc. sera mis en place. Comme des frottements beaucoup plus importants que supposés soient appliqués à la partie suspendue à la poulie, un matériau solide ou bien disponible et facilement remplaçable doit être utilisé.

Une margelle sera faite en béton aux environs du cadre du puits pour relever le cadre d'environ 70 cm au-dessus du sol pour éviter les chutes et la pénétration d'eau sale dans le puits.

(*) 2): Selon l'étude de JGRC (Etude sur l'état de volume pompé des eaux souterraines - 1998, Mali), le débit moyen par seau de puits est de 6,3 l/min. environ (valeurs de mesure 5,4 - 7,8 l/min), et même si plusieurs personnes pompent en même temps, une limite de débit de 20 l/min. est prévue; le débit est de 11,0 l/min. (valeurs de mesure 10,5 - 11,4 l/min.) pour la pompe manuelle. De plus, le débit est de 10 - 30 l/min. pour une pompe manuelle pour forage.

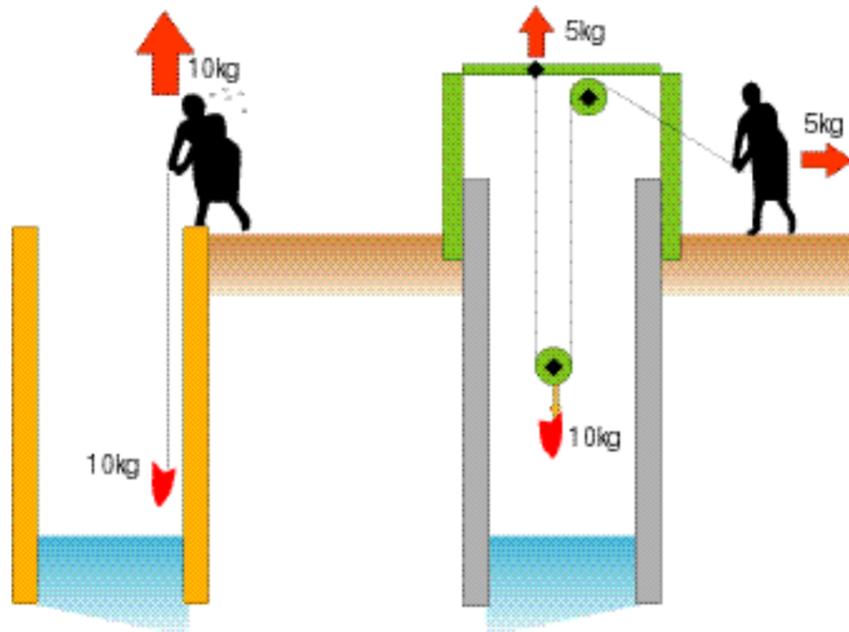
Une motopompe ou bien une pompe immergée est employée pour un volume d'eau utilisée supérieur.

Fig. 3.(2) Exemple de conception de margelle de puits (Burkina Faso, village de Yakouta)
PLAN DU SYSTEME DE POULIES



Comme le montre l'image de droite de la Fig. 3.(3), l'installation d'une poulie permet de réduire de moitié la charge de pompage par rapport à l'image de gauche où le récipient est remonté directement.

Fig. 3.(3) Relevage par seau de puits avec poulie



3.1.2 Canaux de distribution d'eau

Pour les sites maraîchers, Il est efficace de mettre en place un système de distribution d'eau pour amener l'eau de la source au périmètre et de disséminer les points d'eau dans le périmètre si : ① la surface de culture et les cultivateurs sont relativement nombreux, ② il y a des différences de distance entre le point de puisage et le champ du fait de la disposition des champs, ③ des bousculades sont à craindre autour du point de puisage à cause de la concentration des travaux d'arrosage et ④ une baisse d'efficacité des activités et une augmentation

des pertes d'eau etc. sont possibles.

Un tel système d'amenée d'eau se compose de canaux qui amènent l'eau requise aux champs et d'un réservoir de stockage stockant provisoirement l'eau d'irrigation répartie envoyée.

1) Canaux ouverts

Il est possible d'envoyer l'eau par pompe jusqu'au point le plus élevé de la terre cultivée et d'utiliser des canaux ouverts pour l'écoulement gravitaire à partir de ce point.

Le coût des travaux des canaux ouverts est relativement bas, mais selon la méthode d'exécution, leur durabilité peut être faible, et les pertes hydrauliques dues à l'évaporation en surface et des raisons structurelles peuvent être importantes.

Pour les canaux ouverts, des canaux en terre, des canaux à garniture de mortier ou des canaux en béton sont utilisables.

Tableau 3.(4) Particularités des canaux ouverts par structure

	Particularités	Avantages	Désavantages
Canaux en terre	Des fossés sont creusés dans le sol, ou bien des talus de parois latérales sont formés pour installer les canaux	<ul style="list-style-type: none"> Le coût des travaux est bas. Des équipements et matériaux spéciaux sont inutiles. 	<ul style="list-style-type: none"> Les pertes par infiltration à partir de la base et des parois des canaux sont importantes. L'affaissement des parois de canal réduit la section de passage d'eau. Durabilité très courte
Canaux à garniture de mortier	Protection par une couche de mortier en surface des canaux formés avec de la terre ou des briques séchées au soleil	<ul style="list-style-type: none"> Les pertes par infiltration sont faibles. Pas d'affaissement des parois latérales, la section du canal est maintenue. 	<ul style="list-style-type: none"> Le coût des travaux est un peu élevé. Les travaux exigent une certaine technique et des matériaux. Faible durabilité
Canaux en béton	Canaux à base et parois en béton	<ul style="list-style-type: none"> Faibles pertes hydrauliques Bonne durabilité Gestion/maintenance simple 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé des travaux Techniques spéciales requises pour les travaux Réparation difficile en cas de dégâts

Les canaux en terre sont formés en creusant un fossé dans le sol ou bien en dressant des talus, mais les pertes par infiltration sont importantes par la base et les parois des canaux. La difficulté du maintien de la section de passage d'eau suite à l'affaissement d'une paroi etc. est un point faible.

Les canaux à garniture de mortier pallient au point faible précité, mais dans des conditions naturelles sévères comme l'ensoleillement intense pendant la saison sèche et l'exposition aux inondations pendant la saison humide, la durabilité est difficile à assurer, et la réhabilitation globale est requise au bout de quelques années.

Les canaux en béton pallient aux points faibles précités, mais le coût des travaux de construction est relativement élevé.



[Canaux en briques séchées au soleil + garniture de mortier] devenus inutilisables à cause de dégâts
Emplacement d'installation: plaine d'inondation d'un oued
Date de création: 1995
Période d'utilisation: 3 ans

(1) Conception d'un système de distribution d'eau par canaux ouverts

a) Définition de la section du canal

La section de passage d'eau du canal est définie par la capacité de la pompe. Autrement dit, une section permettant l'écoulement de l'eau pompée définie sur la base du volume d'eau d'irrigation par surface cultivée et surface unitaire, ou bien le débit du puits, est requise; par exemple, si la section est trop importante par rapport au débit, la profondeur d'eau est faible, ce qui augmente différentes pertes, et le coût des travaux gonfle; par contre, si la section est trop petite, il est possible que le volume d'eau requis ne puisse pas être écoulé ou bien que l'eau déborde des parois.

C'est pourquoi la section de passage est définie approximativement à partir du débit, et l'assurance de la section de passage nécessaire devra être vérifiée avec la formule ci-dessous.

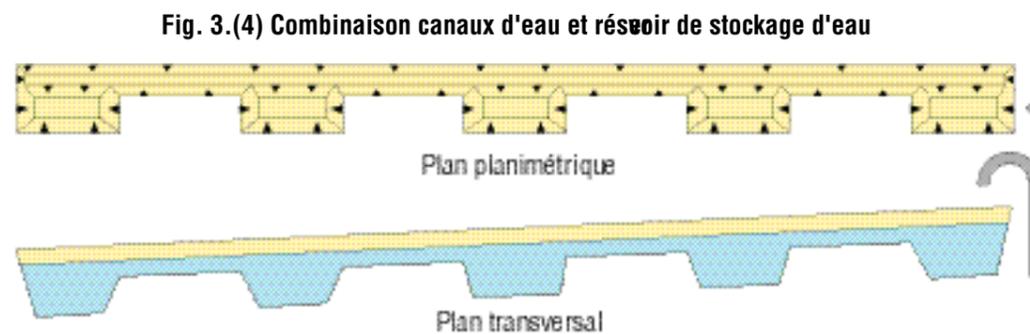
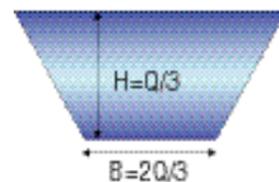


Fig. 3.(5) Approximation de la section de passage d'eau



(a) Approximation de la section de passage d'eau

Valeur approximative de la profondeur d'eau (h)m=env. $Q \div 3$

Valeur approximative de la largeur de la base du canal (b)m=env. $2XQ \div 3$

Q: débit (m³)

(b) Confirmation du débit

Débit: $Q=A \cdot V$

(Q: débit (m³), A: section de passage d'eau (m²) (voir le tableau ci-après), V: vitesse du flux (m/s))

La vitesse : $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \sqrt{I}$

(n: coefficient de rugosité relative, R: rayon hydraulique, I: pente)

n: canal en terre 0,025

canal à garniture en mortier 0,013

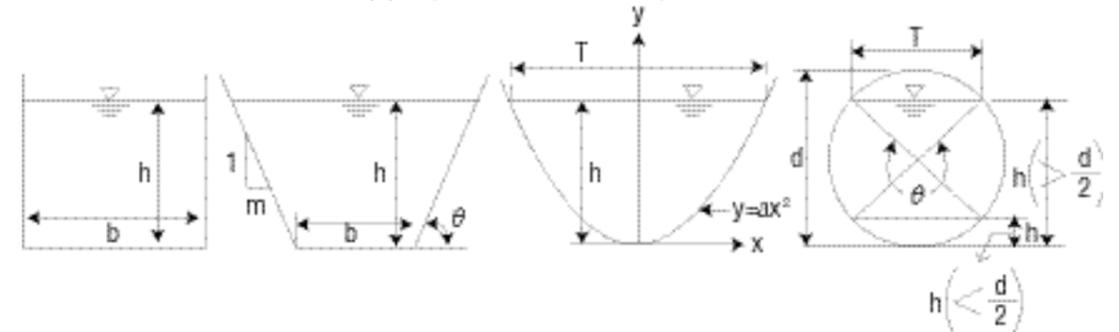
canal en béton 0,015

Rayon hydraulique: $R=A \div s$

(s: périmètre mouillé (voir le tableau ci-après))

Pente: I, de 1/100 en cas de descente d'1 chaque 100 m de distance, est indiqué pour chaque cas, et le débit est calculé sur la base de ces valeurs et de la formule de calcul, ce qui permet de vérifier la capacité de passage des canaux par rapport au volume d'eau envoyé par la pompe.

Tableau 3.(5) Propriétés de la section par forme de canal



Forme de section	Surface:A	Périmètre humide:s	Largeur de la surface d'eau:T
Rectangle	bh	b+2h	b
Trapèze	(b+mh)h	$b+2h(1+m^2)^{1/2}$	b+2mh
Parabole(y = ax²)	(2/3)Th	$\cong T+8h^2/(3T)$, $h/T \leq 0,25$	$2(h/a)^{1/2}$
Cercle	$d^2(\theta - \sin \theta)/8$	$d \theta / 2$	$2 \{ h(d-h) \}^{1/2}$

(c) Marge de hauteur

Une certaine marge doit être prévue pour la hauteur de la paroi du canal en fonction des variations du niveau d'eau dues aux vagues dans l'eau s'écoulant dans le canal.

La marge de hauteur sera:

- ① une hauteur permettant le passage même en cas de débit de 1,2 fois, ou bien
- ② la profondeur d'eau de conception + 5 à 15 cm.

(d) Divers

En cas de distribution d'eau par canaux ouverts, l'eau n'est pas envoyée au réservoir suivant si le réservoir d'eau en amont n'est pas plein selon la position de l'installation et ses équipements, c'est pourquoi il faut beaucoup de temps pour que tous les réservoirs soient pleins. Et en cas de prise d'eau au milieu de l'envoi d'eau, il y a inégalité dans le volume d'eau selon la position avant ou après le réservoir, ce qui crée un problème au niveau de la gestion de l'eau.

Tableau 3.(6) Exemple du coût de construction de canaux à gaine de mortier formés avec des briques séchées au soleil et réservoir de stockage

				Montant: FCFA
Division	Unités	Quantité	Prix unitaire	Montant
Frais de matériaux				
* Ciment	50 kg/sac	10 sacs	4.250	42.500
* Clous	100 mm, 5 kg/sac	3,5 sacs	3.750	13.125
* Câbles en fer malléable	6 kg/roulement	3 rouleaux	3.500	10.500
Brouette	70 l	1 unité	27.000	27.000
Flexible d'arrosage		100 m	1.100	110.000
Flexible d'aspiration		12 m	2.500	30.000
Truelle		1 unité	1.500	1.500
Truelle d'égalisation		1 unité	333	333
Seau		1 unité	3.000	3.000
Bassine	Métallique	1 unité	1.100	1.100
Pelle		1 unité	5.000	5.000
Maillet	En croix	1 unité	6.000	6.000
* Renfort		5 unités	2.450	12.250
* Filet anti-poussière		1 m	1.250	1.250
* Bougie		2 unités	2.000	4.000
Ciseaux		1 unité	1.500	1.500
* Anneaux	Petit 60/70	30 unités	500	15.000
Total de frais de matériaux				284.058
dont pièces consommables	Matériaux marqués*			98.625
Coûts des matériaux pour 10 a				139.312
dont pièces consommables				48.369
Frais de main-d'oeuvre	Maçon	1 lot		33.000
Total				317.058
Frais pour 10 a				155.497

(1996: Etude JGRC)

Longueur prolongée des canaux: L env. = 150 m, nombre de réservoirs : N = 18 emplacements,

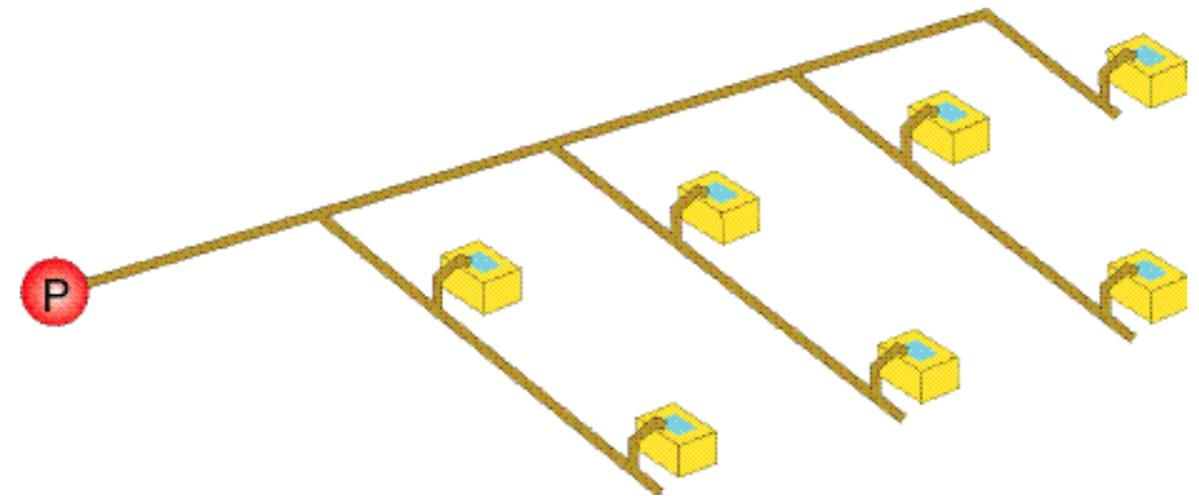
Surface des terres agricoles: A = 1,57 ha (dont terres cultivées 0,2 ha)

2) Canaux en tuyau

En dehors de conditions topographiques spécifiques etc., les canaux en tuyaux sont exécutés librement, sans être affectés par les inégalités topographiques et du sol, et les pertes hydrauliques et de la quantité d'eau sont relativement faibles.

Le coût des travaux est relativement élevé parce que des tuyaux en PVC sont utilisés, et si les travaux sont effectués correctement, une certaine durabilité peut être espérée.

Fig. 3.(6) Exemple de combinaison entre canaux en tuyau et réservoirs



(1) Conception d'un système de distribution par canaux en tuyau

a) Vitesse du flux de conception des tuyaux

Il est souhaitable que la vitesse maximale de l'eau s'écoulant dans les canaux en tuyau soit inférieure à la vitesse de 3 m/s. dans le cas des canaux en béton et des 5 m/s. des canaux en PVC pour éviter les dégâts dus au frottement du matériau des tuyaux. La vitesse minimale doit être supérieure à 0,3 m/s. pour éviter l'accumulation de terre/sable en suspension dans le tuyau. En cas d'envoi d'eau turbide contenant beaucoup de terre/sable en suspension, une vitesse de plus de 0,6 m/s. est souhaitable.

b) Fixation du diamètre du tuyau

Une approximation de la section du tuyau est faite à partir du débit de la pompe appliquée, et compte tenu de la plage de vitesses de conception ci-dessus, le diamètre du tuyau est fixé en jugeant globalement la disponibilité des matériaux et leur prix, la facilité de maintenance etc.

<<Exemple de calcul du diamètre du tuyau>>

Pour une capacité de pompe de 1.000 l/min., à partir de $Q = A \cdot V$ $A = Q / V$

Surface de la section du tuyau : $A = 1,0 \text{ m}^3 / \text{min.} \div (0,6 \text{ à } 5 \text{ m/sec.}) = 0,0278 \text{ à } 0,0033 \text{ m}^2$

Diamètre du tuyau (D) : à partir de $A = \frac{\pi D^2}{4}$, $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

$$D_s = \sqrt{(0,0278/3,14)} = 0,094 \text{ m}$$

$$D_1 = \sqrt{(0,0033/3,14)} = 0,033 \text{ m}$$

autrement dit, un tuyau de 33 - 94 mm sera utilisé.

c) Mise en place des tuyaux

Une pompe sera fixée au point de début du tuyau, mais elle sera retirée pour les intervalles non utilisés. C'est pourquoi il faudra placer une vanne de raccordement et une clôture au début du tuyau pour éviter la pénétration de terre/sable pendant l'inondation pendant la saison humide. Un couvercle évitant l'écoulement dans le flux sera placé sur la clôture.



Le tracé du tuyau sera le plus court entre la clôture de la pompe et chaque réservoir dans les périmètres de champ, mais pour faciliter l'entretien, les tuyaux ne seront pas enterrés directement sous les terres cultivées.

De plus, si la traversée d'un cours d'eau est nécessaire, par exemple un oued, les tuyaux seront enterrés environ à plus de 1 m de profondeur sous le lit du cours d'eau, et du béton sera placé aux coudes du tracé et aux environs des raccords des tuyaux pour assurer une protection suffisante.

Pour éviter les dégâts des tuyaux dus au poids par passage dessus, ils seront enterrés à au moins 60 cm de profondeur. Les tuyaux peuvent être endommagés par de la pierraille mélangée à la terre de remblai, c'est pourquoi le remblai sera fait en assurant 10 cm de sable au-dessus et au-dessous des tuyaux.

Fig. 3.(7) Vue en coupe du remblai des tuyaux

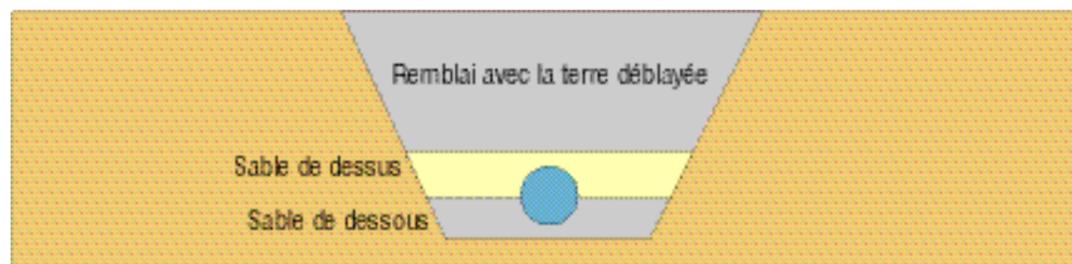


Tableau 3.(7) Exemple de coût des travaux de mise en place de tuyaux (Etude JGRC: Ferme pilote de Magou)

Travaux	Frais d'équipement	Frais de matériaux	Frais de main-d'oeuvre	Total	Remarques
Mise en place de tuyaux	-	3.585.380		3.585.380	446.025 FCF A/10 a
Traversée d'oued	-	161.230		161.230	Densité =138,9 m/10 a

Surface des terres agricoles: A = 0,84 ha (dont sur face irriguée a = 0,5 ha)

Longueur prolongée des tuyaux: L = 700 m, diamètre de tuyau: ø90 - 40 mm,

type de tuyau: PVC, par tiellement en zinc

Temps requis pour les travaux de mise en place: 25 jours (creusement des fondations 21 jours + mise en place 19 jours, travaux en parallèle)

Coût des travaux au m: 5.352 FCF A/m

* La particularité de cet exemple est que, comme le puits de source d'eau se trouve de l'autre côté de l'oued, la longueur prolongée de tuyaux devient importante, la densité de tuyaux et le coût des travaux par 10 a de terres agricoles élevés.

3.1.3 Réservoir de stockage

Le réservoir de stockage est une installation prévue pour stocker temporairement l'eau amenée par les canaux dans la zone de culture pour irriguer les cultures.

La capacité d'un réservoir de stockage d'eau est définie à partir de la surface cultivée affectée à ce réservoir et du volume d'irrigation. Un volume correspondant à la quantité d'eau nécessaire pour une journée d'irrigation sera assuré pour réduire au minimum la durée de fonctionnement des pompes et assurer une utilisation de l'eau égale entre les cultivateurs.

1) Calcul du volume d'eau stockée

Par exemple, le volume sera obtenu comme suit en supposant les conditions: utilisation de 60 a pour la culture sur 1 ha de terrains, 60 cultivateurs et 10 mm d'eau irriguée par jour.

$$\text{Volume d'eau total} = 60 \text{ a} \times 10 \text{ mm/jour} = 6.000 \text{ m}^2 \times 0,01 \text{ m/jour} = 60 \text{ m}^3 / \text{jour}$$

$$\text{Si 10 cultivateurs utilisent un réservoir: } 60 \text{ personnes} \div 10 \text{ personnes/ réservoir} = 6 \text{ réservoirs}$$

$$\text{Volume d'1 réservoir} = 60 \text{ m}^3 \div 10 \text{ réservoirs} = 6 \text{ m}^3 / \text{réservoir}$$

$$\text{Si 4 cultivateurs utilisent un réservoir: } 60 \text{ personnes} \div 4 \text{ personnes/jours} = 15 \text{ réservoirs}$$

$$\text{Volume d'1 réservoir} = 60 \text{ m}^3 \div 15 \text{ réservoirs} = 4 \text{ m}^3 / \text{réservoir}$$

2) Disposition des réservoirs

Pour éviter les inégalités de conditions entre les différents cultivateurs utilisant les réservoirs de stockage, telles que distance du champ jusqu'au réservoir de stockage ou nombre d'utilisateurs pour chaque réservoir, la disposition des réservoirs sera définie aussi en tenant compte de l'importance des terres perdues suite à l'installation du réservoir, du coût des travaux et du tracé des canalisations de distribution.

3) Structure du réservoir de stockage

Les matériaux utilisés pour les réservoirs de stockage sont: béton armé, parpaings avec garniture de mortier, acier ou garniture de mortier formé avec des briques séchées au soleil.

Tableau 3.(8) Particularités des réservoirs de stockage par structure

	Particularités	Avantages	Désavantages
Réservoir de stockage en béton armé	Fabriqué sur place en montant des armatures et coffrages et en coulant le béton dedans.	<ul style="list-style-type: none"> Fuites d'eau faible Grande durabilité 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé des travaux Techniques spécialisées nécessaires pour le montage des coffrages et armatures etc.
Réservoir en parpaings + garniture de mortier	Le réservoir est formé de parpaings liés au mortier et la surface est enduite de mortier pour éviter les fuites d'eau	<ul style="list-style-type: none"> Coût des travaux relativement peu élevés Fuites d'eau relativement faibles Durabilité relativement bonne 	<ul style="list-style-type: none"> Une certaine technique est requise pour relier les parpaings avec le mortier Le mortier se fissure facilement par fuite d'eau.
Réservoir en acier	Réservoir soudé en plaques d'acier usinées à l'atelier	<ul style="list-style-type: none"> Pas de fuites Grande durabilité Transportable s'il est de petite capacité 	<ul style="list-style-type: none"> Coût de fabrication élevé En cas de dégâts, il faut faire appel à une société spécialisée pour réparation.
Réservoir de garniture de mortier formé avec des briques séchées au soleil	Le réservoir est fabriqué en banco et sa surface enduite de mortier pour éviter les fuites d'eau.	<ul style="list-style-type: none"> Fuites d'eau faible Coût des travaux peu élevé Réparation relativement simple 	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise durabilité, il doit être entièrement réhabilité à intervalles de plusieurs années

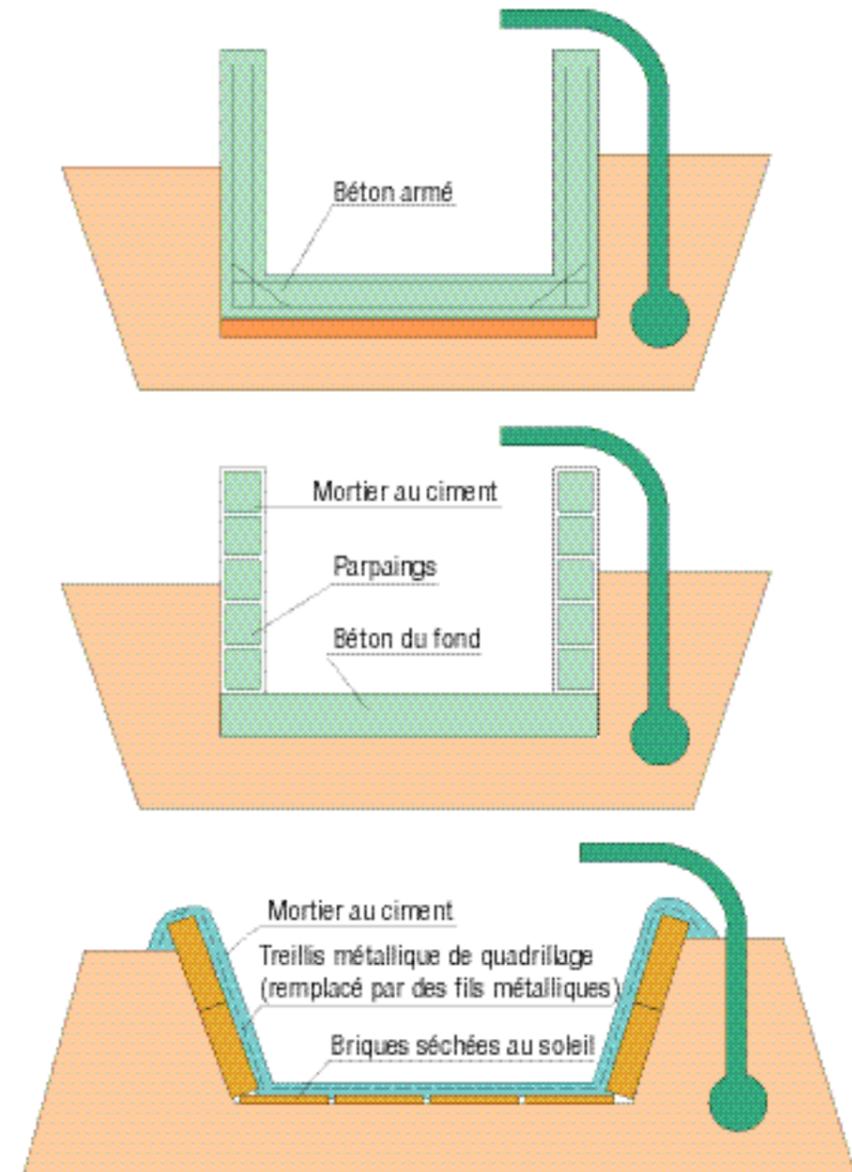
Le réservoir de stockage d'eau en béton armé a une bonne durabilité et résistance aux fuites, mais la fabrication, par exemple le montage des coffrages et des armatures, demande du temps. Son coût est relativement élevé.

La fabrication du réservoir en parpaings + garniture de mortier est relativement simple, mais si le mortier de liaison des parpaings est mal placé, des fissures apparaissent, ce qui se traduira par des fuites et la destruction. Le coût des travaux est relativement bas.

Le réservoir en acier est solide et résiste aux fuites, et jusqu'à un volume de quelques m³, il est transportable parce que relativement léger par lui-même. Comme il doit être fabriqué par un spécialiste, son coût est élevé.

Le réservoir en banco enduit de mortier est facile à construire et la fuite d'eau est petite, et la réparation en cas de dégâts est aussi relativement facile. Mais sa durabilité fait problème, il doit être entièrement réhabilité à intervalles de plusieurs années.

Fig. 3.(8) Vue en coupe de la structure du réservoir de stockage d'eau



4) Structure du réservoir de stockage d'eau

Les réservoirs d'eau installés dans les champs irrigués sont généralement ① à structure simple et de taille relativement petite, ② la partie enterrée dans le sol est peu profonde, quelques cm, et l'impact de la pression du sol est faible, ③ le béton ayant lui-même un poids assez important, il est généralement inutile de tenir compte de l'influence de l'écoulement d'eau et du soulèvement dans la plaine d'inondation, etc.. C'est pourquoi le calcul de la structure est inutile. Ordinairement, une épaisseur d'élément de 10 - 15 cm, pour le réservoir en béton armé et 15 × 20 × 40 cm environ pour les parpaings pour les réservoirs en parpaings assurent une structure sûre.

Pour les canaux ouverts, la hauteur d'installation des différents réservoirs baisse en allant vers l'aval avec la ligne de pente du canal, alors que pour les canaux en tuyau, les réservoirs sont en principe tous installés à la même hauteur.

Fig. 3.(9) Exemple de structure de réservoir en parpaings (Burkina Faso, village de Yakouta)

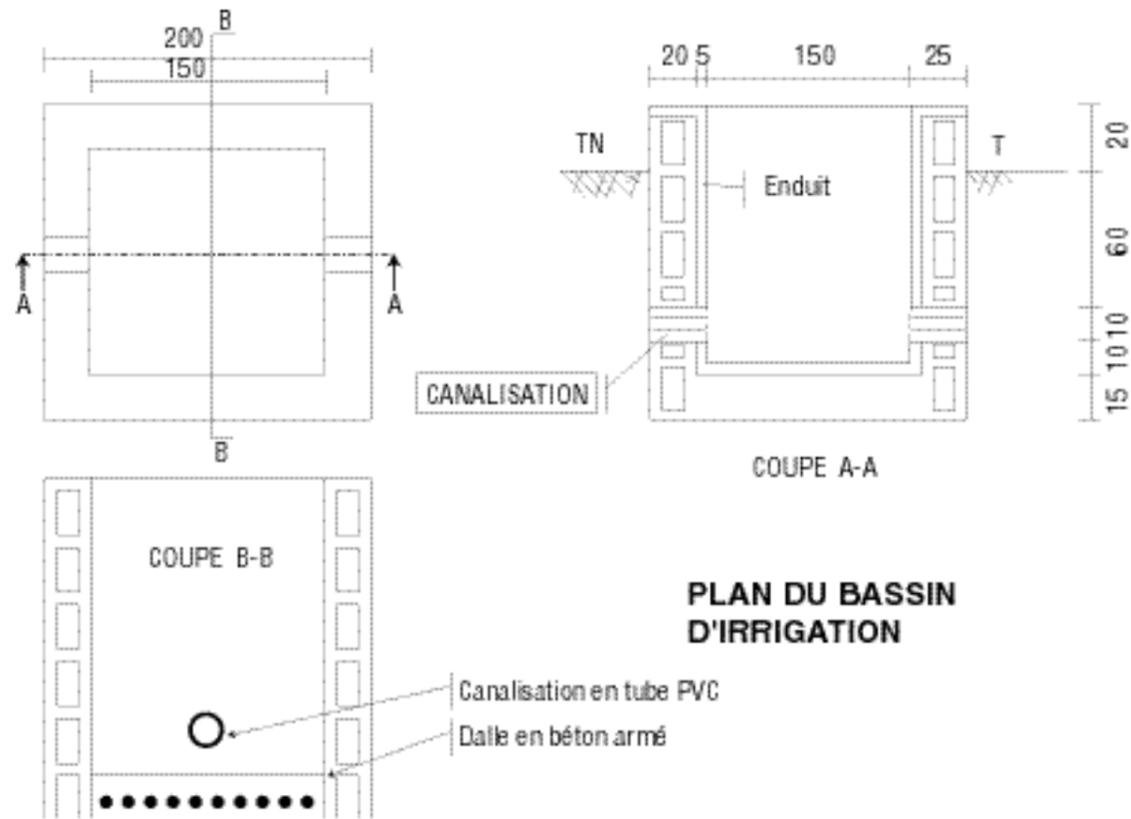


Tableau 3.(9) Exemple d'installation par forme de réservoir de stockage d'eau (étude JGRC: ferme pilote de Magou) Unité de montant: FCFA

Travaux	Coût des matériaux	Frais de main-d'oeuvre	Total	Remarque
Réservoir RC (C = 3t, n = 4)	567.421	104.571	671.992	167.998/réservoir 699.992/10a
Réservoir en parpaings (C = 3t, n = 16)	1.663.441	521.360	2.184.801	136.553/réservoir 568.959/10a
Réservoir en acier (C=1,5 t, n = 2)	168.000		168.000	84.000/réservoir 700.000/10a

* Dans le tableau, "C" indique la capacité du réservoir, et "n" le nombre de réservoirs.

* Les cultivateurs de 4 périmètres (2 pour le réservoir en acier) utilisent un réservoir, la surface cultivée par périmètre est de 100 m², si on exclut les passages etc., cela fait une surface cultivée de 60 m².

* Les travaux d'installations de tous les réservoirs demandent 22 jours, et il faut ajouter sept jours pour la confection préalable des parpaings de béton.

5) Mise en place des réservoirs de stockage d'eau

Les réservoirs en parpaings peuvent être placés par les habitants en suivant les instructions du maçon; dans ce cas, les points ci-dessous sont à prendre en compte pour l'ordre d'installation et l'exécution.

- ① Des coffrages de taille convenable seront obtenus, et le nombre de parpaings requis sera préalablement construit.
- ② Les parpaings seront laissés au moins tout un jour dans les coffrages pour augmenter la résistance et la durabilité.
- ③ Le béton de base du réservoir sera coulé parallèlement à la fabrication des parpaings.
- ④ Les parpaings achevés seront placés conformément au plan de conception, et du mortier au ciment sera utilisé pour la liaison entre les parpaings.
- ⑤ Le mortier au ciment servant pour la liaison sera mélangé petit à petit, pour être utilisé en peu de temps. Le mortier mélangé depuis plus d'une heure n'est pas utilisé parce qu'il perd sa capacité de liaison, et donne lieu à des fissures et fuites.
- ⑥ La surface du réservoir monté est enduite de mortier au ciment pour l'imperméabiliser.

Pour la mise en place d'un réservoir en béton armé, les habitants pourront participer aux travaux de terrassement, mais un technicien spécialisé devra être engagé pour le montage des coffrages et des armatures.



Fabrication des parpaings



Réservoir en parpaings achevé

Chapitre 4 Aménagement de champs irrigués

4.1 Sélection de l'emplacement des champs irrigués

Les champs irrigués qui sont exploités pour un puits ou une mare comme source d'eau doivent être installés près de la source d'eau, compte tenu du coût d'aménagement des installations hydrauliques et des opérations pour l'irrigation. Par conséquent, si l'exploitation de champs irrigués est prévue, il faut considérer les terrains à exploiter comme champs dès l'étude des sources d'eau. Ordinairement, les puits et mares servant de source d'eau sont situés sur des terrains plats, mais de la terre/sable écoulée au moment des pluies pendant de longues années s'est accumulée sur ce genre de sols de surface de la zone, le degré de fertilité et la nature du sol ne sont pas uniformes et souvent mélangés. C'est pourquoi ① une zone plate où des sols relativement fertiles sont groupés et ② des zones à faible densité d'arbres, pour éviter autant que possible la coupe des arbres seront sélectionnés comme terrains candidats à l'exploitation de champs irrigués. Les arbres existants dans la zone seront conservés en tant qu'arbres d'ombrage ayant une bonne influence sur la culture des légumes etc..

4.2 Fixation de la taille des champs irrigués

La taille de l'ensemble de champs irrigués sera définie en comparant les souhaits des habitants et la capacité d'alimentation en eau de la source d'eau. Autrement dit, si le volume d'eau affectable à l'irrigation dans le plan d'utilisation de l'eau défini avec l'approbation des habitants permet d'assurer le volume d'eau et la période d'approvisionnement nécessaires pour la surface souhaitée pour l'agriculture par les habitants saisie lors de l'étude sur place, il sera possible de leur assurer ladite surface.

Par ailleurs, si la capacité d'alimentation en eau n'est pas suffisante pour la surface souhaitée pour l'agriculture, il faudra ajuster l'eau affectable à l'irrigation et la surface cultivable.

Cas 1: Si un puits réservé à l'irrigation, à débit de $3 \text{ m}^3/\text{h}$, a été construit et que 30 fermiers souhaitent chacun 100 m^2 de terres cultivables:

Surface souhaitée pour la culture = $100 \text{ m}^2 \times 30 \text{ fermiers} = 3.000 \text{ m}^2$ ①

Volume d'eau d'irrigation nécessaire = $3.000 \text{ m}^2 \times 0,012 \text{ m/jour} = 36 \text{ m}^3/\text{jour}$ ②

(volume d'eau d'irrigation supposé de 12 mm en incluant les pertes)

Par ailleurs, si l'irrigation est assurée 4 heures par jour

Débit du puits = $3 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h/jour} = 12 \text{ m}^3/\text{j}$ ③

Si l'on compare ② Volume d'eau d'irrigation nécessaire et ③ Volume d'alimentation en eau réellement possible, la différence est de 3 fois. Par conséquent, il faudra abaisser à 1/3 ① Surface souhaitée pour la culture, à une surface cultivable de 1.000 m^2 et à environ 33 m^2 par fermier.

Cas 2: Si une partie de l'eau stockée dans une mare de 1.000 m^3 ayant une période de stockage de 100 jours, est utilisée pour l'irrigation, et que 20 fermiers souhaitent chacun 40 m^2 de terres cultivables,

Surface souhaitée pour la culture = $40 \text{ m}^2 \times 20 \text{ fermiers} = 800 \text{ m}^2$ ①

Volume d'eau d'irrigation nécessaire = $800 \text{ m}^2 \times 0,012 \text{ m/jour} = 9,6 \text{ m}^3/\text{jour}$ ②

(volume d'eau d'irrigation supposé de 12 mm, incluant des pertes diverses)

Volume de prise d'eau moyen de la mare = $1.000 \text{ m}^3 \div 100 \text{ jour} = 10 \text{ m}^3/\text{jour}$ ③

Dans ce cas, ③ Volume d'alimentation en eau réelle possible permet de satisfaire ② Volume d'eau d'irrigation nécessaire. Par conséquent, la taille des champs irrigués sera définie sur la base de ① Surface souhaitée pour la culture.

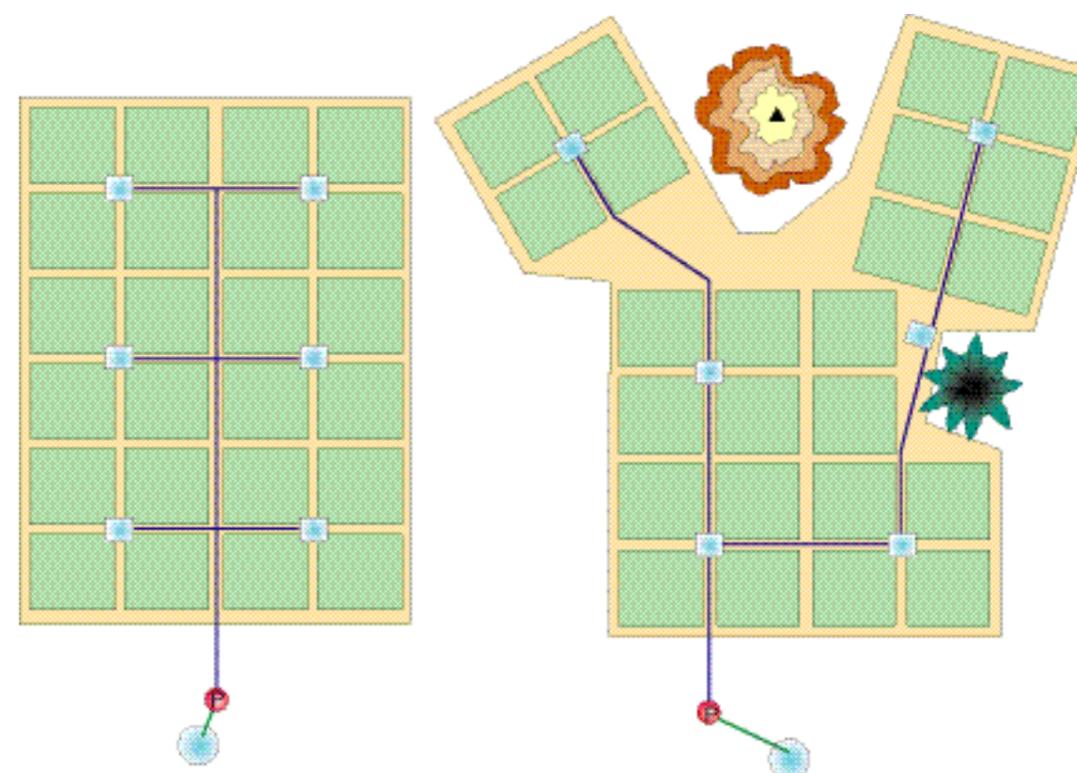
Pour l'aménagement des champs irrigués, "la surface affectée par fermier" comprendra en plus de la "surface cultivée" réellement cultivée par irrigation, les parties utilisées en tant que passages, les parties requises pour la gestion de la culture et les travaux de récolte. Sur les champs irrigués établis dans la ferme pilote de Magou lors de l'étude JGRC, la surface affectée par fermier a été de 100 m^2 , dont 60 m^2 de surface cultivée.

4.3 Disposition des champs irrigués

La division en parcelles irriguées tiendra compte du relief de la zone concernée, et une disposition rationnelle des canaux et réservoir de stockage d'eau sera effectuée en évitant les arbres protégés.

Si la nature du sol et l'inclinaison de la zone concernée sont relativement uniformes, et qu'il y a peu d'arbres, il est possible de faire une division simple en carrés; mais si les sols adaptés à la culture sont dispersés et qu'il y a des obstacles tels qu'arbres ou rocher sur le tracé des canaux, une disposition des parcelles à nombre minimal d'ouvrages sera adoptée.

Fig. 4.(1) Exemple de disposition des champs irrigués



4.4 Etude de l'orientation de l'affectation des parcelles

Parmi les terres cultivables divisées en parcelles selon l'ordre de 4.2 et 4.3 ci-dessus, certaines différences de conditions de production apparaîtront inévitablement à cause de la distance de la source d'eau et du degré de fertilité du sol. Ces terres cultivables seront affectées aux habitants sur discussion avec les habitants concernés après la fin des travaux, mais pour que les discussions avec les habitants concernés au sujet des différences de conditions ne piétinent pas, il est souhaitable d'étudier au préalable les règles de base pour l'affectation.

Les représentants sélectionnés par les habitants concernés établiront un comité d'affectation, qui établira des critères que la plupart des habitants concernés puissent accepter, par exemple, les habitants ayant participé aux activités telles que conservation des terres agricoles et aménagement des installations etc. seront prioritaires pour la sélection des parcelles, comme règles de base pour l'affectation.

4.5 Aménagement des champs irrigués

Dans l'exemple des champs irrigués de la ferme pilote de Magou aménagés au cours de l'étude JGRC, les champs sont aménagés dans la zone inondée par l'oued pendant la saison humide, et des puits ont aussi été creusés comme source d'eau réservée.

Les puits ont été creusés avec participation des habitants pendant la saison sèche, en mars-avril, période où le niveau des eaux souterraines baisse, et un tube métallique ondulé de 1 m de diamètre a été utilisé pour protéger le trou. Cela s'est traduit par un coût 1/4 par rapport à la méthode avec cadre en béton.

Les champs ont été aménagés dans l'ordre suivant:

- ① Coupe des mauvaises herbes proliférant sur la zone prévue
- ② Coupe et déracinement des arbustes
- ③ Coupe de branches d'arbre
- ④ Elimination de l'herbe et des arbustes (les participants les ont utilisés comme fourrage ou bois de feu)
- ⑤ Nivellement par niveleuse
- ⑥ Levés
- ⑦ Division en parcelles
- ⑧ Mise en place du système de distribution d'eau.

En dehors des coûts des travaux de la mise en place du système de distribution d'eau, les frais pour le nivellement par niveleuse (env. 560.000 FCFA) et les équipements pour les activités participatives (pelles, pioches, etc. env. 370.000 FCFA) ont été requis.

Le nombre total de jours requis a été de 47, comme indiqué ci-dessous.

Tableau 4.(1) Nombre de jours requis par procédé pour l'aménagement des champs irrigués (au Niger, dans le village de Magou)

Activités	Période	Nbre de jours
Coupe de l'herbe et déracinage	4-15 Oct,	12
Elimination de l'herbe et des arbustes	16-20 Oct,	5
Nivellement par niveleuse	21-23 Oct,	3
Levés	24-25 Oct,	2
Système de distribution d'eau (fabrication des parpaings)	8-14 Oct,	7
(excavation des fondations)	26 Oct,-15 Nov,	21
(mise en place des réservoirs)	28 Oct,-18 Nov,	22
(installation des canalisations)	1-19 Nov,	19
Division en parcelles de site	7-11 Nov,	5



"Potagers de saison sèche" mis en place dans la plaine d'inondation à la ferme pilote de Magou

Surface de terres agricoles: 8.400 m²

Surface cultivée: 5.040 m²

Nbre de cultivateurs: 84

Chapitre 5 Aménagement de rizières

5.1 Sélection de l'emplacement des rizières

La profondeur d'inondation dans la plaine d'inondation de l'oued pendant la saison humide accusant des baisses et montées répétées brutales sous l'effet de l'écoulement des eaux de pluie, il est souvent difficile d'utiliser la plaine d'inondation en tant que terres agricoles. Mais la construction d'un mini-barrage permet de stabiliser la variation du niveau dans le réservoir de stockage à peu près à la hauteur du couronnement d'ouverture d'inondation. Un phénomène similaire peut aussi être obtenu dans une mare relativement grande. Cette stabilisation du niveau d'eau permet la riziculture dans la plaine d'inondation.

L'emplacement des rizières doit être sélectionné en tenant compte des points ci-dessous en cas de riziculture dans la plaine d'inondation :

- ① Profondeur d'eau d'inondation d'une étendue adaptée
- ② Courbes de niveau enfoncées dans les terres
- ③ Surface relativement plate
- ④ Ecoulement lent de l'eau
- ⑤ Pas de passage d'écoulement des eaux de la zone en arrière-plan
- ⑥ Emplacement accessible pour les cultivateurs.

5.2 Définition de la taille des rizières

A la différence des rizières de grande envergure dans un bassin fluvial permettant le contrôle artificiel de l'eau, la riziculture dans la plaine d'inondation d'un oued dépend du niveau d'eau naturel. C'est pourquoi elle est souvent de petite envergure.

Dans la plaine d'inondation de l'oued du mini-barrage construit sur la rivière Mago, village de Magou, au cours de l'étude JGRC, les habitants de la zone ont créé 7 parcelles de 1.000 - 5.000 m², soit un total de 2 ha, et 1 parcelle de 2,3 ha. Sur une partie de ces parcelles, des cultures maraîchères à économie d'eau sont faites à la fin de la saison humide.



"Rizière de plaine d'inondation" mise en place par les habitants dans la plaine d'inondation du mini-barrage de la rivière Mago



"Culture de décrue" dans la plaine d'inondation de la rivière Goroubi, ferme pilote de Magou

"Rizières de plaine d'inondation" au centre au fond

5.3 Aménagement de rizières

Les aménagements nécessaires pour utiliser une partie de la plaine d'inondation comme rizière sont ① planage de la zone, ② construction de talus ou petites digues, et si nécessaire ③ excavation de canaux d'amenée en relation avec le réservoir de stockage d'eau.

Pour protéger les talus ou digues, ils peuvent être recouverts de pierres etc..



"Petits canaux creusés dans la plaine d'inondation"

L'eau tirée du réservoir de stockage est amenée à plusieurs rizières.



"Rizières de plaine d'inondation avec plusieurs petites digues"
La pente des digues est protégée par des pierres.

Le planage de la zone consiste à couper des parties élevées et à les transporter aux parties basses pour les remblayer. Voici maintenant une méthode simple d'obtenir la hauteur à couper en utilisant un niveau de type canule.

<<Procédure de nivellement simple>>

- ① D'abord, calibrer le niveau. Placer deux mires graduées à un même emplacement, et verser de l'eau jusqu'à l'indication ± 0 en faisant attention qu'il ne reste pas de bulle dans le tube en vinyle transparent.
- ② Pour les préparatifs sur place, indiquer la zone à utiliser comme rizière avec des piquets ou cordes, et effectuer des levés à plusieurs emplacements dans la zone.
- ③ Au point de mesure approximativement au milieu de la zone, fixer une des mires graduées du niveau et la considérer comme le point initial (0).
- ④ En déplaçant l'autre mire graduée, mesurer la différence de hauteur entre chaque point mesuré et le point fixe et la noter.
- ⑤ La différence de hauteur est le double de la valeur lue sur la mire graduée au point (0).
- ⑥ Diviser le total de l'écart de hauteur des différents points de mesure par le nombre de points de mesure, point initial inclus, pour obtenir la moyenne. C'est la hauteur de contrôle.
- ⑦ Rechercher la différence entre la valeur mesurée de différence de hauteur de chaque point de mesure et la hauteur de contrôle ci-dessus (autrement dit, la hauteur à couper ou remblayer) et l'indiquer aux points de mesure.
- ⑧ Couper, déplacer ou remblayer sur place en fonction de la hauteur indiquée pour chaque point de mesure.

Fig. 5.(1) Structure du niveau de type canule

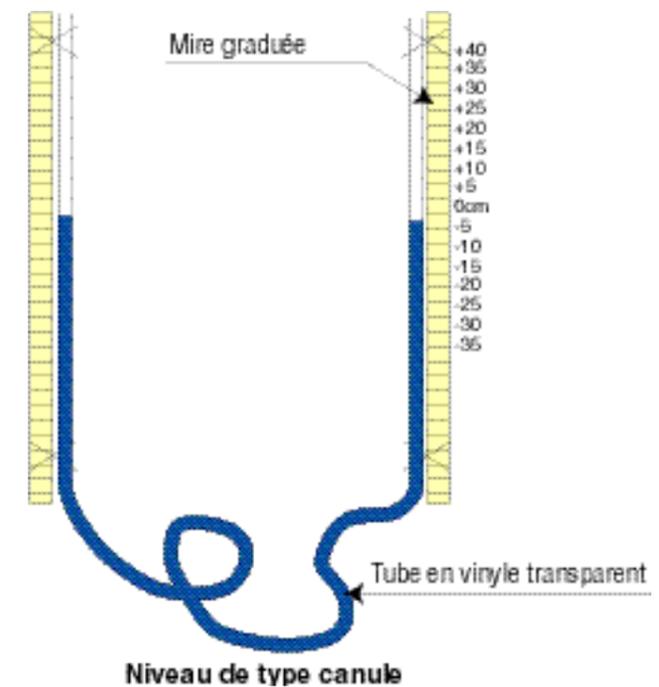
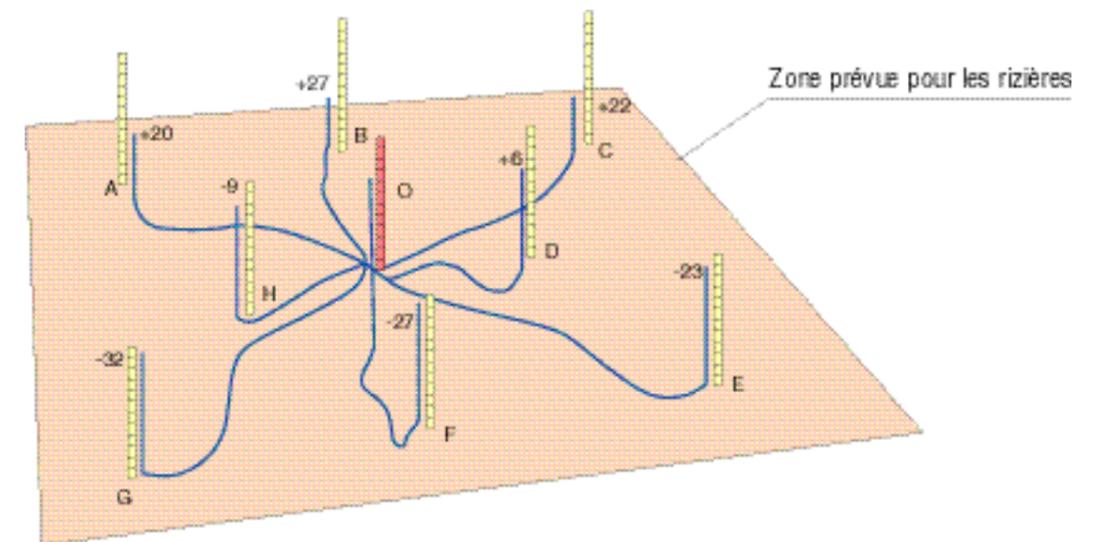


Fig. 5.(2) Concept du nivellement simple et exemples de calcul



Calcul de la hauteur de contrôle:

$$(20 + 27 + 22 + 6 + 0 - 23 - 27 - 32 - 9) \div 9 \text{ points de mesure} = \text{env. } -2$$

Calcul de la hauteur de coupe/remblai de chaque point mesuré:

Point A = $(-2) - (+20) = -22$ cm (coupe de 22 cm)	Point F = $(-2) - (-27) = 25$ cm (remblai de 25 cm)
Point B = $(-2) - (+27) = -29$ cm (coupe de 29 cm)	Point G = $(-2) - (-32) = 30$ cm (remblai de 30 cm)
Point O = $(-2) - (\pm 0) = -2$ cm (coupe de 2 cm)	Point H = $(-2) - (-9) = 7$ cm (remblai de 7 cm)

Chapitre 6 Exploitation, gestion et maintenance des installations

6.1 Création d'un comité d'utilisateurs de l'eau

Les installations hydrauliques seront utilisées en commun, comme leur exploitation et gestion et maintenance impliqueront un certain coût, une organisation (comité d'utilisateurs de l'eau) formés des habitants qui sont les utilisateurs, devra être constituée pour gérer les installations.

Les préparatifs pour la création de ce comité d'utilisateurs de l'eau commenceront par le biais d'une organisation locale exécutant des projets de lutte contre la désertification, tel que comité des villages de la zone ou comité de gestion des ressources foncières, dès le démarrage des activités d'établissement du projet, et s'appuieront sur la définition du règlement, de l'approbation et de la sélection des membres. Les lois et décrets afférents seront vérifiés, et si les formalités de fondation et d'enregistrement sont stipulées, elles seront respectées.

Par ailleurs, le comité des utilisateurs de l'eau créé définira les études sur place, le contenu des projets nécessaires pour définir le projet d'aménagement des installations, confirmera la méthode de participation des habitants aux travaux d'aménagement des installations etc. ainsi que la teneur des travaux, et encouragera la participation des habitants aux travaux de grande envergure.

Avant le démarrage des travaux de grande envergure, il faudra vérifier l'accord pour la prise en charge des frais, tels que frais de combustible nécessaires avec le démarrage du fonctionnement après l'achèvement des installations, et la participation aux travaux en commun tels que dragage périodique des canaux, et l'approbation des éléments de base des règles d'utilisation de l'eau.

Les composants détaillés des règles d'utilisation de l'eau seront établis et corrigés par l'organisation des utilisateurs de l'eau sur la base de discussions avec les habitants, après le démarrage de l'exploitation réelle, conformément à ses conditions réelles.

6.2 Répercussion de la volonté des habitants

Il est ordinairement difficile pour les habitants eux-mêmes d'établir un projet d'aménagement des installations hydrauliques et de le concrétiser par insuffisance des techniques et difficultés pour l'obtention des fonds, etc. et le projet est généralement réalisé avec l'aide du gouvernement ou d'un organisme d'aide.

Mais il arrive que la gestion des installations mises en place ne répercutant pas suffisamment la volonté des habitants et l'état des techniques locales ne peut pas être pleinement assurée et qu'elles soient abandonnées.

Il est donc nécessaire de pleinement respecter la volonté des habitants pour l'aménagement des installations hydrauliques.

6.2.1 Assurance de la durabilité

Pour que les installations aménagées soient bien gérées par les habitants et utilisées durablement, les avantages qu'elles apportent doivent dépasser les frais et le travail requis pour leur utilisation.

Par conséquent, il faudra prévoir à l'avance les frais découlant de l'utilisation des installations, et vérifier si les utilisateurs peuvent les couvrir.

En dehors du développement de la production de l'agriculture et de l'élevage, de l'amélioration du rendement,

des éléments difficilement quantifiables tels qu'amélioration de la vie alimentaire des habitants et protection de l'environnement naturel, peuvent aussi être évalués comme des effets au niveau national, mais au niveau des habitants locaux, l'évaluation doit être effectuée sur la base des bénéfices et des frais réels.

Autrement dit, même si des légumes produits pendant la saison sèche satisfont les besoins familiaux, s'ils ne sont pas des produits convertibles en argent liquide, il sera difficile de continuer à payer les frais de combustible de la pompe.

Par conséquent, il est nécessaire de réfléchir à des méthodes d'expédition en fonction de la distance jusqu'au marché et de l'état des routes etc..

Les champs irrigués mis en place à la ferme pilote de Magou dans le cadre de l'étude JGRC ont servi pendant les premières années après le démarrage des cultures principalement pour la consommation familiale, mais depuis quelques années, le pourcentage des produits expédiés vers le marché régional éloigné d'environ 10 km et convertis en liquide augmente (presque tous les produits de l'année 1996-97 ont été consommés dans la famille, 40% des produits de l'année 1999-2000 ont été expédiés au marché).

Le tableau ci-dessous indique la comparaison des frais de production et le profit du maraîchage. Le montant de la production est estimé à 720 - 960.000 FCFA/10 a, les frais de production, tels que coût des semences et frais d'irrigation, à 40 à 190.000 FCFA/10 a. Si environ 40% du montant de la production est converti en espèces, un reliquat apparaît même après déduction des frais de production et du montant pour le fonds pour le renouvellement des installations.

Tableau 6.(1) Bilan par année des champs irrigués de Magou

Unité: 1.000 FCFA/10 a

Division		1996-97	1997-98	1998-99	1999-2000
Dépenses P	Semences	6	5	11	9
	Engrais	7	3	9	17
	Pesticides	3	2	-	1
	Sous-total	16	10	20	27
	Frais d'irrigation	143	27	38	37
	Frais de réparation	30	-	-	-
Total		189	37	78	63
Bénéfices I	Chou	536	501	418	500
	Oignon	278	212	272	426
	Laitue	89	71	29	34
	Autres	3	15	-	-
	Total	906	799	719	960
Soustraction (= I - P)		717	762	641	897
Pourcentage des frais (P/I) %		21%	5%	11%	7%
Fonds pour le renouvellement des installations (R)		52	6	5	11
Bilan (=I - (P+R))		665	756	636	886

- Le système de distribution d'eau 96-97 est de type canaux ouverts; à partir de 97-98, le type pipeline a été adopté.
- Chaque montant a été calculé sur la base des prix à la consommation et des prix du marché de l'année concernée.

6.3 Gestion et Maintenance des installations etc.

La gestion et maintenance des installations hydrauliques varie selon les types de structures constituant le système, mais une gestion et maintenance appropriée permet de prolonger la durée de service des installations, ce qui permet de réduire les frais.

6.3.1 Normalisation de la procédure de gestion et maintenance

Pour permettre une gestion et maintenance correcte par le comité des utilisateurs d'eau, il est souhaitable d'établir un manuel visuel facile à comprendre concernant les inspections quotidiennes et les opérations pour chaque installation, la méthode des réparations d'urgence etc. Les outils et les matériaux de réparation doivent toujours être disponibles.

6.3.2 Contrôle de la teneur des opérations

Pour la réparation et le fonctionnement ordinaire des installations, un journal sera établi où seront indiquées les opérations, le nombre de participants, les frais encourus etc. et qui servira de données de base pour le calcul des frais à prendre en charge; il servira aussi de document d'étude pour la rationalisation du fonctionnement et de la gestion et maintenance des installations par la suite.

6.3.3 Exécution d'ensemble des mesures afférentes

Les installations de stockage des eaux de surface telles que mini-barrage et mares ne demandent elles-mêmes aucune maintenance, mais pour le maintien du volume de stockage en évitant le sable déplacé par le vent, des mesures contre le sable de l'oued dans la zone d'écoulement en arrière-plan et des mesures de protection des terres agricoles sont aussi nécessaires. Jugeant que ces opérations ne peuvent pas être séparées avec l'utilisation des installations, un système doit être établi pour l'exécution avec participation des habitants.

6.3.4 Mesures de sécurité etc.

Les pluies tombant en amont arrivent simultanément au mini-barrage et au réservoir de stockage d'eau, et descendent sous forme de torrent jusqu'à l'ouverture d'inondation. Selon l'importance des pluies, elles peuvent franchir en une fois comme un raz de marée par l'ouverture d'inondation et emporter les gens. Des chutes de puisieurs d'eau arrivent de temps à autre.

Pour éviter ces dangers dus à la mise en place des installations et à leur utilisation, il est nécessaire de donner des explications à l'avance aux habitants de la zone pour qu'ils fassent attention. Pour les installations, il est également efficace de construire une margelle de 80 cm de hauteur pour les puits et de la consolider avec du béton pour éviter la pénétration d'eau polluée et aussi éviter les accidents.

6.4 Prise en charge des frais

Des frais directs tels que frais d'exploitation, selon leur type frais de carburant et de lubrifiant pour les pompes, frais de réparation et d'exploitation pour les machines, et frais de maintenance, tels que frais de matériaux et d'équipements pour la réparation des réservoirs et le dragage des canaux, sont nécessaires pour les installations hydrauliques. Et les frais administratifs pour la gestion de l'organisation, et aussi le fonds pour le

renouvellement des installations, doivent être pris en compte comme frais indirects.

Si ces frais pour l'exploitation des installations hydrauliques ne sont pas couverts par les profits découlant de l'utilisation des installations, des activités de production durables sont impossibles. C'est pourquoi même si le montant initial requis pour l'exploitation des installations est fourni par le biais d'un financement ou d'une aide, après le démarrage des activités de production de grande envergure, les frais doivent être couverts par les habitants utilisateurs.

6.4.1 Estimation des frais requis

Il faudra estimer à l'avance les rubriques des frais et les montants requis avec l'aménagement des installations hydrauliques, et fixer le montant à prendre en charge par les utilisateurs.

6.4.2 Gestion des frais

Le préposé du comité désigné par l'organisation sera chargé de la collecte des frais à prendre en charge, des dépenses et de la gestion de l'argent liquide. Et si une banque pour les agriculteurs est créée dans le cadre d'un projet de lutte contre la désertification, la gestion des frais afférents sera aussi étudiée.

Dans les champs irrigués créés à la ferme pilote de Magou lors de l'étude JGRC, une coopérative des agriculteurs dépendant du CGTV a été créée, et les cultivateurs utilisant les installations d'irrigation ont l'obligation de payer 500 FCFA/an. De plus, parmi le montant des ventes des produits agricoles annuels, des frais de combustible et lubrifiant, et des frais pour le renouvellement des pompes et des installations ont été prélevés.

6.5 Instructions techniques initiales au démarrage de l'exploitation des installations

L'exécution de l'exploitation et la gestion et maintenance par le comité des utilisateurs d'eau, indiquées dans ce chapitre, est impossible par les habitants eux-mêmes dès le départ.

C'est pourquoi des instructions techniques devront être données au comité des utilisateurs d'eau pendant une certaine période. Comme précité, la teneur des instructions techniques, telles que l'exploitation des équipements mécaniques et installations, les travaux d'entretien et de maintenance quotidiens et la comptabilité, sera étudiée en fonctions des souhaits et des conditions sur place.

Chapitre 7 Annexes

7.1 Ordre de procédure d'aménagement des installations hydrauliques et sa position indiquée dans ce guide

Ce guide est en principe établi par rubriques "Etude et projet", "Conception et exécution", "Exploitation et gestion" chaque rubrique combinant des indications pour diverses installations.

C'est pourquoi, dans les tableaux ci-après, les indications de ce guide ont été classées par objectif de l'utilisation d'eau selon la procédure d'exécution à suivre réellement sur place.

Tableau 7.(1) Procédure pour l'aménagement des installations requises pour le maraîchage pendant la saison sèche

Division	Eléments à étudier	Activités	Référence
Projet/ conception	① Saisie des objectifs de l'utilisation des ressources en eau	• Etude de l'état réel d'utilisation de l'eau dans la zone, et souhaits et volontés des habitants	2.1.1
	② Saisie des souhaits/volontés concrètes des habitants concernant les potagers	• Organisation de discussions avec les habitants • Collecte/totalisation des souhaits de participation concernant les potagers, les souhaits concernant les installations etc.	2.1.2
	③ Saisie du volume des ressources en eau à exploiter	• Saisie des ressources en eau utilisables à partir des résultats des études effectuées sur la base du Projet d'exploitation des ressources en eau établi séparément. • Saisie du volume des ressources en eau sur la base des résultats de l'étude sur place	"Guide technique du développement des ressources en eau" séparé
	④ Saisie de la forme et de l'emplacement des sources d'eau	• Saisie des types et emplacements des sources d'eau définis par les études effectuées sur la base du Projet d'exploitation des ressources en eau établi séparément. • Définition des emplacements des sources d'eau sur la base des résultats de l'étude sur place	"Guide technique du développement des ressources en eau" séparé
	⑤ Etude de la position et de la taille des potagers	• Etudes sur place concernant le relief/la géologie etc. pour définir les terrains adaptés comme potagers • Collecte de données de base concernant l'évapotranspiration/volume d'irrigation etc. et estimation du volume d'eau total sur la base des résultats de la totalisation de ④ • Définition de la taille des potagers sur la base des résultats de l'estimation ci-dessus, de ③ et d'une étude comparative	4.1 4.2

Division	Eléments à étudier	Activités	Référence
Projet/ conception	⑥ Etude de la division des terres cultivées et du nombre de champs à distribuer	• Définition de la surface de culture par parcelle et de la répartition des parcelles sur la base des résultats de la totalisation de ④ et des résultats de l'étude de ⑤, et définition du nombre distribué/de l'orientation de l'affectation sur cette base	4.3 4.4
	⑦ Etude de la forme et de la structure des installations hydrauliques	• Définition du type des installations hydrauliques sur la base des souhaits/du niveau technique des habitants • Conception détaillée des installations hydrauliques • Définition du projet d'exécution des travaux avec participation des habitants	3.1
	⑧ Etude du projet d'exploitation/gestion et maintenance des installations	• Définition du projet d'aménagement du système d'exploitation/gestion et maintenance des installations • Calcul des frais d'exploitation des installations • Etablissement d'un guide d'exploitation des installations • Fourniture des équipements et matériaux requis pour l'inspection/l'entretien quotidiennes • Etude de la teneur et des méthodes des opérations de gestion et maintenance	6.3 6.4
	⑨ Explication aux habitants concernant le projet d'aménagement des installations hydrauliques	• Organisation de réunions explicatives pour les habitants concernant les résultats des études de ⑤, ⑥, ⑦ et ⑧ ci-dessus • Réexamen de la teneur de la conception si nécessaire	6.2
Exécution	⑩ Exécution des travaux d'aménagement des installations/sol	• Instructions techniques pour les travaux avec participation des habitants • Confirmation de la teneur de la supervision/conception des travaux et de la situation réelle sur place	4.5
	⑪ Commencement de la répartition des terres cultivées/utilisation des installations par les habitants participants	• Distribution des terres cultivées conformément à l'orientation d'affectation des terres • Instructions techniques initiales au démarrage de l'exploitation des installations	6.5
Exploitation	⑫ Gestion des frais de fonctionnement des installations etc ./Collecte des contributions	• Instructions pour les méthodes comptables et la collecte des frais de prise en charge au préposé du comité des utilisateurs d'eau	6.4
	⑬ Gestion et maintenance	• Instructions techniques concernant les activités participatives des habitants sur la base du projet de gestion et maintenance des installations etc.	6.5

7.(2) Procédure pour l'aménagement des installations etc. nécessaires à l'agriculture dans la plaine d'inondation

Division	Éléments à étudier	Activités	Référence
Projet/ conception	① Saisie des objectifs d'utilisation des ressources en eau	• Etude des souhaits et volontés des habitants	2.1.1
	② Saisie des souhaits/volontés concrètes des habitants concernant l'agriculture dans la plaine d'inondation	• Organisation de discussions avec les habitants • Collecte/totalisation des souhaits de participation aux travaux d'agriculture dans la plaine d'inondation, des souhaits concernant les installations etc.	2.1.2
	③ Saisie des types et emplacements des sources d'eau	• Saisie des types et emplacements des sources d'eau définies dans le "Projet d'exploitation des ressources en eau" établi séparément • Définition des emplacements des sources d'eau sur la base des résultats de l'étude sur place	"Guide technique du développement des ressources en eau" séparé
	④ Saisie des terres exploitables dans la plaine d'inondation avec le volume des ressources en eau	• Sélection des volumes de ressources en eau et des zones adaptées à l'agriculture dans la plaine d'inondation sur la base des résultats de l'étude sur place concernant le relief/la géologie etc.	2.1.3
	⑤ Etude des aménagements requis et des méthodes d'aménagement des installations de source d'eau et pour l'agriculture dans la plaine d'inondation	• Saisie des installations souhaitées sur la base des résultats des études précitées • Conception des installations • Etude des méthodes concrètes d'aménagement • Etablissement du projet d'exécution des travaux avec participation des habitants	5.1 5.2
	⑥ Etude du projet d'exploitation/gestion et maintenance des installations	• Etablissement du projet d'aménagement du système d'exploitation/gestion et maintenance des installations • Etablissement d'un guide de gestion et maintenance des installations • Fourniture des équipements et matériaux requis pour l'inspection/l'entretien quotidiennes • Etude de la teneur et des méthodes des opérations de gestion et maintenance	6.3 6.4
Exécution	⑦ Explications aux habitants concernant le projet d'aménagement d'installations et de terres agricoles	• Organisation de réunions explicatives pour les habitants concernant les résultats des études de ⑤ et ⑥ ci-dessus • Réexamen de la teneur de la conception si nécessaire	6.2
	⑧ Exécution des travaux d'aménagement des installations/terres agricoles	• Confirmation de la teneur de la supervision/conception des travaux et de la situation réelle sur place • Instructions techniques pour les travaux avec participation des habitants	5.3
Exploitation	⑨ Démarrage de la culture par les habitants	• Instructions techniques initiales au démarrage de l'exploitation des installations	6.4
	⑩ Gestion et maintenance	• Maintenance sur la base du projet de gestion et maintenance des installations etc. • Exécutions de mesures afférentes avec participation des habitants	6.5

Tableau 7.(3) Procédure pour l'aménagement des installations nécessaires pour l'abreuvoir pour le bétail

Division	Éléments à étudier	Activités	Référence
Projet/ conception	① Saisie des objectifs d'utilisation des ressources en eau	• Etude des souhaits et volontés des habitants	2.1.1
	② Saisie de la zone concernée de l'alimentation en eau et du nombre de têtes de bétail	• Saisie du nombre de têtes de bétail de l'alimentation par l'étude sur place et calcul du volume de ressources en eau nécessaire • Confirmation de la cohérence avec les projets d'exploitation connexes	2.1.2
	③ Définition des types et des emplacements des sources d'eau et saisie du volume des ressources en eau exploitables	• Etude des types et emplacements des sources d'eau sur la base des résultats de l'étude sur place • Confirmation des volumes de ressources en eau exploitables	2.1.3
	④ Etude de la méthode et l'étendue des aménagements requis pour l'exploitation des sources d'eau	• Saisie de l'étendue des aménagements nécessaires sur la base des résultats des études précitées • Conception des installations • Etude concrète des méthodes d'aménagement • Etablissement du projet des travaux avec participation des habitants	"Guide technique du développement des ressources en eau" séparé
	⑤ Etude du projet d'exploitation/gestion et maintenance des installations	• Etablissement du projet d'aménagement du système d'exploitation/gestion et maintenance des installations • Etablissement d'un guide de gestion et maintenance des installations • Fourniture des équipements et matériaux requis pour l'inspection/l'entretien quotidiennes • Etude de la teneur et des méthodes des opérations de gestion et maintenance	6.3 6.4
	⑥ Explications aux habitants concernant le projet d'aménagement des installations de source d'eau	• Organisation de réunions explicatives pour les habitants concernant les résultats des études de ③, ④ et ⑤ ci-dessus • Réexamen de la teneur de la conception si nécessaire	6.2
Exécution	⑦ Exécution des travaux d'aménagement des installations de source d'eau	• Confirmation de la teneur de la supervision/conception des travaux et de la situation réelle sur place • Instructions techniques concernant les activités participatives des habitants • Instructions techniques initiales au démarrage de l'exploitation des installations	"Guide technique du développement des ressources en eau" séparé
Exploitation	⑧ Gestion et maintenance	• Gestion et maintenance sur la base du projet de gestion et maintenance des installations etc.	6.5

JGRC

La Société Japonaise des Ressources Vertes (JGRC) est une personnalité juridique sous tutelle du Ministère de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche.

Au Japon, elle s'occupe entre autres de l'aménagement général des terres agricoles, du boisement et de la construction de routes forestières.

Ses activités de coopération au développement des communautés agricoles dans des zones de pays en développement ont commencé en 1982. Depuis quelques années, elle s'occupe surtout activement d'études visant l'élaboration de mesures de lutte contre la désertification et de lutte contre l'érosion des sols pour faire face aux problèmes environnementaux d'envergure mondiale.

JGRC

Adresse: Shuwa Shiba Park Bldg., 2-4-1 Shibakoen, Minato-ku,
Tokyo 105-0011 Japon

Tél: 0081-3-3433-4240 (Département des activités outre-mer)

Fax: 0081-3-3436-1827

E-mail: overseas-activities@green.go.jp

ABN

L'Autorité du Bassin du Niger (ABN) est une Organisation Intergouvernementale créée en 1964 qui comprend neuf (9) pays riverains du Fleuve Niger : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad.

Les objectifs de l'ABN sont :

- harmoniser et coordonner les politiques nationales de mise en valeur des ressources du bassin du Niger
- planifier le développement du bassin en élaborant et en exécutant un "Plan de Développement Intégré du Bassin"
- concevoir, réaliser, exploiter et entretenir des ouvrages et des projets communs.

ABN

Adresse: BP 729, Niamey, Niger

Tél: 00227-723102

Fax: 00227-724208

E-mail: abnsec@intnet.ne

Web: <http://www.abn-nba.org>