



PROJET D'APPUI RÉGIONAL À L'INITIATIVE
POUR L'IRRIGATION AU SAHEL



PROJET D'APPUI REGIONAL A L'INITIATIVE POUR L'IRRIGATION AU SAHEL (PARIIS)

Partenaire Stratégique du CILSS pour l'appui aux solutions d'irrigation
dans les types 1 & 3 pour le compte du projet PARIIS/SIIP

**GUIDE MÉTHODOLOGIQUE DE SUIVI DE L'ENTRETIEN/MAINTENANCE DES
INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS D'IRRIGATION DE TYPES 1&3**

Version actualisée

Juin 2023



SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	4
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES PHOTOS.....	5
INTRODUCTION	6
I. CONDITIONS PREALABLES A LA DURABILITE DES OUVRAGES.....	7
II. DEFINITION DES CONCEPTS DE L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE	8
III. DISPOSITIF ORGANISATIONNEL POUR L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS HYDRO-AGRICILES	9
3.1. Rôle du maître d'ouvrage.....	9
3.1.1. <i>Prise en compte de la dimension entretien & maintenance dans le processus de conception et de mise en œuvre des sous-projets.</i>	9
3.1.2. <i>Appui à l'organisation des bénéficiaires pour la gestion de l'entretien/maintenance</i>	10
3.1.3. <i>Renforcement des compétences des organes de gestion et des autres exploitants</i>	10
3.1.4. <i>Facilitation de la mise en relation des bénéficiaires avec d'autres acteurs</i>	10
3.2. Rôle des exploitants et de leurs organisations.....	11
3.2.1. <i>Planification et budgétisation sur le moyen terme</i>	11
3.2.2. <i>Planification des campagnes agricoles</i>	11
3.2.3. <i>Contractualisation avec des fournisseurs de biens et de services</i>	11
IV. DISPOSITIF TECHNIQUE POUR L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS HYDRO-AGRICILES	12
4.1. Principaux Types d'aménagements dans le cadre du PARIIS.....	12
4.2. Mise en œuvre du dispositif d'entretien et maintenance des infrastructures et équipements HA (types 1).....	14
4.2.1. <i>Les petits barrages et seuils d'épandage</i>	14
4.2.2. <i>Les aménagements de bas-fonds en DCN de type PAFR</i>	20
4.2.3. <i>Les ouvrages CES/DRS</i>	26
4.3. Périmètres Irrigués Villageois (PIV) et Petits Périmètres Maraichers (PPM) (types 3)	27
4.3.1. <i>Les canaux d'irrigation et drains en terre</i>	27
4.3.2. <i>Les ouvrages en béton ou maçonnerie</i>	30
4.3.3. <i>Les ouvrages de vidange</i>	31
4.3.4. <i>Les ouvrages de franchissement</i>	31
4.3.5. <i>Les régulateurs de niveau d'eau</i>	32

4.3.6.	Les puits et forages maraichers.....	32
4.3.7.	Les groupes motopompes et motopompes	33
4.3.8.	L'Entretien et maintenance des pompes à eau immergée	35
4.3.9.	Les opérations d'entretien et maintenance d'un système irrigation goutte à goutte.....	36
4.3.10.	Les opérations d'entretien et de maintenance d'un réseau californien.....	37
4.3.11.	Les opérations d'entretien et de maintenance d'un réseau par aspersion	38
4.3.12.	Les châteaux d'eau et bassins d'irrigation	39
4.3.13.	Les panneaux et équipements solaires	39
4.4.	Élaboration d'un programme d'entretien annuel des ouvrages.....	41
4.5.	Cout annuel d'entretien des infrastructures.....	41
BIBLIOGRAPHIE		42
ANNEXES.....		43
	Annexe 1 : Modèle de contrat de collaboration pour l'Entretien/Maintenance des infrastructures et équipements d'irrigation.....	44
	Annexe 2 : Techniques et exemples d'entretien courant pour les petits barrages / seuils d'épandage	47
	Annexe 3 : Modèles de fiches d'entretien - aménagement en DCN.....	65
	Annexe 4 - Techniques et exemples d'entretien courant pour les aménagements de bas-fonds par DCN	69

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AHA	Aménagement Hydro-Agricole
BM	Banque Mondiale
CADA	Cellule d'Appui à la Décentralisation et à la Déconcentration de l'Agriculture
CILSS	Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CP	Canal Principal
CS	Canal Secondaire
CT	Canal Tertiaire
DCN	Diguettes en Courbes de Niveau
E&M	Entretien et Maintenance
GEP	Groupe Électropompe
GMP	Groupe Motopompe
OP	Organisations Paysannes/de Producteurs
OSI	Opérateurs de Solutions d'Irrigation
PAFR	Plan d'Action pour la Filière Riz (Burkina Faso)
PARIIS	Projet d'Appui Régional à l'initiative pour l'Irrigation au Sahel
PIGO	Projet Petite Irrigation dans le Grand-Ouest (Burkina Faso)
PIV	Périmètre Irrigué Villageois
PPM	Petit Périmètre Maraîcher
PS	Partenaire Stratégique
STDE	Service Technique Déconcentré de l'État
VISA	Valorisation de l'Irrigué pour la Souveraineté Alimentaire

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques pathologies des petits barrages et seuils d'épandage.....	19
Tableau 2 : Types d'entretien courants et périodiques des diguettes à courbes de niveau revêtues.....	21
Tableau 3 : Quelques pathologies des aménagements de DCN et seuils	23
Tableau 4 : Entretien courant et périodique des ouvrages CES/DRS	26
Tableau 5 : Type d'entretien et périodique des puits et forages maraichers	32
Tableau 6 : Types d'entretien périodique des motopompes.....	35
Tableau 7 : Type d'entretien courant et périodique d'un système d'irrigation par aspersion	38
Tableau 8 : Type d'entretien courants et périodiques des châteaux d'eau et bassins d'irrigation	39

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Mini barrage.....	14
Photo 2 : Seuil d'épandage	14
Photo 3 : Barrage anti- sel.....	14
Photo 4 : Griffes d'érosion sur digue	16
Photo 5: Fissures dans la masse d'un ouvrage en béton	16
Photo 6 : Déformation de gabions	16
Photo 7 : Diguettes en courbe de niveau munies de pertuis	20
Photo 8 : Vannette ouverte	21
Photo 9 : Illustration de la pose d'un géotextile sur une DCN	23
Photo 10 : Illustration de la pose de moellons sur une DCN	24
Photo 11 : Diguettes et pertuis avant les écoulements	25
Photo 12: Récupération des terres en demi lunes	26
Photo 13 : Protection des berges en gabions	26
Photo 14 : Canal d'irrigation en terre.....	27
Photo 15 : Travaux de dévasement d'un canal d'irrigation	27
Photo 16 : Départ d'un canal principal en maçonnerie	30
Photo 17 : Affouillement en aval d'un radier de canal	Photo 18 : Vannettes
métalliques sur un partiteur.....	31
Photo 19 : Batardeau en bois	31
Photo 20 : Ouvrage de franchissement	31
Photo 21 : Régulateurs de niveau d'eau	32
Photo 22 : Groupe motopompe flottant	33
Photo 23 : Groupe motopompe	34
Photo 24 : Rampes d'irrigation goutte à goutte.....	36
Photo 25 : Système de distribution californien.....	37
Photo 26 : Système d'irrigation par aspersion	38

INTRODUCTION

Le Projet d'Appui Régional à l'Initiative pour l'Irrigation au Sahel (PARIIS), financé par la Banque Mondiale et coordonné par le CILSS, couvre six (6) pays membres du CILSS à savoir, le Burkina Faso, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad.

L'élaboration du présent document s'inscrit dans le cadre des activités de renforcement des capacités des acteurs nationaux dans la mise en œuvre à grande échelle des solutions d'irrigation, qui constitue l'un des axes prioritaires du PARIIS.

Le présent document est un guide méthodologique qui a pour but de définir une démarche et de proposer des instruments simples permettant d'assurer dans les meilleures conditions, le suivi de l'entretien et la maintenance des infrastructures et équipements d'irrigation en général et ceux de types 1&3 en particulier.

Il est destiné aux services techniques des maîtres d'ouvrages, maîtres d'ouvrages délégués ou maîtres d'œuvre (UGP, EAS, OSI), en particulier les responsables techniques, dans le cadre de la conception et la mise en œuvre des sous-projets d'irrigation.

Il permet d'organiser le suivi et la maintenance des infrastructures et équipements d'irrigation, en vue de contribuer à la durabilité des investissements.

Le présent guide comprend une définition des concepts relatifs à la notion d'entretien et maintenance. Il propose des dispositifs organisationnels et techniques pour assurer un bon entretien et une bonne maintenance des infrastructures et équipements, relativement aux solutions d'irrigation.

Dans ce guide, le terme "Ouvrage" désignera tout ou partie d'infrastructure (ouvrages en terre, en gabions, en béton, en maçonnerie, etc.) ou équipement hydro-agricole (GMP, GEP, installations solaires, réseaux de conduites d'irrigation, vannes, équipements de régulation mécaniques ou électromécaniques, etc.) réalisée ou fournie à un groupement ou coopérative en vue de la mise en valeur agricole.

I. CONDITIONS PREALABLES A LA DURABILITE DES OUVRAGES

Dès qu'un ouvrage est réceptionné, la mise en service peut démarrer. Au fur et à mesure de leur utilisation, les Aménagements Hydro-agricoles (AHA) sont souvent sujets à des dégradations continues pouvant compromettre leur durabilité.

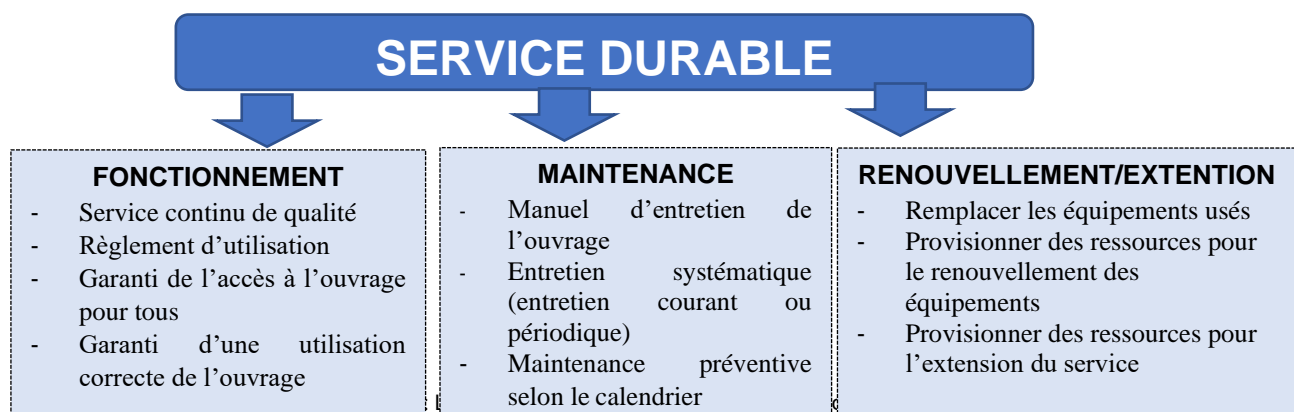
Pour que les services et bénéfices attendus par les usagers puissent être durables, il est important que le maître d'ouvrage prenne les dispositions ci-après :

- Définir de manière collective et participative une bonne stratégie de gestion, d'entretien et de maintenance des infrastructures et équipements ;
- Initier le comité de gestion et les acteurs concernés, à l'utilisation des outils et stratégies de gestion, de maintenance et d'entretien des infrastructures et équipements ;
- S'assurer que tous ceux qui ont besoin de l'ouvrage puissent en bénéficier ;
- Prendre en compte le service de qualité auquel aspirent les exploitants et ce qu'il induit en termes de gestion rigoureuse ;
- Maximiser l'utilisation de l'ouvrage dans les limites de sa capacité ;
- Préparer le renouvellement de l'ouvrage.

Pour garantir les conditions préalables à la durabilité de l'ouvrage, le maître d'ouvrage doit s'assurer que :

- Chacune des parties prenantes accepte les modalités d'utilisation (par exemple la volonté de payer pour le service, le respect du règlement intérieur, le respect de la réglementation du secteur, etc.) ;
- Chacune des parties prenantes dispose des moyens pour rendre son engagement concret (par exemple, la capacité à payer le service rendu, la mise en place de comité de gestion, la formation des exploitants, les capacités techniques pour la maintenance, etc.).

Pour atteindre ces objectifs, le maître d'ouvrage, en rapport avec les parties prenantes, doit définir les modalités de l'utilisation de l'ouvrage au moment de sa définition, en tenant compte des trois dimensions : fonctionnement, maintenance, et renouvellement et/ou extension (Cf. schéma ci-après).



¹ Source : Guide de gestion des infrastructures et équipements communaux - Niger (version finale 2014)

II. DEFINITION DES CONCEPTS DE L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE

L'entretien se définit comme étant l'ensemble des actions qui permettent une bonne conservation de l'ouvrage en vue de sa durabilité. Il comprend des aspects préventifs et des aspects curatifs. De façon spécifique, l'entretien définit les actions de réparation et de nettoyage menées par les acteurs en vue de rendre fonctionnel et utilisable l'ouvrage. La notion d'entretien s'applique plus souvent pour les infrastructures de génie civil ou génie rural.

Il y a trois niveaux d'entretien :

- **L'entretien courant** : c'est l'ensemble des dispositions (procédés et méthodes) prises par les acteurs pour une solution anticipée des problèmes élémentaires identifiés ou éventuels qui se posent de façon récurrente au niveau de l'Ouvrage. Ces stratégies peuvent être prises en charge par les acteurs eux-mêmes (Collectivité Locale, Comités de Gestion, Associations d'Usagers). L'entretien courant permet d'assurer la fourniture de service de qualité aux usagers. Il ne change pas la valeur résiduelle du patrimoine.
- **L'entretien périodique** : il consiste à déployer des stratégies mineures (techniques, matérielles et financières) de réparation des ouvrages généralement non fonctionnels ou hors d'usage. Ces stratégies seront prises en charge par des personnes ressources (ouvriers qualifiés). L'entretien périodique augmente la valeur résiduelle du patrimoine et la durabilité des ouvrages. Il s'effectue suivant une échéance donnée en fonction du type d'Ouvrage et il est à la charge du maître d'ouvrage.
- **La Réhabilitation ou "grosses réparations"** : Il permet de reconstituer la valeur patrimoniale d'un ouvrage par sa remise à neuf. Les actions de réhabilitation interviennent en général au bout de la durée de vie de l'ouvrage. Cette période est de 15 ans en moyenne pour les aménagements de type 1 tels que ceux de type DCN, seuils ou barrages et 20 ans en moyenne pour les aménagements de type 3 (PIV, PPM, etc.). Les travaux de réhabilitation sont à la charge du maître d'ouvrage.

La maintenance renvoie à toutes les activités qui permettent un fonctionnement du dispositif organisationnel d'entretien (inspections, diagnostic, contrôle, surveillance, suivi, opérationnalisation). La maintenance peut se définir comme étant la somme des actions d'entretien et de réparation menées pour assurer la pérennité des infrastructures et équipements afin de leur garantir une meilleure utilisation par les usagers. La notion de maintenance s'applique plus souvent pour les équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

Il existe trois types de maintenance :

- La **maintenance préventive**, effectuée selon un échéancier établi d'avance (maintenance systématique effectuée selon un échéancier établi selon la fréquence d'utilisation, maintenance conditionnelle subordonnée à un type d'événement prédéterminé révélateur de l'état de dégradation) ;
- La **maintenance corrective** qui est déclenchée suite à la défaillance d'un élément du système d'irrigation (infrastructure ou équipement) ;
- La **réhabilitation** qui est effectuée lorsque le degré de dégradation de ses éléments ou leur obsolescence est tel qu'il devient nécessaire de procéder à des opérations lourdes de rénovation, reconstruction, modification ou modernisation.

III. DISPOSITIF ORGANISATIONNEL POUR L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS HYDRO-AGRICILES

Le manque d'entretien est l'une des causes majeures de dégradation des aménagements hydro-agricoles. Il est donc primordial de l'effectuer avec rigueur pour assurer la durabilité des infrastructures et équipements d'irrigation.

L'obligation de contribuer à minima aux frais d'entretien régulier des ouvrages devra donc être discutée et acceptée par tous les bénéficiaires des sous-projets. Les questions de constituer un capital pour prendre en charge "les gros travaux" et le renouvellement partiel ou la réhabilitation devront être également discutées.

Les rôles et les responsabilités des acteurs de l'organisation de l'entretien et de la maintenance se répartissent entre deux principales catégories : le maître d'ouvrage durant la période du PARIIS et les communautés bénéficiaires pendant et après le projet.

3.1. Rôle du maître d'ouvrage

3.1.1. *Prise en compte de la dimension entretien & maintenance dans le processus de conception et de mise en œuvre des sous-projets.*

Pour une réelle appropriation des sous projets de types 1&3 par les bénéficiaires, il faudrait une approche de conception et de mise en œuvre des sous projets de façon concertée et itérative. Cette démarche qui responsabilise les bénéficiaires, doit permettre de valider leurs capacités et leur volonté à assurer une bonne gestion des aménagements.

La question de l'entretien et la maintenance sera abordée durant tout le cycle du sous-projet, mais de manière spécifique, aux étapes suivantes :

- **Lors des premières rencontres d'animation et de sensibilisation :**
Il s'agira pour les différents acteurs du PARIIS d'insister auprès des bénéficiaires et des collectivités sur l'importance de l'entretien et la maintenance, pour la viabilité des sous-projets et de s'accorder avec eux sur le principe qu'ils sont responsables de la gestion des infrastructures et des équipements pendant et après le projet.
- **Lors de la signature des accords de financement des sous-projets**
Le principe de la responsabilité des bénéficiaires pour l'entretien et la maintenance devra être validé et l'engagement du porteur du sous-projet devra être explicitement inscrit sur le document à signer par les parties prenantes.
- **Lors du choix de l'option d'irrigation**
Cette étape est assez importante. Il est souhaitable de préparer et de présenter au cours de cette séance, une analyse comparative des avantages et inconvénients de chaque option en matière d'entretien/maintenance, afin que les bénéficiaires choisissent en toute responsabilité. Si le choix de l'option nécessite une contribution additionnelle (en nature ou en espèces) des bénéficiaires il faudrait en discuter avec eux et convenir des modalités et délais de mobilisation.
- **Lors des réceptions des travaux**
Il sera remis aux bénéficiaires un guide et un tableau des principaux postes d'entretien/maintenance des infrastructures et équipements, avec leurs périodicités et leurs couts approximatifs par an. L'on pourrait également mettre à disposition une liste de bonnes pratiques de protection et de pratiques dégradantes des ouvrages.

- **Lors de la rétrocession des infrastructures et équipements**

Il sera rappelé au cours de cette séance, toutes les discussions et résolutions/accords, ainsi que les documents mis à disposition des bénéficiaires, relatifs à l'entretien/maintenance des infrastructures et équipements.

- **L'accompagnement de la mise en valeur agricole**

Une insuffisance ou un manque d'entretien peut entraîner des défaillances dans le dispositif de fourniture en eau et compromettre une campagne agricole. Cette dimension devra être partie intégrante de la mise en valeur agricole et bénéficier d'appuis lors de cette phase du sous-projet.

3.1.2. Appui à l'organisation des bénéficiaires pour la gestion de l'entretien/maintenance

Les porteurs de sous-projets sont généralement les collectivités (mairies, villages ou regroupement de villages, communautés diverses) pour les types 1 et des structures plus ou moins organisées (GIE, Coopératives et autres) pour les types 3. Néanmoins, il arrive que, dans le cadre des aménagements de types 1, des organisations de producteurs soient mises en place par les maîtres d'ouvrages des projets.

Dans tous les cas, le PARIIS devra aider à mettre en place des organes de gestion ou à mieux structurer et améliorer la gouvernance des porteurs de sous-projets déjà organisés. Il faudra ensuite aider à mettre en place, si nécessaire, une "commission spécialisée" par activité ou composante de l'entretien/maintenance

3.1.3. Renforcement des compétences des organes de gestion et des autres exploitants

La mise en place ou la restructuration des organes de gestion devra s'accompagner d'un plan de renforcement technique et organisationnel afin que les responsables et les utilisateurs des aménagements soient outillés pour assurer leurs entretiens/maintenances. Les principaux thèmes de ces renforcements de capacités seront :

- Les rôles et responsabilités des organes de gestion dans l'entretien/maintenance des infrastructures et équipements ;
- Les techniques d'entretiens (guide simplifié avec essentiellement les entretiens courants réalisables par les exploitants) avec surtout des séances pratiques ;
- Bonnes pratiques d'utilisation permettant d'assurer une meilleure durée de vie des infrastructures et équipements avec utilisation des images ;
- Pratiques dégradantes qui occasionneraient une dégradation rapide des aménagements.

3.1.4. Facilitation de la mise en relation des bénéficiaires avec d'autres acteurs

Le PARIIS devra aider et accompagner les exploitants à préparer la période après projet en facilitant leur mise en relation avec les fournisseurs et prestataires en matière d'entretien et de maintenance.

En effet, si les entretiens courants peuvent être assurés par les exploitants eux-mêmes ou par une main d'œuvre locale, les entretiens périodiques, la fourniture de pièces de rechanges, les "grosses réparations", etc. nécessitent la sollicitation d'ouvriers spécialisés et de fournisseurs de pièces de rechange mais aussi d'institutions financières de proximité.

3.2. Rôle des exploitants et de leurs organisations

Tous les exploitants ainsi que les autorités locales devront être en mesure de veiller au bon fonctionnement des organes de gestion afin de s'assurer que les infrastructures et équipements sont maintenus dans un bon état et peuvent couvrir les besoins en eaux de la production agricole sur les aménagements. Ils doivent aussi accepter l'obligation de contribuer aux frais d'entretien et à la constitution d'un capital pour le renouvellement des infrastructures et équipements.

Avant de démarrer l'exploitation des aménagements, il faudra élaborer un règlement intérieur qui doit être suffisamment partagé afin que chaque exploitant puisse le comprendre. Le comité de gestion s'assure du respect de ses règles par tous.

Il revient aux exploitants et leurs organisations de mener toutes les actions nécessaires de planification, de budgétisation, et de contractualisation.

3.2.1. Planification et budgétisation sur le moyen terme²

Il s'agit d'élaborer un plan pluriannuel d'entretien/maintenance et de renouvellement des infrastructures et équipements d'irrigation mais aussi des autres matériels et équipements de production, de stockage/transformation et de commercialisation s'il y a lieu. Ce plan devra identifier par poste, la nature des entretiens à réaliser et évaluer les coûts approximatifs annuels de chaque poste.

Le maître d'ouvrage devra appuyer les organes de gestion des aménagements à la formulation de ce plan pluriannuel qui servirait de document de référence, non seulement pour fixer les montants des cotisations par unité de surface par an ou par campagne agricole, mais aussi de support de négociations³ avec les collectivités, les administrations, les fournisseurs de biens, les prestataires de services, les partenaires techniques et financiers etc.

3.2.2. Planification des campagnes agricoles

Au début de chaque campagne agricole (1 ou plusieurs par an), il est nécessaire d'évaluer les besoins d'entretien/maintenance, d'élaborer un budget, de définir les modalités de mobilisation des ressources financières. Un plan d'actions définira les activités à réaliser et désignera un responsable pour chacune d'elles. Des réunions périodiques et exceptionnelles de l'organe de gestion permettront de s'assurer du bon déroulement de la campagne et d'intervenir rapidement en cas de problèmes.

3.2.3. Contractualisation avec des fournisseurs de biens et de services

Les séances de sensibilisation et les formations réalisées durant le processus de mise en œuvre du PARIIS devront permettre aux exploitants d'assurer les entretiens courants. L'organe de gestion sera amené à solliciter des expertises externes pour les entretiens périodiques, les réparations, les fournitures de pièces de rechange. Il aurait également besoin du concours des institutions financières pour couvrir, en partie, les charges liées à ces différentes prestations.

Il s'agira de définir avec les prestataires qualifiés, les modalités de collaboration pour les visites

² Entre trois et cinq ans

³ Une collaboration est souhaitable entre sous-projets d'une même ZIP ou d'une circonscription administrative pour les démarches auprès des autres acteurs. Cela améliorera les capacités de négociation et permettront à chacun de bénéficier d'un prix de gros auprès des prestataires

périodiques et des interventions ponctuelles sur demande des organes de gestion. Le choix du prestataire pourrait être soumis à un appel d'offres restreint.

En ce qui concerne les institutions financières, les organes de gestion pourraient négocier un plafond de découvert sur leurs comptes courants ouverts au niveau de ces organismes. Cela peut leur permettre de couvrir les besoins urgents qui ne peuvent être pris en charge par la trésorerie disponible.

IV. DISPOSITIF TECHNIQUE POUR L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES ET ÉQUIPEMENTS HYDRO-AGRIQUES

La durabilité des aménagements hydro agricoles passe par le suivi, l'entretien et la maintenance de ces infrastructures et équipements. La forme et le système d'entretien et de maintenance à apporter dépend des différents types d'aménagements.

4.1. Principaux Types d'aménagements dans le cadre du PARIIS

Dans le cadre du PARIIS, les solutions d'irrigation de type 1 portent essentiellement sur les aménagements hydro-agricoles en maîtrise partielle de l'eau (bas-fonds et systèmes de décrue contrôlée), en gestion communautaire. Les différents types d'aménagements pour ce type de solution d'irrigation sont :

- Les petits barrages, en terre, maçonnerie de moellons et béton : C'est un mur érigé en travers d'un cours d'eau, destiné à bloquer les eaux de ruissellement du bassin versant, pour constituer une retenue pérenne ou temporaire à usage multiple ou spécifique. Sa capacité de stockage est de l'ordre de quelques dizaines de milliers de m³.
- Les barrages anti sel : Le barrage anti-sel a pour rôle principal de bloquer la remontée du biseau salé, de manière à créer un plan d'eau permanent en amont et permettre la recharge de la nappe sous-jacente. Ces types d'ouvrages sont uniquement rencontrés au Sénégal.
- Les seuils d'épandage : ce sont des ouvrages de petite hauteur, destinés à réduire l'érosion et la vitesse d'écoulement. Ils sont constitués de pierres naturelles (moellons), de mortier de ciment et se composent d'un déversoir dans les lits mineurs des rivières, de contreforts latéraux pour la stabilisation des berges et de murs en aile qui traversent le bas-fond ou la vallée.
- Les aménagements de type PAFR⁴ : cette méthode d'aménagement consiste en la construction d'une série de diguettes en terre compactée disposées suivant les courbes de niveau, généralement protégées par des moellons posés sur une toile de polypropylène tissé (sac de riz par exemple) qui fait office de géotextile. Ces diguettes sont espacées en fonction de la lame d'eau qu'on veut retenir dans les parcelles (en général, une hauteur de 35 cm).
- Les ouvrages CES/DRS (Conservation des Eaux et des Sols - Défense et Restauration des Sols) sont des ouvrages réalisés pour protéger les vallées ou bas-fonds aménagés contre les phénomènes de dégradation / appauvrissement des sols (érosion hydrique ou éolienne, ensablement, ravinements, etc.). Ces ouvrages peuvent être combinés aux seuils d'épandage, aux DCN ou petits barrages, afin de traiter les bassins versants des zones aménagées. Ils sont de plusieurs types : seuils en gabions, seuils en pierres sèches, cordons pierreux, tranchées, demi-lunes, plantations d'arbres ou arbustes (haies vives), etc.

Pour les solutions d'irrigation de type 3, qui concernent essentiellement les aménagements hydro-

⁴ Plan d'Action pour la Filière Riz (Burkina Faso)

agricoles en maîtrise totale de l'eau à petite échelle, en gestion Communautaire, les différents types d'aménagements dans le cadre du PARIIS sont :

- Les PPM (Petit Périmètre Maraîcher) en système californien de type VISA⁵ (Valorisation de l'Irrigué pour la Souveraineté Alimentaire - Mauritanie), ou autres (aspersion, goutte à goutte), alimentés par pompage à partir de sources d'eau de surface (fleuves ou cours d'eau pérennes) ou souterraines (puits ou forages).
- Les PIV en système gravitaire (à partir d'un barrage ou retenue d'eau, avec des canaux d'irrigation et de drainage à ciel ouvert) ou semi-californien (par pompage à partir d'un fleuve ou cours d'eau pérenne, puis irrigation gravitaire par des canaux d'irrigation et de drainage à ciel ouvert). Les options possibles avec les canaux d'irrigation à ciel ouvert sont :
 - Les canaux en remblai de terre compactée (section trapézoïdale) ;
 - Les canaux revêtus en béton, en parpaings ou en maçonnerie de moellons (section rectangulaire) ;
 - Les canaux revêtus en béton armé (section trapézoïdale ou rectangulaire).

⁵ Valorisation de l'Irrigué pour la Souveraineté Alimentaire (Mauritanie)

4.2. Mise en œuvre du dispositif d'entretien et maintenance des infrastructures et équipements HA (types 1)

4.2.1. Les petits barrages et seuils d'épandage

■ Description des ouvrages

- **Un mini barrage ou petit barrage** est un mur érigé au travers d'un cours d'eau et destiné à bloquer les eaux de ruissellement du bassin versant pour constituer une retenue pérenne ou temporaire à usage multiple ou spécifique.



Photo 1 : Mini barrage

- **Un seuil d'épandage** est également un mur érigé au travers d'un cours d'eau et destiné à bloquer les eaux de ruissellement du bassin versant pour provoquer un épandage des eaux afin de faciliter la recharge des nappes phréatiques. Il n'a pas pour but de retenir l'eau dans la durée.



Photo 2 : Seuil d'épandage

- **Le barrages anti sel** : Le barrage anti-sel a pour rôle principal de bloquer la remontée du biseau salé, de manière à créer un plan d'eau permanent en amont et permettre la recharge de la nappe sous-jacente. Ces types d'ouvrages sont uniquement rencontrés au Sénégal.



Photo 3 : Barrage anti-sel

▪ Gestion des ouvrages

La gestion de ces ouvrages relève de la collectivité territoriale, qui transfère cette gestion aux organisations des communautés locales bénéficiaires à travers **un cahier de charges ou une convention locale de gestion (cas du Tchad), précisant les rôles et responsabilité entre les deux parties**. L'entretien des petits barrages et seuils d'épandage fait intervenir, au-delà des porteurs de sous-projets et selon les pays, les associations d'usagers d'eau (AUE), les comités locaux de l'eau (CLE), les comités d'irrigants. La mise en place ou l'opérationnalisation de ces instances de gestion de l'eau est prévue dans le cadre du PARIIS.

Les actions d'entretien des petits barrages et seuils d'épandage portent essentiellement sur la surveillance, et les petits entretiens courants des ouvrages.

La surveillance d'un ouvrage de petit barrage ou seuil d'épandage a pour objet de détecter et si possible de prévenir, toute dégradation afin de le conserver en bon état de sécurité et apte à remplir ses fonctions. À cet effet, il est mis en place un comité restreint de 2 à 3 membres issus du comité de gestion, pour la surveillance des ouvrages.

Le rôle de ce comité restreint demande peu de compétences techniques, mais exige toutefois attention, rigueur et régularité. Il repose sur trois actions essentielles :

- L'observation visuelle de routine ;
- L'observation à l'occasion des crues ;
- La transcription des observations dans un registre du barrage.

L'observation visuelle de routine est une observation régulière du barrage ou du seuil d'épandage qui a pour objectif de repérer rapidement tout phénomène ou dégât nouveau susceptibles de l'affecter et en suivre les évolutions. Les visites doivent être plus fréquentes pendant la saison des pluies, en particulier lorsque le barrage est plein (une fois par semaine). Elles doivent être effectuées systématiquement après chaque crue et plus fréquemment dès qu'un phénomène inquiétant est constaté. L'exploitant, généralement présent à proximité du barrage, est le mieux placé pour effectuer ces observations. Il doit relever les points suivants :

- Sur tous les barrages et seuils d'épandage
 - L'apparition ou évolution de fuites, même à une distance de plusieurs dizaines de mètres en aval ;
 - L'obstruction des ouvrages de déversement et de vidange par des corps flottants ;
 - Les désordres parmi les blocs de protection des bassins de dissipation ;
 - Les dépôt (sable dunaire ou autres) sur les ouvrages.

- Sur les remblais en terre

- Fuites au pied du talus aval : identifier en particulier un éventuel entraînement des grains au sol, qui se traduirait par l'écoulement d'une eau boueuse ;
- Creusement de ravines sur les parements amont et aval ;
- Points bas sur la crête de la digue ;
- Fissurations de la crête de la digue ;
- Désordres parmi les pierres de protection à l'amont et éventuellement à l'aval : pierres déplacées ou désagrégées, éboulements ;
- Présence d'arbres ou d'arbustes sur les talus et à proximité du pied aval ;
- Dégradations dues aux animaux (dégâts provoqués par le passage des troupeaux, terriers d'animaux sauvages, etc.).



Photo 4 : Griffes d'érosion sur digue

- Sur les bétons et les maçonneries

- Fissures sur les enduits, notamment sur les parties amont des déversoirs ;
- Décollement des enduits et/ou des joints ;
- Fissures profondes dans la masse des ouvrages ;
- Fissures sur les perrés maçonnés ;
- Fuites et suintements ;
- Mise à nu des fers du béton armé ;
- Séparation des ouvrages en béton et du remblai (derrière les bajoyers principalement).



Photo 5: Fissures dans la masse d'un ouvrage en béton

- Sur les ouvrages en gabions

- Corrosion des fils du grillage ;
- Rupture des fils ;
- Croissance d'arbustes sur les gabions ;
- Affaissement excessif de certaines parties ;
- Déformation généralisée ;
- Gabions vidés de leurs pierres (suite à la rupture des cages ou à la diminution du diamètre des blocs par usure ou brisure) ;
- Séparation des ouvrages en gabions et du remblai.



Photo 6 : Déformation de gabions

- Points divers

- Disparition de batardeaux de l'ouvrage de vidange ;
- État des parties métalliques : passerelles, glissières, etc.;
- Présence d'ogglas⁶ à proximité immédiate du barrage ;
- Détérioration des éventuelles clôtures de protection.

L'Observation à l'occasion des crues est faite au moment des crues, quand le barrage court le maximum de risques car la cote du plan d'eau est élevée, et les débits importants franchissent le déversoir et des ruissellements se produisent sur les talus.

Une présence renforcée des exploitants s'impose donc à cette occasion. L'observation pendant la crue et surtout pendant que l'évacuateur fonctionne, donne de nombreux renseignements. Mais elle n'est pas toujours possible car certaines crues surviennent la nuit.

Cependant, chaque fois que cela est possible, il convient de noter en langage simple les éléments suivants sur le registre du barrage :

- Le niveau maximum atteint par l'eau (à lire sur l'échelle limnimétrique ou à repérer sur les bajoyers⁷).
- La durée de la crue (avec les dates et heures de début et de fin).

Il faut effectuer systématiquement une observation après la crue, avec les points suivants :

- Relevé de traces permettant de connaître le niveau maximum atteint par l'eau : dépôts de branchages et de brindilles, traces sur l'échelle limnimétrique ou les murs en béton (ne pas confondre avec les traces laissées par les crues précédentes) ;
- Identification d'éventuelles surverses⁸ sur la crête de l'ouvrage : les observations sont à faire à la fois sur la crête et sur le talus aval du remblai ;
- État du déversoir et du bassin de dissipation : noter en particulier les érosions, le déchaussement des fondations, le contournement des bajoyers, ou encore le déplacement anormal de certaines parties par rapport à d'autres (affaissements, glissements, etc.) ;
- Dégâts divers sur les parties en gabions : déformations excessives, rupture des fils du grillage ou des ligatures, déchaussements ;
- Creusement ou approfondissement de ravines consécutives au ruissellement sur les talus (en particulier sur le talus aval) ;
- Apparition de nouvelles fuites ou augmentation notable des fuites déjà existantes.

Pour le Suivi hydrologique de la retenue, les dispositions suivantes doivent être prises :

- Le suivi de la côte de la retenue requiert une échelle limnimétrique ;
- La mesure est faite par simple lecture du niveau d'eau sur l'échelle graduée ;
- Si aucun limnimètre n'a été prévu par le projet, on peut en réaliser un de manière rudimentaire : utiliser un morceau de tuyau en PVC de 100 millimètres de diamètre, le graduer soigneusement avec de la peinture à l'aide d'un mètre et le sceller verticalement

⁶ Infiltration souterraine des eaux

⁷ Murs en béton qui séparent les remblais en terre des évacuateurs de crue ou des ouvrages de vidange

⁸ Déversement par-dessus la crête

- au pied du talus amont avec du mortier (le PVC est préférable au fer, qui peut se rouiller et rendre ainsi les graduations rapidement illisibles) ;
- Grâce au limnimètre, l'exploitant peut assurer un suivi régulier du remplissage et mieux gérer la retenue ;
 - Une partie du registre du barrage ou un cahier spécial peuvent être utilisés pour noter les mesures, depuis le début de la saison des pluies, jusqu'à la vidange de la cuvette ;
 - À défaut de limnimètre, même artisanal, le niveau de l'eau peut être évalué en repérant les traces laissées par l'eau sur les murs bajoyers de chaque côté du déversoir ;
 - En plus du limnimètre, il serait judicieux de placer à proximité du barrage un pluviomètre afin de recueillir les données pluviométriques ;
 - L'exploitant peut transmettre l'ensemble de ces renseignements aux STDE (direction régionale de l'agriculture, services hydrologiques, etc.) pour un suivi et une assistance en cas de besoin.

Cette série d'observations doit être notée dans le registre du barrage. Si les éventuels dégâts observés ne sont pas trop graves, il revient à l'exploitant de les réparer lui-même. Si les dégâts sont trop importants, il doit les signaler le plus rapidement possible aux services compétents.

La transcription des observations dans un registre du barrage est faite à travers la tenue d'un registre du barrage. Pour le suivi d'un petit barrage, un simple cahier de 200 pages peut tenir lieu de registre. Des pages à petits carreaux sont mieux indiqués afin de faciliter la réalisation de schémas simples.

Ce registre doit être régulièrement tenu à jour par la personne chargée de la surveillance du barrage, qui y consignera en particulier :

- Le compte rendu des observations visuelles de routine (en utilisant éventuellement la mention RAS - rien à signaler - si rien de notable n'a été remarqué lors de la visite) ;
- Le compte rendu des observations en période de crue ;
- Les mesures hydrologiques, si elles ne font pas l'objet de documents spécifiques (fiches ou cahier) ;
- Des informations sur l'exploitation agricole de la cuvette (date et niveau de remplissage maximum, date de début et de fin de vidange, date de la mise en culture, nature des cultures, difficultés rencontrées) ;
- La date et la description de tous les travaux d'entretien et des réparations effectuées sur le barrage et ses ouvrages annexes ;
- Les procès-verbaux datés des visites des services techniques des projets ou de l'État, avec les noms et signatures des participants.

Le registre du barrage est un témoin permanent de son suivi, de son entretien, de ses réparations et de son utilisation. Soigneusement renseigné et mis à jour, il facilitera toutes ces opérations et contribuera ainsi à la longévité de l'aménagement.

▪ **Entretien courant d'un petit barrage**

Le déficit d'entretien est l'une des causes majeures de dégradation et de ruine des barrages. Pourtant facile à assurer, il n'est effectué que dans de rares cas, alors qu'il est fondamental pour garantir la longévité de ces ouvrages. On distingue le petit entretien et le gros entretien.

Le petit entretien courant consiste à réparer les dégradations mineures subies par l'ouvrage le plus tôt possible, avant qu'elles n'entraînent des dégâts plus importants compromettant la sécurité du barrage. **Cette tâche relève donc clairement du rôle de l'exploitant.**

Le gros entretien, qui ne sera pas évoqué dans ce manuel, est du ressort des services de l'État, qui doivent dépêcher sur place un ingénieur ou technicien spécialisé. Ce dernier définit les études et les travaux à entreprendre au vu de la pathologie particulière rencontrée sur le site.

Le petit entretien courant des petits barrages et seuils d'épandage comprend :

- Le comblement des ravines ;
- Le comblement des nids de poule sur la crête ;
- L'entretien des perrés ;
- La suppression de la végétation arbustive ;
- L'entretien de surface des bétons et maçonneries ;
- La réparation des gabions ;
- L'entretien et la réparation des ouvrages de vidange ;
- La lutte contre les dégâts perpétrés par les animaux.

Le tableau 1 ci-après présente un récapitulatif de quelques pathologies couramment relevées sur ce type d'ouvrages, ainsi que des pistes de solutions.

Tableau 1 : Quelques pathologies des petits barrages et seuils d'épandage

Type de dégradation	Causes	Conséquences	Solutions
Affaissement	- Mauvais compactage ; - Lessivage de couche de pose ; - Surcharge.	- Submersion du corps du barrage - Perte de volume d'eau stockée	- Rehausser la digue du barrage.
Fuites d'eau	- Fissures - Nids de rongeurs - Mauvaise qualité des matériaux ; - Arbres, racines d'arbres ou arbustes.	- Effondrement du barrage ; - Diminution de la réserve en eau ; - Renardage.	- Réparation des fissures ; - Élimination des arbres ou arbuste nuisibles au barrage.
Chute de perré	- Les hommes ; - Les animaux ; - Les courants d'eau.	- Déstabilisation des berges/parements - Érosions des talus.	- Reprofilage des talus et reprise de la pose des perrés ; - Aménager un couloir d'accès à la retenue d'eau.
Rupture de digue	- Mauvais compactage ; - Érosion hydrique.	- Pertes d'eau ; - Vidange de la retenue d'eau.	- Réhabilitation de la digue (apport de terre de remblai à compacter dans les zones coupées).

Type de dégradation	Causes	Conséquences	Solutions
Érosion des talus et corps de digue	<ul style="list-style-type: none"> - Crues, pluies - Passage des animaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Griffes d'érosion sur le talus aval ; - Érosion régressive du chenal ; - Érosion des talus aval par submersion ; - Fuite par des défauts de filtre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reprofilage et recharges des talus et corps de digue.
Fissure des bajoyers	<ul style="list-style-type: none"> - Craquage des maçonneries (bajoyers, perrés maçonnés) ; - Infiltration par racines pourries. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détérioration du bout de la digue. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation des fissures - Extraction des racines.
Dégradation des ouvrages de vidange	<ul style="list-style-type: none"> - Vieillessement ; - Érosion interne. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuites d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation de l'ouvrage ; - Remplacement des organes défectueux.
Envasement de la cuvette de la réserve	<ul style="list-style-type: none"> - Comblement du fond de la cuvette ; - Charriage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de la capacité de la retenue. 	<ul style="list-style-type: none"> - Curage de la cuvette de la retenue ; - Utilisation des techniques antiérosives ; - Protection du bassin versant.

Les techniques et exemples de réalisation des travaux d'entretien courant sont présentés en annexe 1.

4.2.2. Les aménagements de bas-fonds en DCN de type PAFR

L'aménagement de bas-fonds par la technique de diguettes en courbes de niveau (DCN) consiste à la mise en place à travers la vallée, des diguettes suivant les courbes de niveau permettant de maintenir une lame d'eau suffisante dans la rizière, pour permettre aux plantes de supporter les déficits pluviométriques. Les diguettes sont faites de terre compactée recouverte de géotextile, protégées par des moellons et munies de pertuis pour réguler le niveau de l'eau. Ces diguettes sont espacées en fonction de la lame d'eau qu'on veut retenir dans les parcelles (en général, une hauteur de 35 cm).



Photo 7 : Diguette en courbe de niveau munie de pertuis

La gestion des aménagements de bas-fonds en DCN est de type communautaire. Dans le contexte du PARIIS, l'entretien et la gestion des DCN est assuré par la société coopérative (Scoop) qui regroupe à son sein, un comité local de gestion de l'eau (CLE), et un comité de gestion de plaintes.

La gestion de ce type d'aménagements est organisée autour de la gestion de l'eau et de la gestion des ouvrages.

- **La gestion de l'eau** est simple et est effectuée par le groupement / coopérative. Fortement liée au calendrier agricole (préparation du sol, semis et/ou repiquage), elle consiste au respect d'un calendrier agricole et d'un calendrier de manipulation de vannes.

La vannette doit rester en position ouverte pendant toute la campagne. Elle est utilisée seulement en cas de constatation de déficit hydrique pour permettre un stockage temporaire des écoulements. Il faudra :

- Procéder à la vidange de l'excès d'eau dès le début des travaux de préparation des sols (opération à poursuivre jusqu'après le tallage) ;
- Faire la vidange et drainage des casiers par des brèches dans les diguettes parcelaires compactées ou non (drainage latéral).



Photo 8 : Vannette ouverte

Une bonne gestion de l'eau dépend de la pluviométrie, de la préparation du sol et de l'organisation des exploitants. Pour mieux gérer la ressource « eau », il faut comprendre l'intérêt des matériaux utilisés et le fonctionnement de chaque ouvrage.

Le pertuis, contrairement à ce que pourraient penser les usagers, ne sert pas à évacuer les crues du cours d'eau, mais à vidanger les casiers en cas de besoin et à stocker les écoulements pour maintenir une lame d'eau, afin d'éviter de se retrouver à sec après les crues.


- **Pour la gestion des ouvrages**, afin d'assurer un entretien efficace des ouvrages, il est recommandé de responsabiliser les producteurs par diguette / seuil comme suit :
 - Les bénéficiaires d'une même diguette sont organisés autour d'un groupe de gestion et d'entretien ; ainsi, les meilleurs inciteront les moins dynamiques ;
 - Un comité restreint de deux personnes s'assurera de l'application des règles de gestion.

Tableau 2 : Types d'entretien courants et périodiques des diguettes à courbes de niveau revêtues

Partie d'ouvrage	Entretien préventif	Entretien curatif
Diguettes à courbes de niveau revêtues	<ul style="list-style-type: none"> - Les travaux champêtres commencent avec le nettoyage des terres à cultiver ; - Le nettoyage de l'aménagement fait également partie des tâches du groupement / coopérative, y compris les parcelles, les diguettes et abords de l'aménagement : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Replacer les moellons déplacés ; ✓ Faucarder les herbes le long des diguettes ; ✓ Créer une bande verte autour du périmètre : entre la bande verte et le périmètre une aire de circulation doit impérativement être dégagée. <p>Période : Avril</p>	<ul style="list-style-type: none"> - À la fin de l'hivernage, l'humidité résiduelle permet de recharger les diguettes, de combler les brèches et de compacter la terre ; - Pendant cette période, la main d'œuvre est très sollicitée : il faut insérer le respect de cette tâche dans le règlement intérieur du groupement / coopérative et chaque producteur doit affecter un ou deux jours à cette activité. <p>(Période : octobre à janvier)</p>
Pertuis de vidange	<ul style="list-style-type: none"> - Replacer les moellons déplacés ; - Remblayer les renards et affouillements avec de la terre argileuse. <p>(Période : octobre à janvier)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Réparer l'ouvrage par un maçon spécialisé (se référer aux STDE). <p>(Période : janvier à mai)</p>

Le tableau 3 ci-dessous présente un récapitulatif illustré de quelques pathologies couramment relevées sur les aménagements de DCN ou seuils, ainsi que des pistes de solutions.

Tableau 3 : Quelques pathologies des aménagements de DCN et seuils

Type de dégradation	Causes	Conséquences	Solutions
Dégradations du géotextile	<ul style="list-style-type: none"> - Exposition prolongée au soleil ; - Poinçonnement dû aux arêtes de certains moellons. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le polypropylène tissé qui fait office de géotextile est très sensible aux rayons du soleil (rayon UV), ce qui entraîne le pourrissement et l'effritement du géotextile ; - Déchirures du géotextile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Il est impératif que le tissu soit entièrement recouvert par les moellons (pour la maintenir stable et la protéger des rayons du soleil : entretiens courants nécessaires ; - Disposer toujours les faces planes des moellons contre le géotextile ; - Remplacer le géotextile sur les tronçons où il est déchiré, troué ou décomposé (disposer d'un stock minimum pour ce type de réparations).
	 <p>Photo 9 : Illustration de la pose d'un géotextile sur une DCN</p>		
Chute des moellons	<ul style="list-style-type: none"> - Les hommes ; - Les animaux ; - Les courants d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Déstabilisation des berges/parements ; - Érosions des talus. 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlever les pierres dans les endroits dégradés, y compris un peu aux alentours ; - Reprofilage des talus (apport de remblai et compactage par dames manuelles) ; - Replacer le géotextile ; - Replacer soigneusement des moellons de taille suffisante (20 cm de diamètre) et de qualité satisfaisante ; - Pour une meilleure stabilité des moellons, ceux-ci doivent être posés comme suit :



Type de dégradation	Causes	Conséquences	Solutions
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les plus gros en aval comme buté, ensuite de l'aval vers la crête et du pied amont vers la crête ; ✓ Ils sont posés de façon à limiter au maximum les vides. Les vides restants sont ensuite remplis avec du concassé de moellons. ✓ On peut vérifier la stabilité de la pose en marchant dessus, ceux-ci ne devraient plus bouger. <p>NB : Le jointoiment des pierres avec du mortier est à proscrire car il est plus néfaste que bénéfique : les sous-pressions dues à l'action des vagues fissurent le mortier et les blocs finissent par être soulevés et glisser par plaques entières.</p>
<p>Dégradations sur les pertuis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fissures ou cassures des parties bétonnées ; - Vannettes rouillées et / ou bloquées ; - Affouillements en aval du bassin de dissipation ; - Renardage sous le pertuis ; - Renardage sur les côtés du pertuis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Origines humaines ; - Origines animales ; - Défauts de construction ; - Qualité des matériaux (sable, gravier) ; - Dosage du béton ; - Craquage des maçonneries ; - Infiltration par racines pourries ; - Peinture antirouille absente ou dégradée ; - Protection insuffisante du bassin de dissipation en enrochements. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuite et perte d'eau : lame d'eau insuffisante dans les casiers concernés ; - Perforation des vannettes, entraînant l'impossibilité de contrôler la lame d'eau ; - Érosion régressive pouvant menacer le bloc de pertuis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation des fissures - Extraction des racines - Graisser régulièrement les vannettes avec de l'huile de vidange pendant la saison sèche ; - Renouveler la peinture antirouille des vannettes lorsqu'elle est dégradée ; - Replacer les moellons emportés par les enfants ou les crues dans les bassins de dissipation ; - Remplacement des moellons déplacés, - Reconstruction ou réparation du pertuis ; - Remblaiement des renards et des affouillements avec de la terre argileuse ;

Photo 10 : Illustration de la pose de moellons sur une DCN

Type de dégradation	Causes	Conséquences	Solutions
	 <p>Photo 11 : Diguette et pertuis avant les écoulements</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Constitution d'un tapis de moellons maçonné à la place de l'affouillement ; - Renardage sur les côtés : reconstruction de la diguette au droit du pertuis (reconstitution du remblai, pose du géotextile et pose des moellons).
Rupture de diguette	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvais compactage ; - Érosion hydrique ; - Renards dus aux racines d'arbres ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Pertes d'eau ; - Vidange non contrôlée des casiers. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réhabilitation de la digue (apport de terre de remblai à compacter dans les zones coupées) ; - Le comblement d'une brèche comporte trois phases : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Le remblaiement de la brèche proprement dite ; ✓ La protection avec géotextile et moellons ; ✓ L'élimination de la cause qui a provoqué son apparition ; ✓ Matériel nécessaire (dames manuelles, brouettes, pelles, dabs, pioches).
Érosion des talus et corps de diguette	<ul style="list-style-type: none"> - Crues, pluies - Passage des animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Griffes d'érosion sur le talus aval ; - Érosion régressive du bassin de dissipation ; - Érosion des talus aval par submersion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reprofilage et recharges des talus et corps de diguette.

Les techniques et exemples de réalisation des travaux d'entretien courant des bas-fonds aménagés par des DCN sont présentés en annexe 2.

4.2.3. Les ouvrages CES/DRS

Les ouvrages CES/DRS sont des ouvrages réalisés pour protéger les vallées aménagées contre l'ensablement et les crues. Ces ouvrages sont combinés aux seuils d'épandage et petits barrages pour traiter les ravines et les versants et plateaux des vallées aménagées. Ces ouvrages sont de plusieurs types, à savoir des seuils en gabions, des seuils en pierres sèches, des cordons pierreux, des tranchées, des demi-lunes, et des plantations.



Photo 12: Récupération des terres en demi lunes



Photo 13 : Protection des berges en gabions

La gestion et l'entretien des ouvrages CES/DRS sont du ressort des bénéficiaires. Ils doivent s'organiser à maintenir la fonctionnalité de ces investissements.

Tableau 4 : Entretien courant et périodique des ouvrages CES/DRS

Type d'ouvrages	Entretien courant	Entretien périodique
Seuil en gabion	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation des gabions vidés de leurs pierres (suite à la rupture des cages ou à la diminution du diamètre des blocs par usure ou brisure). 	<ul style="list-style-type: none"> - S'assurer de la bonne disposition des pierres pour les replacer en cas de déplacement ; - Protéger les zones potentielles de création de nouvelles griffes en apport de pierres ; - Réparer la rupture des fils ; - Réparer l'affaissement excessif de certaines parties.
Seuil en pierres sèches/Cordons pierreux	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier après chaque pluie que les pierres n'ont pas été déplacées et de les remettre à leur place. ; - Recharger les passages préférentiels des eaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Replacer avant chaque hivernage les pierres déplacés au cours de la saison sèche suite au passage des animaux.
Demi lunes /Tranchées	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcer progressivement les bourrelets qui peuvent être endommagés par le débordement des eaux en cas de fortes pluies. 	<ul style="list-style-type: none"> - Regarnir les plants pour la mise en valeur, si nécessaire ; - Empêcher les herbacées d'envahir les demi-lunes pour éviter une concurrence avec les plants ligneux.

4.3. Périmètres Irrigués Villageois (PIV) et Petits Périmètres Maraichers (PPM) (types 3)

4.3.1. Les canaux d'irrigation et drains en terre

Pour le bon fonctionnement d'un périmètre irrigué, l'entretien des colatures et des canaux en terre (CP, CS, CT) doit être assuré régulièrement.



Photo 14 : Canal d'irrigation en terre

La photo ci-contre illustre les parties essentielles d'un canal (Cavalier ou berge du canal, radier, talus) sur lequel les dégradations suivantes peuvent survenir :

- Envasement et enherbement du fond (radier) ;
- Érosion / ravinement des talus ;
- Affaissement des cavaliers.

Pour le bon fonctionnement d'un canal d'irrigation et d'un drain, des mesures préventives et curatives s'imposent en l'occurrence la surveillance de routine des canaux et des drains, et le faucardage, curage, recharge des cavaliers et des talus.

▪ Dégradation du radier et procédures de réparation

Le premier nettoyage doit être fait en début de campagne agricole (Avril-Mai) juste avant les irrigations et le second, en fin de campagne agricole (Octobre-Novembre).



Photo 15 : Travaux de dévasement d'un canal d'irrigation

La pioche et les pics pour le creusement du fond des canaux et des drains, la pelle et la brouette pour la recharge et le transport de la terre déblayée loin des berges du canal (Photo 15).

▪ Dégradation des talus et procédures de réparation

Les talus d'un canal ou d'une rigole sont soumis à plusieurs types de risques : (i) arrachage des talus par des remous (courants d'eau rapide), (ii) diminution de la hauteur de la section du canal par l'envasement avec ses conséquences (modification du débit et de la vitesse de l'eau dans le canal, inondation, colmatage de certains ouvrages comme les partiteurs, vannes, etc. (iii) diminution de la hauteur des cavaliers due au splash, renardage, etc. (figure 1).

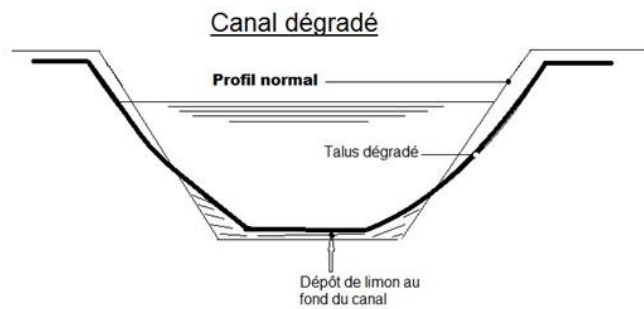


Figure 1 : illustratif de la dégradation d'un canal

Des outils simples d'utilisation comme l'équerre de talutage peuvent être utilisés pour apprécier la dégradation des talus du canal.

Pour réduire ces risques sur les talus et les flancs du cavalier, on adopte l'angle du talus naturel (angle adopté naturellement par les matériaux accumulés). Pour le connaître, on réalise un tas aussi raide que possible. S'il s'agit de terre, il faut briser les mottes sèches très finement avant de constituer le tas. On apprécie l'angle au moyen d'une latte.

Lorsqu'on construit un cavalier, l'adoption d'un angle plus grand que l'angle du talus naturel n'offre pas de risques techniques. Toutefois il oblige à élargir la base du cavalier (plus de matériaux).

▪ Dégradation des cavaliers et procédure de réparation d'une diguette

La section des diguettes se présente toujours sous forme de trapèze.

L'eau drainant à travers la diguette ne doit pas surgir sur le flanc extérieur, au risque qu'il se forme des renards qui conduiront à la destruction de la diguette.

La réalisation des diguettes et des remblais exige certaines précautions particulières :

- Éviter que des corps étrangers (branches, racines, déchets divers, pierre, etc.) soient mélangés à la terre remblayée. Ces corps créent des fissures par lesquelles l'eau cherchera à passer ;
- Damer la terre remblayée pour éviter l'existence de cavités ;
- Lorsqu'on creuse sous la surface du sol, rejeter la terre remblayée à 20 ou 30 cm de la rive afin d'éviter qu'elle ne retombe pas dans le canal ;
- S'il s'agit d'un remblai destiné à porter un canal : prendre la terre à bonne distance tout en évitant de modifier inopportunistement la topographie de la parcelle à irriguer. En cas de nécessité, aller chercher la terre en dehors du périmètre aménagé.
- Lorsque les diguettes sont construites, il est préférable de les enherber aussi vite que possible, afin de les protéger contre l'érosion hydrique et éolienne ; on peut laisser l'enherbement se faire naturellement, mais si possible, il vaut mieux semer des herbes adaptées, avec les caractéristiques ci-après :
 - ✓ La pérennité et la facilité de multiplication ;
 - ✓ Un enracinement fin et fasciculé qui fixe les matériaux du sol ;
 - ✓ Une végétation peu consommatrice d'eau, basse, dense et couvrante, peu gênante pour la circulation de l'eau.

Si l'enherbement n'est pas possible, les berges pourront aussi être protégées par des perrés, principalement là où la vitesse de l'eau risque d'entraîner de l'érosion.

D'une manière générale le passage des hommes et des animaux, l'envahissement par une

végétation inadéquate, l'érosion du fond ou des berges par le courant ou les infiltrations entraînent la dégradation progressive des rives, des fonds et des diguettes.

Il faut donc prévoir des entretiens périodiques et des règles de préservation des aménagements :

- Éviter la divagation du bétail, la circulation des chariots, des véhicules, etc. aux endroits sensibles de l'aménagement, en particulier au moment où la terre est détrempée ;
- Éviter de planter sur les diguettes des espèces dont l'enracinement favoriserait les passages d'eau. Si ce risque existe, mieux vaut planter en contrebas des diguettes plutôt que sur elles (figure 2).

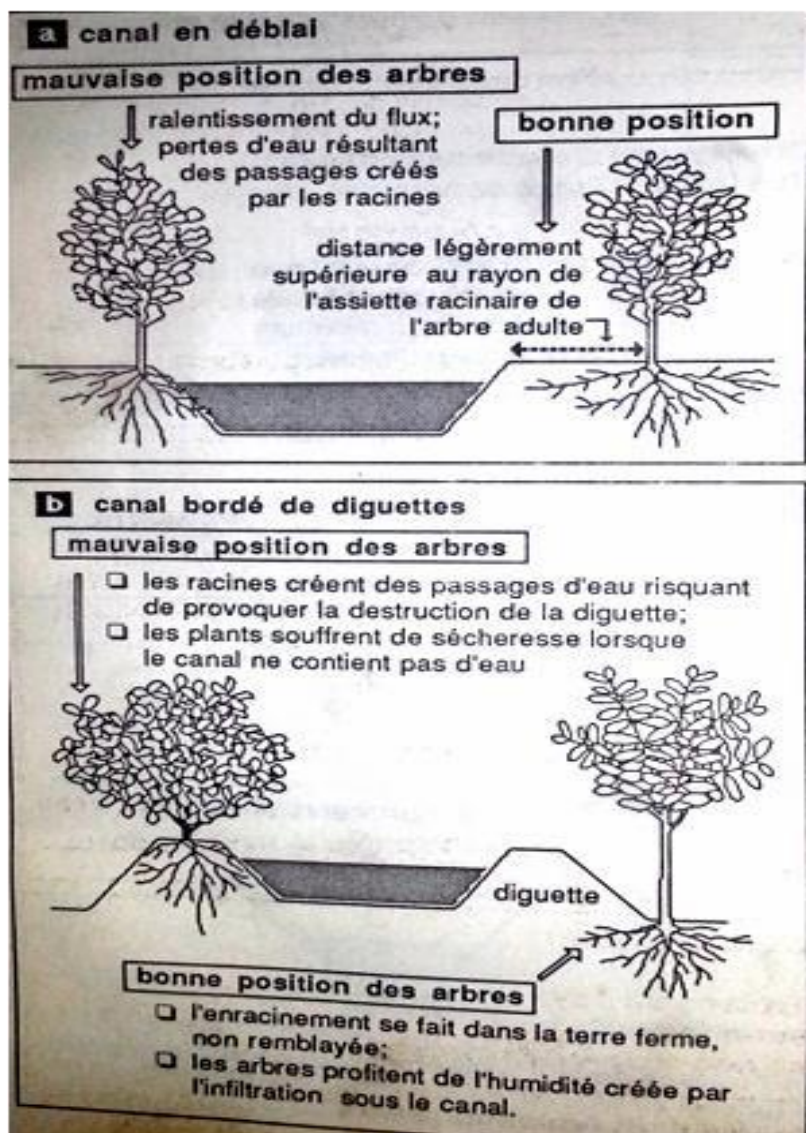


Figure 2: Plantations le long des canaux en terre

La figure 2 illustre les principaux dégâts. Pour y remédier, il est nécessaire de procéder régulièrement au reprofilage des sections, tant des canaux que des diguettes.

Le reprofilage consiste à rendre au canal et à ses diguettes (cavaliers) la profondeur, la hauteur et les pentes adéquates. Pour les petits canaux, on utilisera un gabarit permettant de vérifier les profils transversaux.

Le gabarit est constitué d'une solide latte (planche) à laquelle est fixé un panneau dont la forme correspond à la section du canal recherchée. Des piquets de repère enfoncés sur les sommets des diguettes ou sur les berges permettent de placer le gabarit à niveau, après avoir creusé le fond envasé. L'idéal est de prévoir la fixation de repères en métal ou en béton et la fabrication d'un gabarit, au moment de la construction des canaux.

Le curage des canaux doit être fait très régulièrement, alors que le reprofilage ne se fait qu'en cas de nécessité. Dans l'un et l'autre cas, il faut éviter le surcreusement qui modifierait la pente du canal ou, éventuellement, pourrait créer des contre-pentes. Curage et reprofilage doivent se faire en veillant à respecter parfaitement la pente initiale de l'aménagement.

4.3.2. Les ouvrages en béton ou maçonnerie



Les ouvrages en béton ou maçonnerie sont constitués de prises d'eau, d'ouvrages de vidange, d'ouvrages de franchissements, de régulateurs de niveau d'eau, de canaux d'irrigation, de barrages et de seuils.

Photo 16 : Départ d'un canal principal en maçonnerie

▪ Types d'entretien et de maintenance

Tous les ouvrages doivent être soigneusement inspectés s'il y a lieu et immédiatement réparés. Les points particuliers à contrôler sont :

- Le profil des terres autour de l'ouvrage ;
- Les fossés d'évacuation des eaux de ruissellement ;
- Les digues de protection ;
- Les joints de dilatation ;
- Les parties métalliques.

En cas de fissures dans l'ouvrage en béton, bien dégager la fente et humidifier abondamment avant l'application du mortier dosé à 400 kg de ciment.

Si une fissure est constatée sur un revêtement en béton, le procédé le plus économique consiste soit à son remplissage avec un mélange de sable, du ciment, de fibres et si nécessaire du gravier bien dosés, soit à percer dans les trous verticaux et injecter le mélange.

Si l'ouvrage est en eau, faire un mélange de ciment sec et si possible du ciment de laitier

(durée de prise 20 à 30 minutes) ou employer des ciments à prise rapide avec éventuellement des adjuvants.

Les affouillements en aval des ouvrages (radier, déversoir, buses) sont très courants : bien dégager les trous avant de combler avec des pierres. Si les dégâts sont très importants, consolider avec des semelles en gabions posé bien à plat pour couler le béton.

En cas de corrosion des parties métalliques, les nettoyer, laver si nécessaire, graisser et mettre de la peinture anti rouille.



Photo 17 : Affouillement en aval d'un radier de canal



Photo 18 : Vannettes métalliques sur un partiteur

4.3.3. Les ouvrages de vidange



Photo 19 : Batardeau en bois

La plupart des barrages sont munis d'ouvrages de vidange, fermés le plus souvent à l'aide de barres en acier ou, plus rarement, en bois batardeaux (photo 19).

Lorsque les batardeaux ne sont pas utilisés, il ne faut pas les laisser traîner sans protection. Ils doivent être remis dans un endroit protégé.

4.3.4. Les ouvrages de franchissement



Photo 20 : Ouvrage de franchissement

4.3.5. Les régulateurs de niveau d'eau



Photo 21 : Régulateurs de niveau d'eau

4.3.6. Les puits et forages maraichers

La grande différence entre un puits et un forage, c'est essentiellement le diamètre, la profondeur et la quantité d'eau qu'on peut exploiter (débit).

Un puits est un grand trou, généralement circulaire et doté d'un muraillement, creusé dans la terre pour atteindre la nappe aquifère souterraine (nappe libre ou phréatique). Leur profondeur est relativement faible (quelques mètres à moins de 20 m en général), avec des débits également faibles (souvent inférieur à 1 m³/heure). Le diamètre des puits peut varier de 0,80 m à près de 2,00 m. Les puits maraichers sont réalisés dans le but d'assurer l'irrigation d'une production maraîchère.

Un forage est un puits creusé par un procédé mécanique à moteur (foreuse) en terrain consolidé ou non, pour tous usages sauf pour les ouvrages de reconnaissance ou d'observation (on parle alors de sondage). Les forages sont de faible diamètre (10 à 80 cm), de profondeur relativement importante (pouvant aller à plus de 80 m) et des débits allant de 0,7 m³/heure à plus de 30 à 50 m³/heure.

Les puits maraichers nécessitent un entretien permanent. Les dégradations les plus courantes sont entre autres :

- L'ensablement par le dessus (puits ouvert) ou par le fond (à travers le captage) et l'encrassement par des détritits ;
- Le colmatage du captage ;
- La disparition du filtre de gravier du captage ;
- La détérioration du cuvelage et de la superstructure (margelle, dalle anti-bourbier) ;
- L'embourbement, l'érosion des terrains aux alentours, ou à l'opposé, le remblaiement par des terres, parfois jusqu'au niveau supérieur de la margelle.

Le tableau 5 ci-après résume les principaux types d'entretien pour les puits et forages.

Tableau 5 : Type d'entretien et périodique des puits et forages maraichers

Type d'ouvrage	Entretien courant	Entretien périodique
Puits maraichers	- Salubrité autour du puits ; - Curage du puits.	- Réparation des fissures ; - Remise dalle de fonds ; - Augmentation de la margelle ; - Augmentation du nombre de buse (Surcreusage si nécessaire).

Type d'ouvrage	Entretien courant	Entretien périodique
Forages maraîchers		<ul style="list-style-type: none"> - Contrôler le fond du forage, à l'occasion de chaque remontée de pompe et au moins tous les trois ans environ. Un comblement brutal ou progressif et continu du forage traduit un dysfonctionnement qu'il faudra traiter ; - Effectuer au moins une fois par semestre le contrôle du sommet du gravier additionnel. Si ce niveau diminue régulièrement cela traduit soit la création de cavités dans le terrain, soit un entraînement de particules du terrain et/ou du massif filtrant.

Autres consignes à respecter pour le bon fonctionnement des forages :

- Porter une attention particulière aux conditions d'exploitation de la nappe et/ou du forage. Si celles-ci viennent à changer de façon significative, le débit maximal peut être revu à la baisse ;
- Respecter le débit maximum d'exploitation du forage. En cas de dépassement, on risque de réorganiser différemment la granulométrie des particules autour du forage et « d'arracher » des particules du terrain ou du massif filtrant, de créer des « ponts de sable » c'est à dire des zones où le massif filtrant n'est plus correctement en place et laisse passer des flux de particules, entraînant alors une abrasion des crépines, de la pompe, de la colonne d'exhaure et de tous les matériels en aval, ainsi qu'un colmatage de la crépine, de la pompe avec le risque de surchauffe du moteur.

4.3.7. Les groupes motopompes et motopompes

▪ Entretien de groupes motopompes (GMP)

Un groupe motopompe est un ensemble composé d'un moteur électrique ou thermique entraînant une pompe hydraulique. Cet ensemble peut être fixe ou mobile (flottant, sur remorque ou sur camion).



Photo 22 : Groupe motopompe flottant

L'agent chargé du groupe motopompe (pompiste) doit se conformer strictement à la notice de maintenance délivrée par le fournisseur et tenir régulièrement un carnet d'entretien.

La motopompe est un système de pompage fonctionnant sans intervention humaine et en continue. Pour assurer une utilisation optimum, il faut nécessairement surveiller et entretenir certains de ces organes afin d'augmenter sa durée de vie. Il est donc nécessaire d'accomplir des tâches d'entretien préventif et périodique des différents organes de la motopompe.



Photo 23 : Groupe motopompe

Les travaux d'entretien des groupes motopompes sont de trois ordres :

- Les entretiens de 1er échelon ou courants concernent :
 - ✓ Le nettoyage quotidien du filtre à air ;
 - ✓ La vidange périodique du moteur et le changement de la cartouche filtrante, du filtre à combustible ainsi que le remplacement des courroies défectueuses.
- Les entretiens de second échelon comprennent les réparations consécutives aux incidents et les travaux d'entretien les plus techniques (tarage et rechange des injecteurs, des soupapes, des segments, des coussinets et bielles, des pistons, chemises et ressorts de soupapes) ;
- Ces tâches dont les périodicités sont généralement toutes les 1 500, 3 000 et 5 000 heures respectivement, seront assumées par les mécaniciens spécialisés au niveau d'un atelier de réparation ;
- Le nettoyage et la réparation des conduites d'aspiration et de refoulement après chaque saison d'irrigation. Les éléments métalliques (crépines, brides de couplage, etc.) de ces conduites doivent recevoir des traitements spéciaux (soudure, peinture antirouille, changement de boulons etc.).

L'entretien courant est un ensemble d'actions à réaliser de façon ordinaire, habituelle pour maintenir la motopompe en bon état. Celle-ci est constituée de deux parties, à savoir le moteur et la pompe.

L'entretien concerne surtout le moteur qui va entraîner la pompe. Il fonctionne comme tout moteur à 2 temps ou 4 temps. Ce moteur a besoin de soins pour son bon fonctionnement.

Cela exige de contrôler avant chaque utilisation :

- Le niveau d'huile moteur ;
- L'état du filtre à air ;
- L'état du filtre à combustible ;
- Le levier du robinet du réservoir ;
- La qualité du combustible (essence ou gasoil) dans le réservoir ;
- Le commutateur de mise à l'arrêt du moteur ;
- L'état des ailettes du cylindre et de culasse (propreté).

Du côté de la pompe, il faut aussi faire les contrôles ci-après :

- Vérifier l'état des tuyauteries de la pompe ;
- Contrôler les connexions des tuyauteries ;
- Contrôler les bouchons de fermeture ;

- Regarder l'intérieur de la caisse de la pompe (voir la propreté au niveau de la tribune) ;
- Vérifier l'existence de l'eau dans la caisse avant l'amorçage.

L'entretien périodique planifié est un entretien qui se produit à des intervalles de temps réguliers sur la motopompe, aussi bien sur le moteur que sur la pompe. Les activités à réaliser pour ces types d'entretien sont colligés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Types d'entretien périodique des motopompes

Période	Activités à réaliser
Avant chaque utilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Avant de démarrer la motopompe (nettoyer le pourtour de la jauge avec un chiffon propre, vérifier le niveau d'huile, le niveau de l'essence et la planéité de la motopompe) ; - Procéder au nettoyage du moteur pour enlever la poussière et les saletés qui pourraient obstruer le système de refroidissement du moteur ; - S'assurer qu'il n'y a pas de fuites d'essence et essuyer si nécessaire ; - S'assurer que tous les composants du moteur et de la pompe soient bien serrés ; - Si la pompe a absorbé des liquides huileux ou autres, procéder à un rinçage soigné de tout l'ensemble en pompant de l'eau claire et propre.
1 jour après utilisation	- Vidange de la motopompe neuve.
Après 3 jours	- Nettoyage du filtre à air, filtre à essence et pompe à eau.
Après 7 jours d'utilisation	- Nettoyage de la bougie + vidange.
Entreposage à long terme	<ul style="list-style-type: none"> - Vidanger totalement le réservoir d'essence car stockée pendant une longue période, l'essence peut provoquer une panne très grave lors de la remise en route du moteur. De plus, l'essence vieillie très rapidement en provoquant des dépôts gommeux, vous aurez beaucoup de difficultés à remettre en route votre appareil avec cette vieille essence ; - Dévisser la bougie et introduire 1 ou 2 cuillérées à soupe d'huile moteur par son orifice. Tirer 2 ou 3 fois sur le lanceur de façon à bien imprégner le piston et le cylindre avec cette huile ; - Remettre en place la bougie.

Il est formellement conseiller de se conformer strictement à la notice de maintenance délivrée par le fournisseur et tenir régulièrement un carnet d'entretien.

L'importance de ces entretiens pour le producteur :

- Prolonge la durée de vie de la motopompe ;
- Évite des réparations fréquentes ;
- Évite des réparations coûteuses et incontrôlées ;
- Évite des arrêts momentanés qui jouent sur le rendement.

4.3.8. L'Entretien et maintenance des pompes à eau immergée

La pompe est l'équipement indispensable à la fourniture d'eau. Il est impératif de respecter les préconisations du constructeur :

- Ne pas dépasser le nombre maximal de démarrages par heure ;
- Ne pas chercher à se placer sous le débit minimal de fonctionnement préconisé ni, bien sûr, au-delà du débit maximal ;

- Ne pas faire fonctionner en eau trop chargée de particules, même si les pompes immergées de forage ont une certaine tolérance au sable.

Pour maintenir la pompe en bon état de fonctionnement, les contrôles périodiques suivants sont nécessaires :

- Contrôler au moins une fois par an le fonctionnement du clapet anti-retour de la pompe ;
- Contrôler au moins tous les trimestres les paramètres électriques de la pompe, qui sont de bons indicateurs indirects de dysfonctionnements : consommation électrique, puissance, tension, intensité absorbée, résistance entre phases, fréquence en sortie de variateur, isolation électrique du câble et du moteur;
- Vérifier le bon fonctionnement des électrodes de niveau tous les 3 mois. Parfois, un gangue se forme autour de l'électrode et l'isole du milieu, faussant les résultats;
- Contrôler tous les mois la temporisation de la montée en débit progressif ;
- Éviter de laisser les pompes à l'arrêt total plus d'un mois ;
- Faire tourner chaque pompe au moins 8 h/mois ;
- Contrôler visuellement l'état de la tête de colonne d'exhaure et à chaque remontée de pompe l'état des tubages (traces de corrosion, de dépôts intérieurs ou extérieurs), des brides ou des filetages ;
- Vérifier tous les ans l'état, la stabilité, l'étanchéité de la tête du forage ou de la cave de la tête du forage.

4.3.9. Les opérations d'entretien et maintenance d'un système irrigation goutte à goutte

L'irrigation goutte à goutte est un système à très faible débit (1 à 4 l/h) permettant un pilotage précis des approvisionnements d'eau grâce à un arrosage juste au niveau des racines, réduisant ainsi les pertes par infiltration ou évaporation.



Photo 24 : Rampes d'irrigation goutte à goutte

Les opérations d'entretien et de maintenance des équipements de ce système se résume à :

- **La maintenance préventive** : elle consiste à anticiper tout risque de bouchages en injectant des produits chimiques d'irrigation dans le réseau et en le purgeant ;
- **La maintenance curative ou de correction** : elle consiste à corriger les problèmes de bouchage en injectant des produits chimiques d'irrigation dans le réseau :
 - ✓ Peroxyde pour lutter contre les dépôts organiques ;
 - ✓ Acide pour lutter contre les sédiments minéraux ;
 - ✓ Action combinée acides et peroxyde ;
 - ✓ En effectuant une purge complète du système.
- **Purges du système goutte à goutte** : ils consistent au nettoyage sous pression de l'ensemble du réseau des conduites primaires aux lignes de goutteurs et au nettoyage manuel des filtres.

- **Contrôle des Pressions**

- ✓ En fin de ligne la pression doit être $> 0,5$ bar ;
- ✓ Au passage des filtres la perte de pression doit être $< 0,5$ bar
- ✓ Un manque de pression peut indiquer un bouchage des filtres, un mauvais réglage de la pompe, une fuite en amont ;
- ✓ Vérifier le débit de la pompe et la pression de chaque section du système au moins une fois par semaine ;
- ✓ Vérifier la présence de chute de pression à travers les filtres à chaque opération d'irrigation ;
- ✓ Vérifier la pression à l'extrémité des conduites latérales au moins une fois par mois, cette pression doit toujours être équivalente à la pression de référence mesurée au moment de la mise en service du système d'irrigation goutte à goutte. Si la valeur de la pression est supérieure ou inférieure à la valeur de référence, l'une des situations suivantes peut se produire :
 - Occlusion / obstruction du tuyau ;
 - Les lignes de touche endommagées ;
 - Basse pression de l'ensemble du système.
 - Si le réseau est alimenté par un réservoir, il faut nettoyer ce dernier de temps à autre.

4.3.10. Les opérations d'entretien et de maintenance d'un réseau californien

Le principe du système californien consiste à acheminer l'eau par des tuyaux PVC rigide (diamètre en fonction des débits) enterrés et comportant des bornes de distribution ou cheminées verticales en PVC. Ces bornes sont raccordées à ces tuyaux à intervalles réguliers et implantées aux points le plus haut des parcelles, ce qui permet de desservir tout le champ.

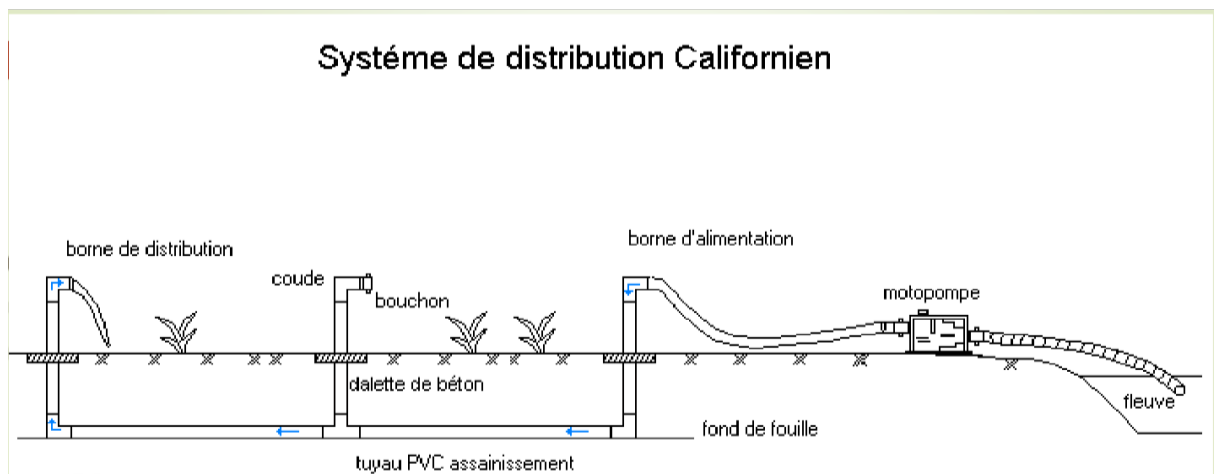


Photo 25 : Système de distribution californien

▪ **Contraintes majeures**

- Fuite d'eau à travers les tuyauteries ;
- Obstruction (dépôts de boue et prolifération de micro-organisme) dans les tuyauteries;
- Vieillesse du matériel ;
- Dommages causés sur le matériel par divers agents (intempéries, faune, insectes, hommes, surpressions et dépressions, etc.).

▪ Maintenance des conduites sous pression

Pour garantir une qualité de fonctionnement qui permette d'assurer véritablement des bonnes performances, il est indispensable d'instaurer un programme rigoureux de suivi, de contrôle et de maintenance.

Pour maîtriser l'ensemble des dysfonctionnements, des opérations périodiques d'entretien et de contrôle doivent être entreprises par l'exploitant :

- Purger les conduites d'eau, au moins une fois par an avant l'arrêt des activités. Les purges doivent commencer par les conduites principales et se poursuivre sur les terminales, c'est à dire du début du réseau vers la fin ;
- Dans certaines situations, il peut être nécessaire également, en plus de la pratique des purges, de recourir au nettoyage périodique par l'utilisation d'acide chlorhydrique à une concentration d'environ 5‰ ;
- On peut en même temps lutter contre les algues et les bactéries en injectant, en fin de campagne et hors culture, de l'eau de javel à une concentration de 0.5‰ pendant 30 minutes ;
- Les dégâts divers causés au matériel feront l'objet de réparation rapide. À cet effet, il est indispensable de :
 - ✓ Constituer un stock conséquent de pièces de rechange ;
 - ✓ Former l'exploitant aux opérations de réparation simples ;
 - ✓ Disposer de compétences locales en plomberie pour les réparations plus importantes.

4.3.11. Les opérations d'entretien et de maintenance d'un réseau par aspersion

L'irrigation par aspersion consiste à répartir l'eau sur toute la superficie cultivée sous forme de goutte de pluie. Il existe de nombreuses variantes de l'aspersion en termes de débit et de diamètre d'aspersion, de hauteur du jet au-dessus du sol (au-dessus des cultures, en dessous du feuillage), de type de mécanisme pour l'asperseur, etc. L'irrigation par aspersion fait partie des systèmes d'irrigation par conduites sous pression.



Photo 26 : Système d'irrigation par aspersion

Les types d'opérations courantes et périodiques à réaliser sur un réseau d'irrigation par aspersion sont les suivants :

Tableau 7 : Type d'entretien courant et périodique d'un système d'irrigation par aspersion

Entretien courant	Entretien périodique
<ul style="list-style-type: none"> - Avant utilisation : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Vérifier que les colonnes montantes des buses sont verticales et que les supports sont stables. - Pendant le fonctionnement : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrôler la pression de chaque partie du système d'irrigation. 	<p>Lorsque la saison d'irrigation par aspersion est terminée ou que l'équipement d'irrigation par aspersion n'est pas utilisé pendant une longue période :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La tête de gicleur doit être démontée, et les pièces rotatives telles que les arbres creux, les arbres de manchon et les rondelles doivent être inspectées pour

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vérifier les fuites d'eau ; ✓ Vérifier l'uniformité de l'arrosage 	<p>une usure anormale. Les pièces endommagées doivent être réparées ou remplacées à temps ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une fois le système entièrement nettoyé, appliquez de l'huile sur l'arbre creux, l'arbre du manchon, le ressort du culbuteur, l'arbre du culbuteur et les machines en forme d'éventail, puis installez-le ; - L'eau stockée dans les tuyaux doit être drainée, la couche de rouille doit être réparée, les tuyaux mobiles doivent être rincés et complètement séchés, et tout l'équipement doit être séché et ranger.
--	--

4.3.12. Les châteaux d'eau et bassins d'irrigation

Les types d'entretien courants et périodiques des châteaux d'eau et bassins d'irrigation sont répertoriés dans le tableau 8 ci-dessous.

Tableau 8 : Type d'entretien courants et périodiques des châteaux d'eau et bassins d'irrigation

Type d'ouvrage	Entretien courant	Entretien périodique
Les châteaux d'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Réparation des éléments de plomberie ; - Réparation des éléments de charpente (échelles, escalier, trappes de visite). 	<ul style="list-style-type: none"> - Vidange et nettoyage de la cuve (2 fois / an) ; - Étanchéité de la cuve (15 ans après inspection d'un spécialiste) ; - Reprise de la peinture tous les 10 à 15 ans.
Bassins d'irrigation	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la présence éventuelle de fuites d'eau sur les parois ; - Assurer la salubrité autour du bassin. - Contrôler les tassements autour du bassin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réparer les fissures ; - Nettoyer les dépôts de sable et résidus qui auraient pu s'accumuler à l'intérieur du bassin ; - Contrôler l'étanchéité des parois du bassin.

4.3.13. Les panneaux et équipements solaires

Comme pour chaque installation, il est nécessaire d'effectuer une certaine maintenance, et pourquoi pas, de nettoyer les panneaux solaires.

▪ Nettoyage des panneaux solaires

Souvent lorsque l'on pense à l'entretien des panneaux solaires, on pense à la propreté des panneaux solaires. On pense souvent (à tort) que les panneaux doivent être toujours très propres afin de produire de l'électricité. En réalité, ce n'est pas le cas. On estime que la différence de production entre des panneaux propres et extrêmement sales se trouve entre 2 et 7% et la plupart du temps, un nettoyage des panneaux fera varier aux alentours d'1% la production, quelques fois moins. C'est donc une idée reçue de croire que l'absence de propreté des panneaux constitue le problème principal de production d'électricité.

Quelques recommandations pour le nettoyage des panneaux solaires :

- Le verre des panneaux solaires est composé d'un revêtement autonettoyant. Il est antiadhésif et évite lui-même que les impuretés s'y accumulent. Ce revêtement est fragile, donc frotter avec un balai ou brosse télescopique risque d'enlever une partie de ce revêtement et le rendra plus salissant lorsqu'il sera nettoyé.
- Il est recommandé de ne pas abuser du nettoyage des panneaux solaires, mais il est raisonnable de les laver une fois tous les 5 ans, à l'eau claire.
- Veiller à ce que la pression ne soit pas trop forte dans le tuyau, ce qui pourrait affecter les joints du panneau.
- Il se peut, dans certaines situations, qu'un véritable nettoyage soit nécessaire. C'est le cas pour :
 - ✓ Les endroits sujets à la pollution de la ville ;
 - ✓ Les endroits proches d'arbres résineux ;
 - ✓ Les endroits situés à proximité de nombreux oiseaux ;
 Dans ces cas-là, un nettoyage complet doit être réalisé une fois par an.

Il est important de noter qu'il faut nettoyer les panneaux **quand ils ne produisent pas d'électricité, donc la nuit.**

▪ **Maintenance des panneaux solaires**

La maintenance est nécessaire si l'on souhaite éviter les pannes et conserver le plus longtemps possible les panneaux solaires. Un bon entretien de l'installation garantira un bon rendement continu.

Une maintenance correcte du panneau solaire passe par celle de ses composants et plus particulièrement des modules et des onduleurs.

L'entretien et la maintenance des modules : pour savoir s'il est temps d'effectuer la maintenance des modules, il suffit de surveiller l'aspect extérieur des panneaux car certaines traces sont visibles.

On peut constater ce que l'on appelle des "snail tracks", des traces d'escargots qui sont des marques noires sur le panneau. Ces tâches sont révélatrices de fissures de cellules photovoltaïques. Cela peut être un bon signal mais soyez rassuré, les panneaux solaires sont très robustes. On dit souvent que la durée de vie des panneaux est de 20 à 25 ans. C'est en partie vrai : les panneaux qui arrivent en fin de vie aujourd'hui ont eu ces durées de vie. Mais les panneaux actuels ont des garanties qui s'étalent jusqu'à 25 ou 30 ans. On peut donc facilement estimer leur espérance de vie aux alentours d'une quarantaine ou d'une cinquantaine d'années. Il faut donc relativiser quant à la détérioration des panneaux solaires.

Les panneaux solaires sont très solides car ils sont normalement résistants aux intempéries car leur solidité et leur résistance sont testées (billes de glace ou poids propulsés). En revanche, ce qui peut faire baisser leur rendement, c'est plutôt le verre protecteur du panneau qui s'opacifie au cours des années à cause des rayons UV qui le dégradent légèrement. Cela peut être de l'ordre de 0,5% / an.

L'entretien et la maintenance des onduleurs : il n'y a pas vraiment de maintenance préventive nécessaire pour les installations photovoltaïques. Néanmoins, la pièce qui devra être changée est l'onduleur. C'est la pièce du circuit électrique qui permet de transformer le courant continu issu des panneaux photovoltaïques en courant alternatif. C'est une pièce qui est sensible et qui nécessite donc d'être changée. La durée de vie moyenne des onduleurs varie de 5 à 12 ans.

De manière générale, il faut retenir ceci :

- L'entretien des panneaux solaires est quelque chose à envisager avec beaucoup de prudence. En effet, il n'est pas toujours indispensable de les nettoyer tous les ans et il

est difficile d'anticiper la maintenance du module photovoltaïque. Néanmoins, il faut bien se renseigner, au moment du devis initial, au sujet des garanties du matériel, afin de bien évaluer les frais supplémentaires qui peuvent arriver en fonction de votre décision.

- Bien garder en tête que ce n'est pas nécessairement moins cher sur le long terme d'opter pour le devis le plus faible, car choisir du matériel de moindre qualité pour faire des économies peut être un très mauvais calcul.

4.4. **Élaboration d'un programme d'entretien annuel des ouvrages**

Sur la base des résultats d'une inspection ou un diagnostic technique, la Coopérative, avec l'appui de l'association des usagers de l'eau (AUE), des STDE ou des OSI, élabore un programme annuel d'entretien des infrastructures et équipements, assorti d'une estimation des coûts. Ceux-ci pourraient être partagés entre le budget de la commune et celui du comité de gestion de la coopérative (Cf. annexe 3).

En fonction de l'envergure de la tâche d'entretien, la mise en œuvre peut être assurée par le comité de gestion de la coopérative, ou confiée à une structure privée sur la base d'une consultation, conformément au code des marchés publics.

Le programme d'entretien annuel doit prévoir aussi un programme de formation sur les techniques d'entretien à l'endroit des comités de gestion et des bénéficiaires finaux.

Un dispositif de suivi-évaluation de la mise en œuvre du programme d'entretien prioritaire annuel doit être mis en place.

À la fin de chaque gestion, le niveau de mise en œuvre du programme d'entretien annuel doit être évalué, sur les plans physique et financier. Pour le suivi, toutes les opérations effectuées doivent être consignées dans des fiches établies à cet effet.

Quelques indicateurs de suivi d'un Plan Entretien Prioritaire Annuel :

- Niveau d'utilisation des outils d'entretien et de maintenance ;
- Régularité des séances d'inspection ;
- Niveau de mise en œuvre du plan d'entretien et de maintenance ;
- Niveau d'application des procédures de vérification / validation ;
- Niveau de maîtrise des modules de formation ;
- Niveau de connaissance des rôles et responsabilités.

4.5. **Coût annuel d'entretien des infrastructures**

Des études du Projet de Management de l'Irrigation (PMI) du Burkina ont mis en évidence que le coût annuel de l'entretien d'un périmètre hydro agricole peut être estimé à **5% à 10%** de l'amortissement annuel de l'aménagement. L'analyse du PMI suggère qu'une redevance fixée à **10% de l'amortissement annuel des infrastructures** permettrait aux organisations paysannes de mobiliser des fonds substantiels pour pouvoir faire face même aux dégâts d'une certaine envergure.

Cependant, il est conseillé que les charges ne doivent pas être fixées à un niveau trop élevé, susceptible de décourager les producteurs. L'identification du plafond de contribution aux charges, doit chercher à concilier les coûts d'entretien et la capacité de paiement des producteurs, tout en tenant compte des spécificités de chaque site et des points de vue des bénéficiaires.

BIBLIOGRAPHIE

1. Guide de gestion des infrastructures et équipements communaux (version finale 2014) - Direction Générale de la Décentralisation et des Collectivités Territoriales - Niger.
2. Manuel simplifié de suivi, d'entretien et de maintenance des infrastructures hydro-agricoles de proximité au Mali - CADA / Agence Luxembourgeoise de coopération (LuxDev).
3. Manuel technique d'aménagements de bas-fonds rizicoles au Burkina-Faso-Édition 2006.
4. Manuel de formation des producteurs sur la gestion et l'entretien des ouvrages hydro-agricoles dans les provinces de la Sissili, du Ponoï, du Noumbiel, de la Comoé, du Tuy, et du Houet - SAWADOGO Tasséré (PIGO-2019).
5. Manuel de suivi et d'entretien des petits barrages en Mauritanie - FIDA / Coopération Suisse.
6. Manuel des techniques d'irrigation sous pression. Seconde édition. FAO 2008.
7. Module de formation : Irrigation sous pression. Seconde édition. FAO 2008.

ANNEXES

Annexe 1 : Modèle de contrat de collaboration pour l'Entretien/Maintenance des infrastructures et équipements d'irrigation

Modèle de contrat de collaboration pour l'Entretien/Maintenance des infrastructures et équipements d'irrigation

Entre

.....

ET

.....

Il a été arrêté et convenu ce qui suit :

Objet : Définir les modalités de collaboration entre les parties prenantes pour à l'entretien et la maintenance des installations et équipements de, (localisation et autres références).

Liste des infrastructures et équipements d'irrigation et les couts d'acquisition en annexe, partie intégrante du présent contrat

Nature des prestations :

- Réaliser "une inspection générale" du dispositif en début de chaque campagne
- Réaliser des visites périodiques de xx fois/mois sur le site pour vérifier le bon fonctionnement du dispositif d'irrigation et apporter les corrections et des réparations ne nécessitant pas

des remplacements de pièces, alerter sur l'usure avancée de certaines pièces et donner des conseils en termes de surveillance ;

- Répondre à des sollicitations ponctuelles des responsables et pour des pannes qui ne peuvent pas attendre la prochaine visite périodique. La réponse doit être apportée au plus tard deux jours après réception de la demande.

Durée : Un an renouvelable après évaluation du présent contrat

Engagements des parties

Les responsables du dispositif d'irrigation

- Faire appliquer le règlement intérieur de gestion par tous les exploitants ;
- Faciliter l'accès du prestataire aux installations et équipements lors des visites périodiques ou exceptionnelles ;
- Payer le prestataire selon les modalités définies dans les conditions financières ;
- Acheter les pièces de rechange selon les qualités et délais définis par le prestataire.

Le Prestataire

- Respecter les dates prévues pour les visites périodiques et les délais pour les interventions exceptionnelles (d'urgence) ;
- Rendre compte de ses réalisations à chaque passage : présenter les constats, alerter sur risques de défaillance et proposer des solutions, et des dispositions spécifiques à prendre avant la prochaine visite ;
- Fournir du personnel qualifié pour toutes les prestations.

Conditions financières

- Le forfait (hors pièces de rechange) pour chaque visite périodique est fixé àFCFA ;

- Les prestations ponctuelles seront payées selon les tarifs suivants : déplacements..... x FCFA, honorairesy FCFA/jour.

Litiges

Les parties feront de leur mieux pour régler à l'amiable tout différend, litige ou réclamation découlant du présent contrat.

....., **le**

Pour.....

Pour

Annexe 2 : Techniques et exemples d'entretien courant pour les petits barrages / seuils d'épandage

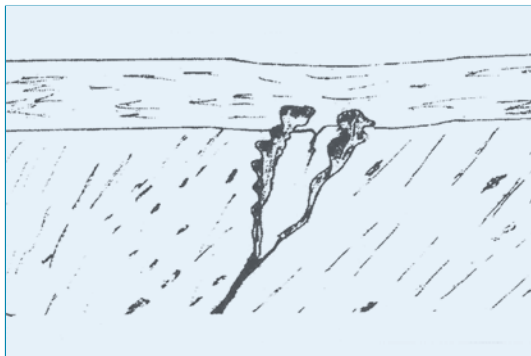
Comment combler les ravines ?

Les ravines peuvent apparaître sur les deux talus du barrage, mais elles sont plus courantes à l'aval, dans la mesure où ce parement est dans la plupart des cas moins fortement protégé. Leur creusement est causé par le ruissellement des eaux de pluies. C'est en outre un phénomène qui évolue de lui-même, car les ravines concentrent les ruissellements et s'approfondissent davantage à chaque nouvelle saison pluvieuse. Il est donc important d'intervenir le plus tôt possible.

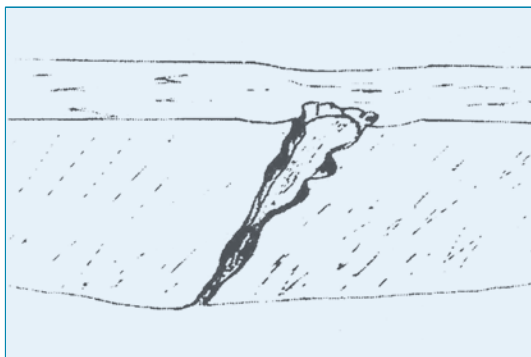
Le comblement d'une ravine comporte deux phases :

- le remblaiement de la ravine proprement dite ; et
- l'élimination de la cause qui a provoqué son apparition.

Sur un barrage en terre, l'apparition d'une ravine est souvent due à l'existence d'un point bas sur la crête où se concentre le ruissellement des eaux de pluie. Mais des ravines peuvent apparaître également dans les zones de remblai où le compactage a été trop faible ou par contournement d'un ouvrage en béton (murs bajoyers des déversoirs en particulier). Bien souvent, l'intervention concerne une zone un peu plus large que la ravine elle-même, de manière à consolider aussi ses abords immédiats.



Ravines dues au ruissellement de la pluie sur le barrage.



Si l'on n'intervient pas, les ravines deviennent rapidement plus larges et plus profondes.

Erreur à éviter

Il ne faut pas combler entièrement une ravine avec des pierres. En effet, la pluie s'infiltrera entre celles-ci et le ruissellement continuera de creuser tout autour. Ensuite, les pierres sont progressivement déstabilisées et roulent vers le bas de la pente, découvrant une ravine plus large que celle qui existait auparavant.

Méthode à appliquer

- agrandir dans un premier temps la ravine à la pioche, de manière à lui donner une forme régulière de section trapézoïdale (figure 2) ;
- poser un blocage de pied avec des pierres de dimension décroissante en remontant ;
- remblayer avec du tout-venant (type tout-venant latéritique) par couches horizontales de 10 centimètres compactées fortement à la dame manuelle ; pour faciliter cette opération, le matériau doit être légèrement humidifié, de même que le fond de la ravine sous la première couche. Il existe une méthode manuelle rapide pour vérifier si le taux d'humidité du sol à compacter est adéquat :
 - prendre une boule de terre humide dans la main, comme sur le croquis (Figure 3) ;

Figure 2 : Principe de réparation d'une ravine (coupe longitudinale)

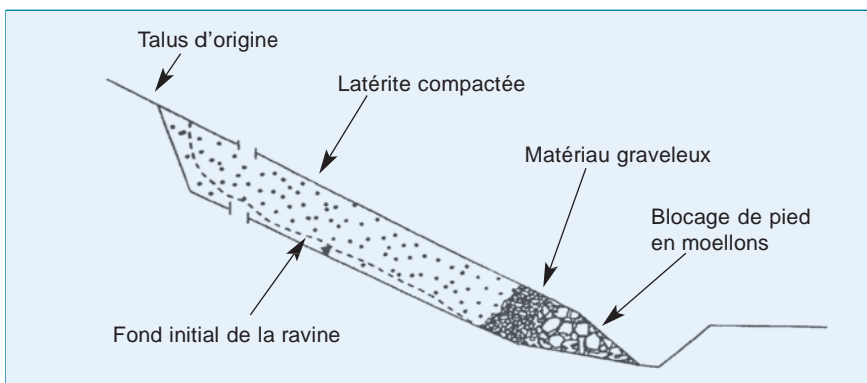
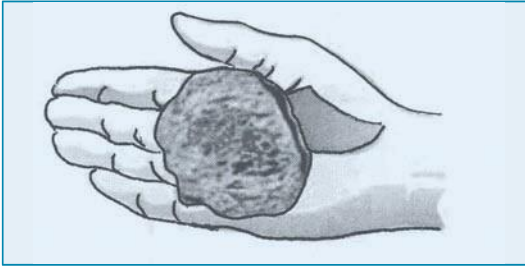


Figure 3 : Test manuel simple pour déterminer la teneur en eau d'un sol

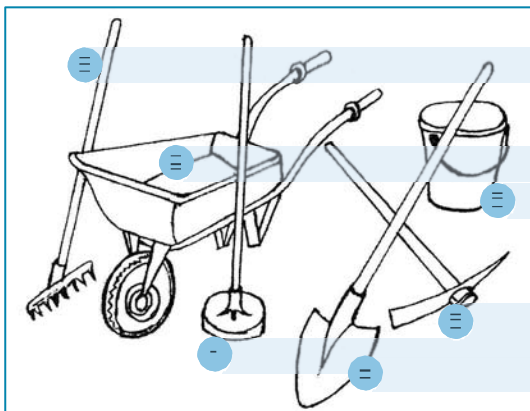


- la malaxer en exerçant quelques pressions ;
 - si le sol est pulvérulent et la forme de la boule ne se maintient pas, si elle se brise en de nombreux petits morceaux lorsqu'on la laisse tomber, alors l'échantillon est trop sec pour être compacté correctement ;
 - si la boule est facilement malléable et se brise en quelques gros morceaux seulement lorsqu'on la laisse tomber, la teneur en eau est adéquate pour le compactage ;
 - si la boule est très déformable sous la pression de la main, si elle ne se brise pas en tombant et si elle laisse des traces humides sur les doigts, la teneur en eau du sol est trop forte pour obtenir un bon compactage.
- éliminer la cause de la ravine : combler un éventuel point bas sur la crête ou aménager un petit chenal revêtu en ciment dans une zone de concentration des ruissellements.

Lorsque la réparation est achevée, le talus doit avoir repris son aspect et sa régularité d'origine, afin d'éviter une reprise du ravinement un peu plus loin.

Matériel nécessaire

- une ou deux brouettes pour le transport du matériau (des paniers peuvent aussi convenir) ;
- des pelles et pioches ;
- une dame manuelle, composée d'une masse de fer plate reliée à un manche en bois par un manchon ; et
- un seau pour l'arrosage du matériau.

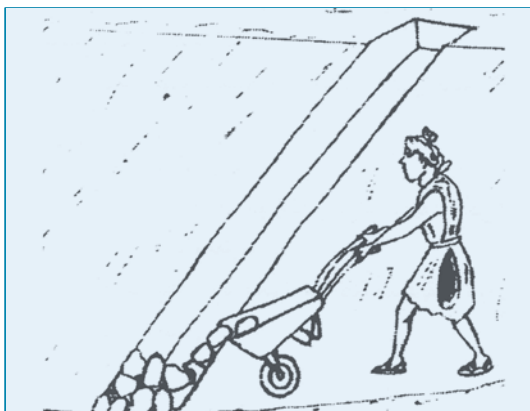


Matériel nécessaire au comblement des ravines (et à la plupart des travaux d'entretien):

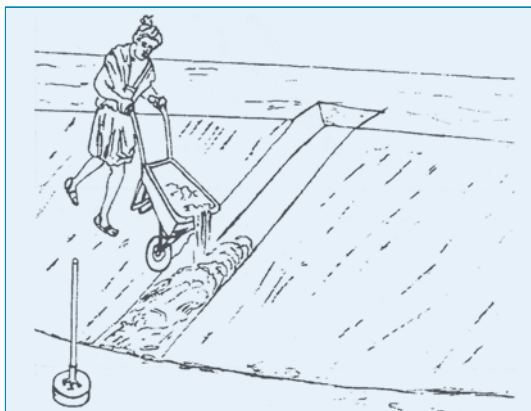
- 1 - Dame manuelle
- 2 - Brouette
- 3 - Râteau
- 4 - Pelle
- 5 - Seau
- 6 - Pioche



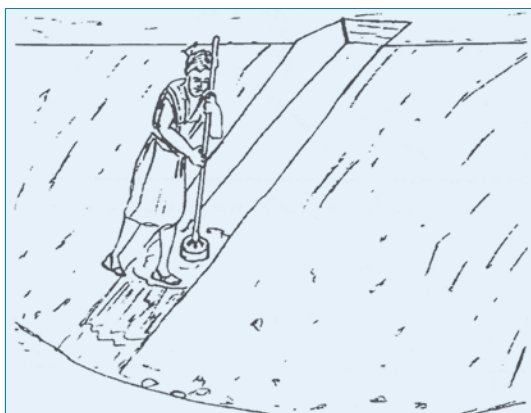
Il faut d'abord retailler la ravine en lui donnant une forme régulière à section trapézoïdale.



Poser ensuite un blocage de pied avec des pierres de dimension décroissante en remontant.



Remblayer avec du tout-venant par couches horizontales de 10 centimètres.



Compacter avec la dame manuelle.
Humidifier légèrement le matériau et le fond de la ravine.



Il ne faut pas oublier d'éliminer la cause de la ravine : compacter du matériau dans le point bas de la crête.

Comment boucher les nids de poule sur la crête ?

Les nids de poule sur la crête doivent être réparés rapidement car ils concentrent les eaux de pluie et peuvent être à l'origine de ravines sur les talus. Ils sont souvent provoqués par la circulation des personnes et des animaux, qui doit être proscrite.

Pour boucher ces trous, il est recommandé de suivre les étapes suivantes :

- creuser dans le nid de poule et autour de celui-ci afin de donner à l'excavation une forme carrée, avec des parois bien régulières et un fond horizontal ;
- arroser le fond (sans excès) ;
- compacter à la dame manuelle des couches de tout-venant d'une épaisseur maximale de 10 centimètres, en veillant à la teneur en eau de ce matériau (comme pour le comblement des ravines, cf. ci-dessus) ;
- faire dépasser la dernière couche de deux ou trois centimètres au-dessus du niveau initial de la crête.



Entretien des perrés (protection des talus par blocs de pierres)

Trois causes principales sont généralement à l'origine de la dégradation des perrés, notamment du perré amont :

- L'altération de moellons de mauvaise qualité, mal choisis au moment de la construction ;
- La désorganisation des moellons sous l'action des vagues, due à leur poids insuffisant ou à la disparition de la couche de pose située en dessous et dont les grains étaient trop fins ; et
- Le déplacement des pierres suite au passage des hommes et des animaux.

Les dégâts relevant de la première cause sont assez simples à réparer : il suffit de remplacer les moellons abîmés par d'autres de dimensions appropriées et si possible plus résistants. Ils doivent être lourds et constitués de pierre dure. On conseille généralement de les bloquer à la masse avec des éclats de roche.

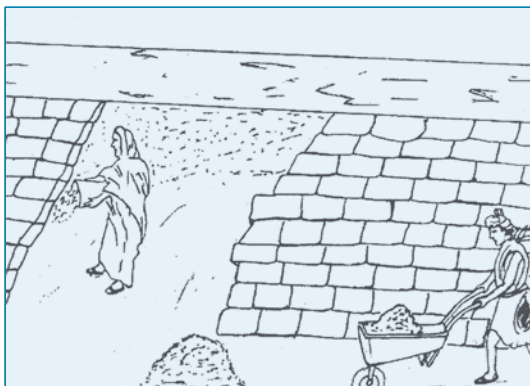
La désorganisation des pierres sous l'effet des vagues sur le talus amont est relativement fréquente. Leur déplacement dû aux passages des hommes et des animaux l'est tout autant. Pour cette dernière cause, la meilleure solution reste encore la prévention.

Lorsque de tels dégâts sont constatés, la réparation consiste à :

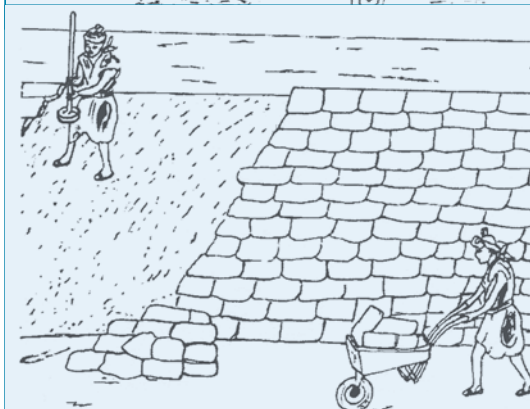
- Enlever les pierres dans les endroits dégradés, y compris un peu aux alentours ;
- Placer une couche de pose en matériau graveleux (diamètre des grains compris entre 5 millimètres et 5 centimètres) de 10 centimètres d'épaisseur, compactée à la dame manuelle le long de la pente du talus ;
- Poser des moellons de taille suffisante (au moins 25 centimètres d'épaisseur) et de qualité satisfaisante en les appareillant soigneusement ; et
- Bloquer à la masse les pierres ainsi posées avec des éclats de roche.

Remarque importante

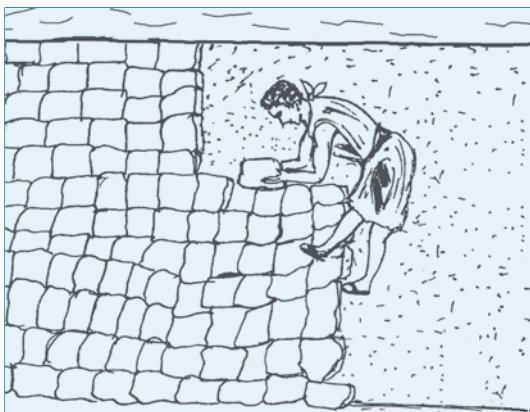
Le jointoiment des pierres avec du mortier est à proscrire car il est plus néfaste que bénéfique : les sous-pressions dues à l'action des vagues fissurent le mortier et les blocs finissent par être soulevés et glisser par plaques entières.



Après avoir enlevé les pierres de la zone dégradée, placer une couche de pose de matériaux graveleux de 10 à 20 centimètres d'épaisseur.



Compacter la couche de pose à la dame manuelle après l'avoir légèrement humidifiée et, si besoin, apporter des enrochements supplémentaires de bonne qualité (au moins 25 centimètres d'épaisseur).



Poser les moellons en les appareillant soigneusement. La pose s'effectue de bas en haut, en prenant appui sur les moellons existants ou sur une butée de pied, si le perré est à refaire sur toute la hauteur.

Élimination de la végétation arbustive

Les arbres et les arbustes sont à proscrire absolument sur les talus des barrages ainsi qu'à proximité, notamment au pied aval. Leurs racines sont en effet dangereuses car elles peuvent entraîner deux conséquences néfastes :

- le soulèvement d'ouvrages rigides et de perrés ; et
- la création de zones de cheminement préférentielles de l'eau le long des racines, surtout à la mort de l'arbre. Ces cheminements peuvent causer des fuites et des phénomènes de renard (érosion interne), qui peuvent détruire le barrage.

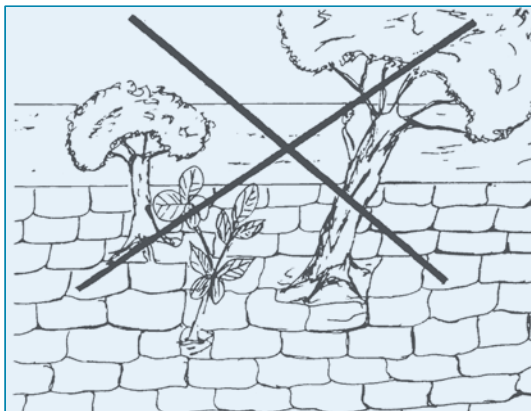
La crête, les talus et les abords, jusqu'à une distance d'au moins 10 mètres du pied, doivent donc être dépourvus de tout arbre ou arbuste (Calotropis procera, acacia ou autre).

La lutte contre l'envahissement par les arbres doit donc être permanente. Il faut en outre intervenir le plus tôt possible, lorsque l'arbre est encore petit.

En effet, plus l'arbre est gros, plus ses racines s'enfoncent profondément dans le barrage et plus il devient difficile d'intervenir. Dans le cas de très gros arbres s'étant développés dans les talus, l'arrachage des souches causerait plus de dégâts que les risques encourus en laissant l'arbre en place. Il est donc préférable de signaler le problème au service technique qui pourra intervenir le cas échéant avec des méthodes et des moyens appropriés (l'arrachage d'une grosse souche nécessite en effet de compacter mécaniquement un volume important de remblai, voire de reprendre des ouvrages en béton). En tout état de cause, on ne devrait jamais arriver à une telle situation.

En pratique, l'élimination de la végétation est effectuée à la machette, sachant qu'il ne suffit pas de couper les branches et le tronc pour éliminer un arbuste, surtout dans des zones humides comme les talus et les abords d'un barrage.

La coupe doit s'accompagner de l'application d'un produit chimique sur la cicatrice fraîche. Ainsi, il est facile de se procurer de l'acide sulfurique (l'acide de batterie peut faire l'affaire) pour badigeonner les cicatrices.



Il faut éviter de laisser les arbres grandir sur le barrage et à sa proximité immédiate.



Il convient de couper les arbustes à la machette lorsqu'ils sont encore petits.



Pour que la lutte contre la prolifération des arbustes soit plus efficace, il faut éviter que les souches ne produisent des rejets. Pour cela, on peut répandre de l'acide sur la coupe fraîche.

Entretien de surface des bétons et maçonneries

Plus encore que dans le cas des talus, il est important de ne pas laisser la végétation se développer sur les parements en béton ou en maçonnerie. Les fissures, les anfractuosités des joints constituent en effet autant d'endroits propices au dépôt des graines par l'eau, le vent ou les oiseaux. Elles trouvent le plus souvent dans ces endroits une humidité favorable à leur croissance. Il est donc primordial de lutter sans relâche contre l'apparition de la végétation sur les maçonneries. Les plantes doivent être arrachées dès qu'elles apparaissent. L'arrachage manuel est généralement le plus efficace, en particulier dans les zones les plus difficiles d'accès.

Les autres désordres (dégradation chimique ou mécanique des joints et des enduits) peuvent être facilement réparés par l'exploitant avec un minimum de matériel (truelle, bac en bois, ciment). À titre indicatif, on utilise en général un mortier dosé à 300 kg/m³, obtenu en mélangeant un sac de ciment (50 kilogrammes) pour trois brouettes de sable propre.

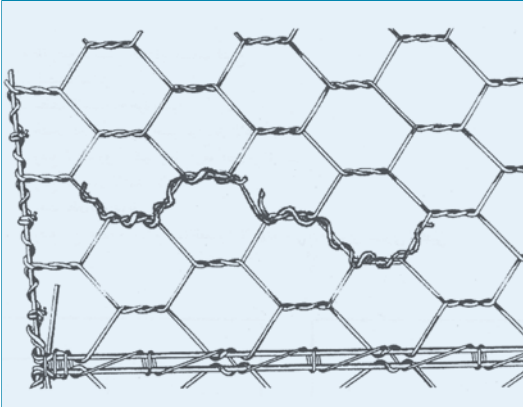
Cependant, l'exploitant doit être conscient des limites de ses capacités d'intervention dans ce domaine. Lorsque des fissures apparaissent sur des ouvrages en béton armé (évacuateur de crue, par exemple), il est nécessaire de faire procéder à une évaluation de leur importance par un organisme compétent, afin de choisir les techniques de réparation les plus appropriées. En conclusion, le rôle de l'exploitant dans ce cas doit se limiter strictement à de petites réparations simples.

Comment réparer les gabions?

La rupture d'un ou plusieurs fils est un premier type de dégâts susceptibles d'apparaître sur les gabions. Une rupture ainsi localisée peut avoir pour origine un choc, un pliage du fil ayant abimé la galvanisation, ou encore le vandalisme.

Si elle est effectuée rapidement, la réparation de ce type de rupture est simple. Elle se fait en torsadant un fil galvanisé sur plusieurs mailles voisines de celle où le fil est rompu. La figure 4 suivante illustre ce procédé.

Figure 4 : Réparation d'un fil de gabion rompu

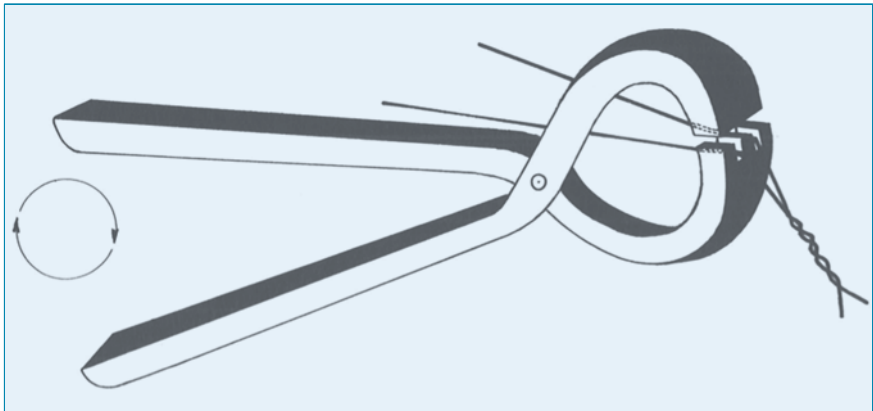


De grandes surfaces de grillage peuvent être attaquées par la corrosion, surtout si les cages étaient de mauvaise qualité à l'origine. Des ruptures multiples peuvent alors se produire et entraîner la vidange des cages. Une réparation doit être envisagée dès que l'on constate une corrosion généralisée. Cette opération consiste à doubler la nappe rouillée par une nouvelle nappe de grillage galvanisé et à la fixer sur le gabion endommagé à l'aide d'un fil de ligature sur tout le pourtour.

Si l'ouvrage est très dégradé, l'exploitant peut remplacer lui-même quelques gabions et remplir les cages qui se sont vidées partiellement. À cet égard, il est judicieux de garder un petit stock de cages en prévision de telles réparations. Il est utile en outre que l'exploitant se fasse conseiller si possible par un technicien compétent.

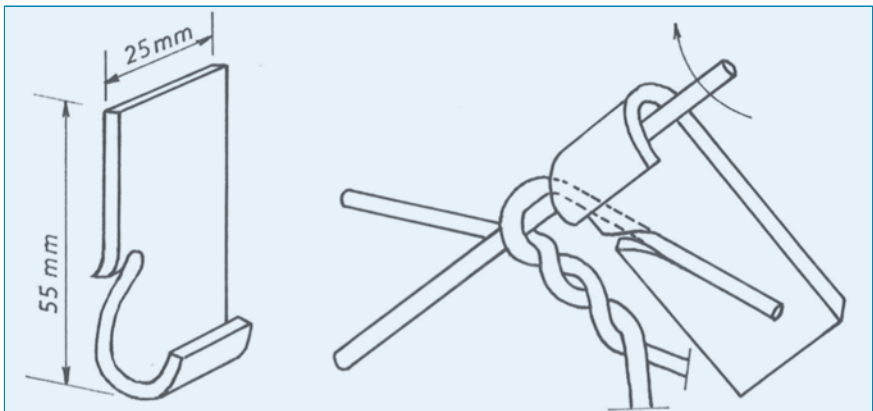
Les opérations consistant à torsader les fils ou à ligaturer doivent être effectuées autant que possible à la main (avec des gants de protection). Un outillage simple peut également être utilisé lorsque le travail manuel devient trop difficile. On peut utiliser par exemple des tenailles trouées (figure 5) pour éviter d'endommager les fils, un torsadeur (figure 6), un maillet en bois pour aplanir les nappes de grillage, etc.

Figure 5 : Tenailles à torsader



Les deux encoches peuvent être facilement réalisées à l'aide d'une lime fine, de type "queue de rat". Cette forme particulière permet de torsader deux fils sans les entamer et sans blesser excessivement la galvanisation (schéma extrait du volume Ouvrages en gabions, collection techniques rurales en Afrique du Ministère de la Coopération, Paris, 1992).

Figure 6 : Torsadeur



Il permet notamment de fixer un fil de ligature sur un fil de bordure (extrait du même ouvrage que la figure précédente).

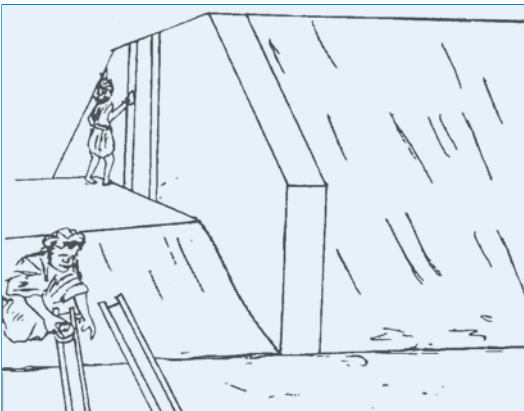
Entretien et réparation des ouvrages de vidange

La plupart des barrages sont munis d'ouvrages de vidange de type passe batardeée, fermés le plus souvent à l'aide de barres en acier de section UPN ou, plus rarement, en bois. La première solution est d'ailleurs préférable, car les batardeaux en bois risquent de pourrir ou d'être dégradés par les termites.

Les batardeaux sont disposés en deux rangées parallèles. Entre ces deux rangées, on comble l'espace avec de l'argile pour assurer l'étanchéité en attendant la vidange. Pour vidanger, il faut enlever les UPN les uns après les autres puis détruire le bouchon d'argile. L'année suivante, il suffit de remettre en place les UPN et de reconstituer le muret d'argile pour assurer à nouveau l'étanchéité du dispositif. Ces ouvrages de vidange, simples et rustiques, ont fait leurs preuves en Mauritanie. Cependant, même si leur manipulation ne demande aucune technicité particulière, elle doit être effectuée avec soin.

Méthode à appliquer pour le nettoyage et la remise en place des batardeaux

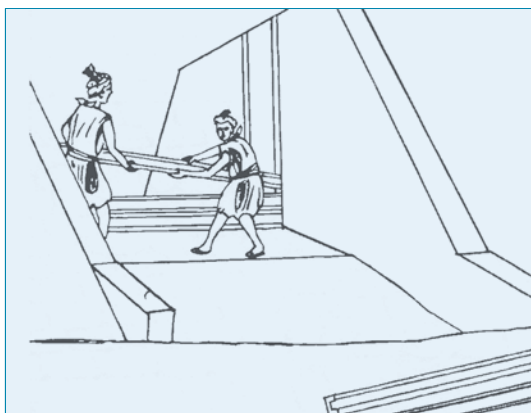
- nettoyage systématique des rainures de la passe à l'aide, par exemple, de l'extrémité d'une bêche ;
- nettoyage des batardeaux ;
- préparation des matériaux argileux destinés à combler le vide laissé entre les deux rangées de barres (humidification et malaxage) ;
- mise en place d'argile entre les quatre barres ;
- compactage de l'argile au moyen d'une dame manuelle ; et
- mise en place de quatre nouvelles barres et répétition des deux dernières opérations décrites, jusqu'à atteindre le niveau maximum.



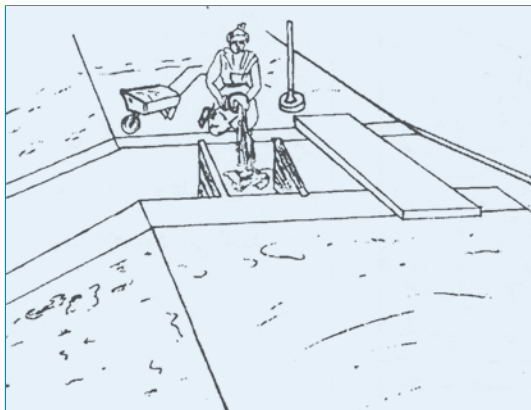
Après avoir vidangé le barrage, et avant de remettre en place les batardeaux, il faut broser et curer les rainures verticales à l'aide d'une bêche.



Préparer du matériau argileux pour combler l'espace entre les batardeaux.



Mettre en place les barres UPN quatre par quatre (deux dans chaque rangée).



Mettre en place l'argile entre les quatre barres, la compacter et renouveler l'opération jusqu'à atteindre le niveau maximum.

Curage des canalisations de vidange enterrées sous le remblai

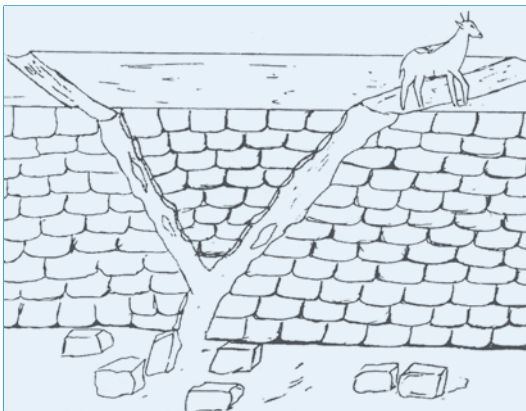
Avant la saison des pluies, il est essentiel de nettoyer ce type d'ouvrage de vidange et de le débarrasser en particulier des dépôts de terre et de sable, des branches et de tout autre objet qui pourrait gêner l'écoulement de l'eau. **La présence d'une vanne est rare sur les barrages en Mauritanie, mais lorsque l'ouvrage en comporte une, il est indispensable de la manœuvrer souvent afin d'éviter qu'elle ne se grippe.**

Réparation des bassins de dissipation

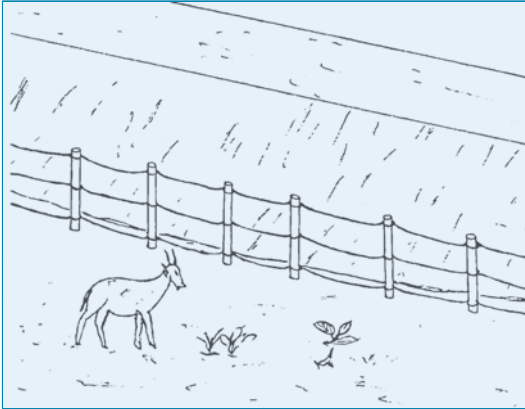
À l'aval des ouvrages de vidange se trouve généralement un bassin de dissipation destiné à prévenir l'érosion provoquée par la vitesse de l'eau à cet endroit. Il s'agit en général d'une zone revêtue de béton, de maçonnerie de moellons, de gabions ou de simples enrochements. Des dégâts apparaissent souvent sur ces structures. Il convient de les réparer rapidement pour éviter qu'ils ne se transforment en dommages plus graves pour les installations de vidange ou le barrage. Les maçonneries et les gabions doivent être réparés suivant les méthodes décrites précédemment. Les enrochements doivent être remis en place, si le passage de l'eau en a bouleversé l'agencement, voire remplacés s'ils ont été emportés ou ne se sont pas révélés assez lourds pour résister au courant.

Lutte contre les dégâts provoqués par les animaux

Les passages d'animaux (et d'humains) occasionnent des dégâts considérables, notamment sur les perrés. Ils favorisent également la formation de ravines sur les talus aval en créant des points bas et des nids de poule sur les crêtes ainsi que des zones de concentration des débits de ruissellement.



Les animaux provoquent des dégâts importants sur le barrage ; il faut donc éviter qu'ils puissent y monter.



Une clôture autour de la zone d'emprise du barrage est une bonne solution pour tenir les animaux à distance.

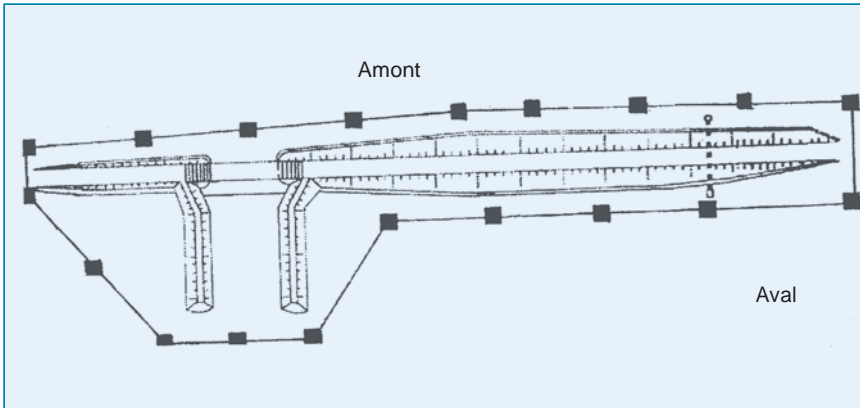
Nous avons vu dans les paragraphes précédents comment traiter ces dégâts, mais le mieux serait encore de les éviter.

Pour cela, la meilleure solution consiste à clôturer l'emprise du barrage comme le montre la figure 7 (attention : pour la seule protection du barrage, il n'est pas nécessaire de clôturer également la cuvette, ce qui serait bien évidemment trop coûteux).

Le dispositif le plus durable est une clôture en fils barbelé sur piquets métalliques, mais une zériba⁹ traditionnelle en épineux peut également être efficace si elle est régulièrement entretenue.

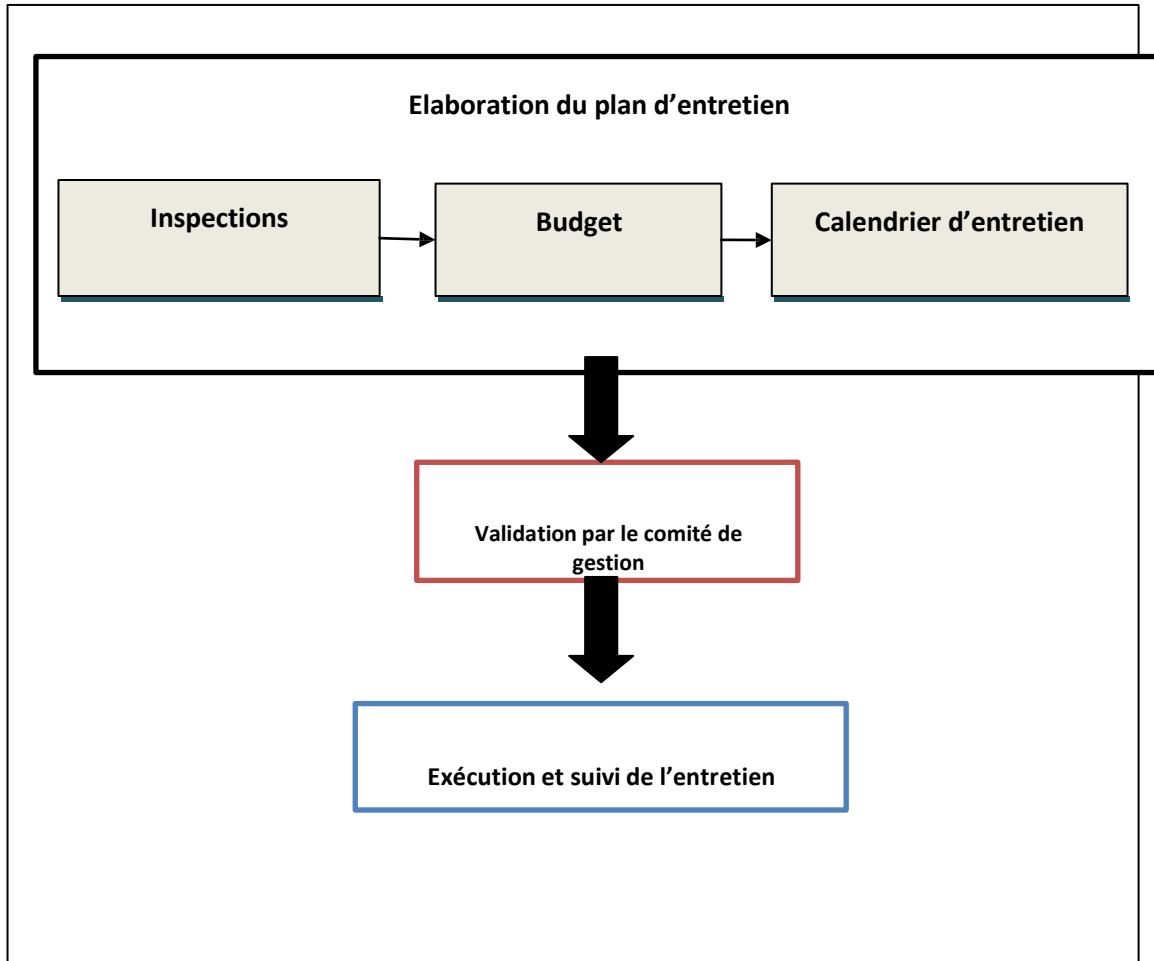
⁹ Palissade constituée de buissons d'épineux.

Figure 7 : Clôture de l'emprise du barrage



Clôture disposée de manière à prévenir les dégâts occasionnés par les animaux (elle doit être régulièrement entretenue, notamment parce que certaines zones sont partiellement ou entièrement immergées durant la saison des pluies).

SCHEMA D'ELABORATION DE PLAN D'ENTRETIEN DES DCN



MODELE DE FICHE DE BUDGET D'ENTRETIEN

Désignation	Description	Unité	Quantité/nombre	Coût Unitaire F CFA	Coût Total F CFA
Matériaux					
Sable		Brouettée			
Gravier		Brouettée			
Ciment		Sac			
Coffrage		Moule			
Peinture		Kg			
Sous Total Matériaux					
Outils					
Outils manuels	Pelle	Nombre			
	Pioche	Nombre			
	Brouette	Nombre			
	Daba	Nombre			
	Dame à main	Nombre			
Autres					
Location de matériel					
Sous total outils					
Coût externe					
Main d'œuvre maçon					
Service divers					
Sous Total Cout Externe					
Provision pour entretien urgent					
Formations diverses					
Total Général					

MODELE DE FICHE D'INSPECTION DES OUVRAGES

Nom du bas-fond :

Diguette N°

Date		Diguette			Pertuis			Autres
		Remblai	Moellons	Géotextile	Vannette	Béton	Bassin de dissipation	
	Type de dégradation							
	Causes							
	Type de dégradation							
	Causes							
	Type de dégradation							
	Causes							
	Type de dégradation							
	Causes							
	Type de dégradation							
	Causes							
	Type de dégradation							
	Causes							

NB : noter RAS s'il n'y a pas de dégradation
 noter le type de dégradation s'il y a lieu

exemple : géotextile : compactage plus sacs ou géotextile

FICHE DE SUIVI DE L'ENTRETIEN DES OUVRAGES

Nom du bas-fond :

Diguette N°

Diguette			Pertuis			Autres
Remblai	Moellons	Géotextile	Vannette	Béton	Bassin de dissipation	

noter RAS s'il n'y a pas de réparation exemple : géotextile : compactage plus sacs ou géotextile noter le type de réparation s'il y a lieu

Annexe 4 - Techniques et exemples d'entretien courant pour les aménagements de bas-fonds par DCN

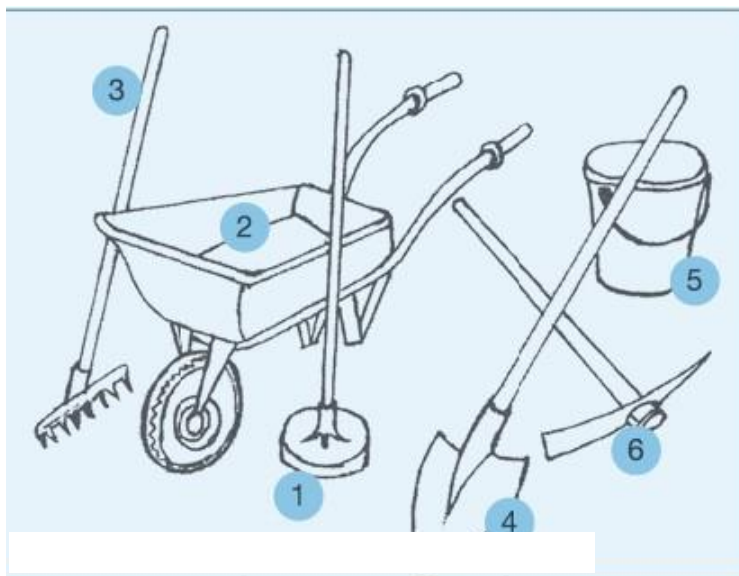
RECOMMANDATIONS

- L'exécution des travaux d'entretien relève du cas par cas, mais il y a des principes généraux de gestion qui peuvent être appliqués par le comité de gestion de l'aménagement tels que:
- bien planifier les opérations d'entretien, le temps et les ressources étant limités ;
- assurer un suivi rigoureux pour garantir le bon déroulement des opérations d'entretien ;
- impliquer tous les exploitants aux travaux d'entretien ;
- envisager la sous-traitance d'une partie des travaux d'entretien au secteur privé.
- Une bonne gestion, une exploitation efficace et un entretien satisfaisant des réseaux d'irrigation et de drainage sont indispensables au succès de la durabilité de l'irrigation, la rentabilité économique des installations et des aménagements hydro-agricoles, l'amélioration de la productivité des eaux d'irrigation, l'augmentation des revenus des agriculteurs et la préservation de l'environnement.

Comment combler les ravines ?

Le comblement d'une brèche comporte trois phases :

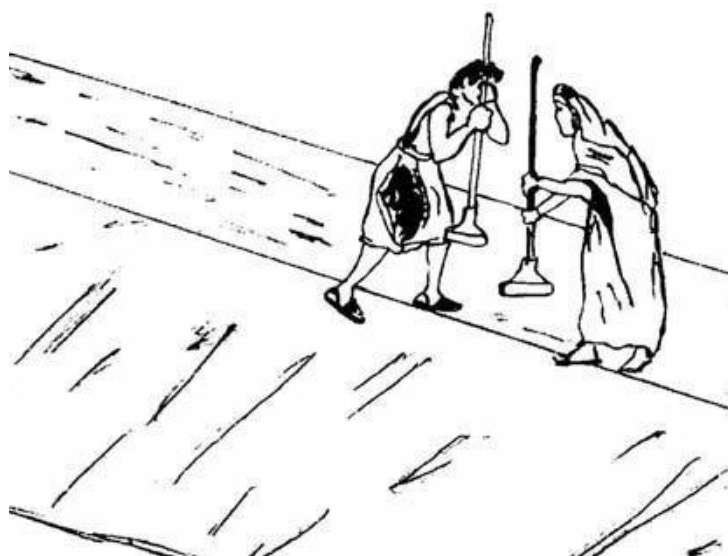
- le remblaiement de la brèche proprement dite ;
- la protection avec géotextile et moellons ;
- l'élimination de la cause qui a provoqué son apparition.



Matériel nécessaire au comblement des brèches

- 1 - Dame manuelle
- 2 - Brouette
- 3 - Pelle
- 5 - daba
- 6 - Pioche

Principe de réparation de la brèche



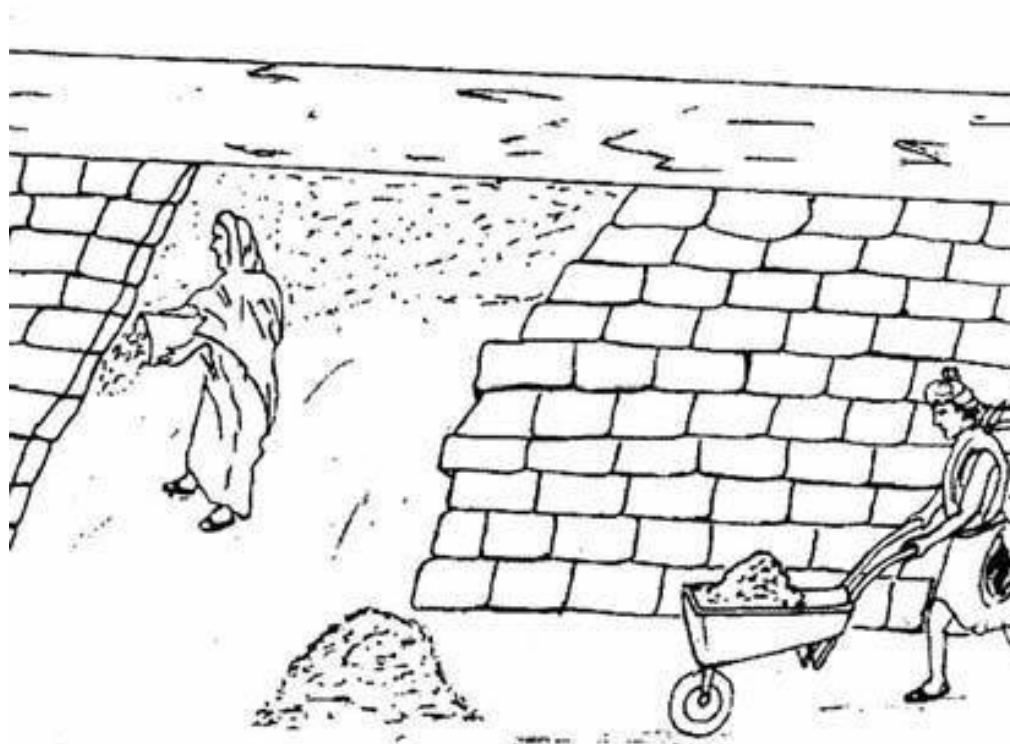
Il ne faut pas oublier d'éliminer la cause de la brèche : compacter le matériau avec dame manuelle

Entretien des perrés

Lorsque des dégâts sont constatés, la réparation consiste à :

- enlever les pierres dans les endroits dégradés, y compris un peu aux alentours ;
- poser soigneusement des moellons de taille suffisante (20 cm de diamètre) et de qualité satisfaisante ; et
- bloquer à la masse les pierres ainsi posées avec des éclats de roche.

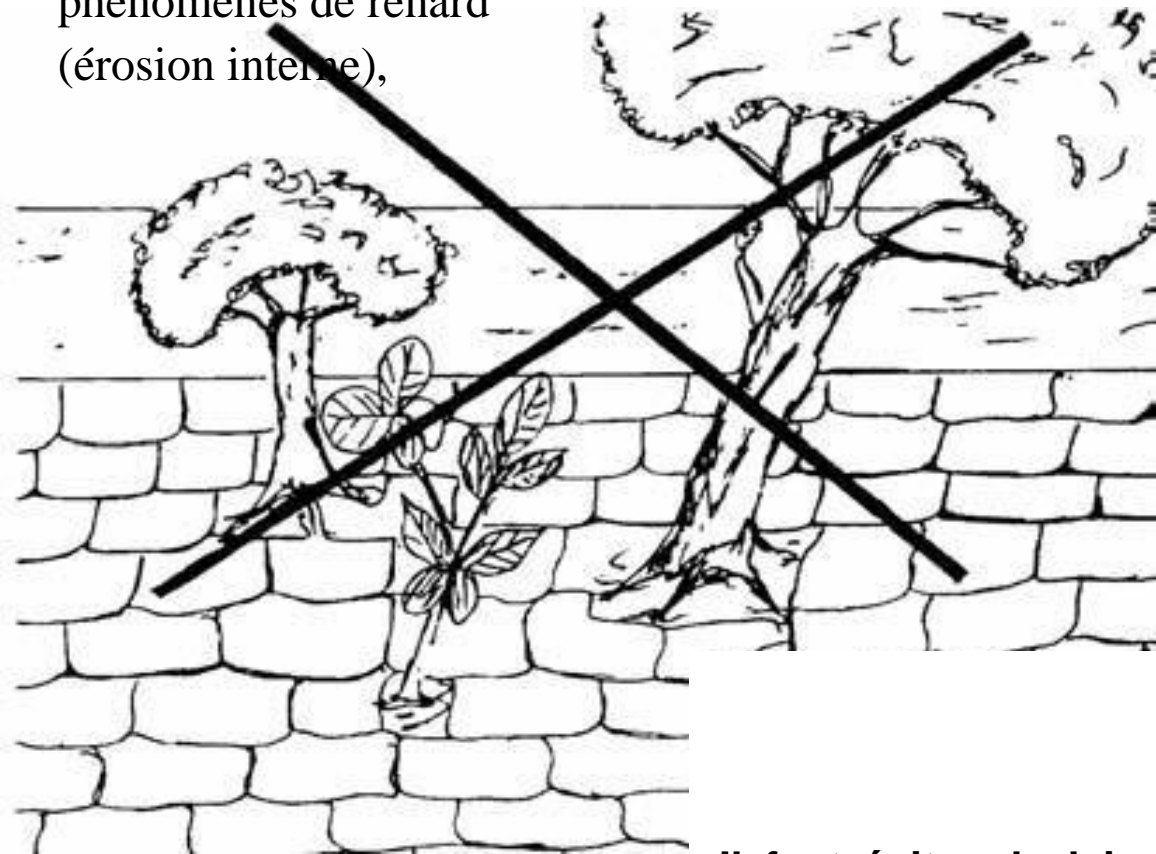
Le jointoiment des pierres avec du mortier est à proscrire car il est plus néfaste que bénéfique : les sous-pressions dues à l'action des vagues fissurent le mortier et les blocs finissent par être soulevés et glisser par plaques entières.



Elimination de la végétation arbustive

Les arbres et les arbustes sont à proscrire absolument sur les talus, ainsi qu'à proximité, notamment au pied aval. Leurs racines sont dangereuses car elles peuvent entraîner deux conséquences néfastes :

- le soulèvement d'ouvrages rigides et de perrés ; et
- la création de zones de cheminement préférentielles de l'eau le long des racines, surtout à la mort de l'arbre. Ces cheminements peuvent causer des phénomènes de renard (érosion interne),



Il faut éviter de laisser les arbres grandir sur la diguette et à sa proximité immédiate.



Il convient de couper les arbustes à la machette lorsqu'ils sont encore petits.



Pour que la lutte contre la prolifération des arbustes soit plus efficace, il faut éviter que les souches ne produisent des rejets. Pour cela, on peut répandre de l'acide sur la coupe fraîche.