



Manuel de suivi et d'entretien des petits barrages en Mauritanie



Ouvrer pour que les
populations rurales pauvres
se libèrent de la pauvreté



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Direction du développement
et de la coopération DDC**

Manuel de suivi et d'entretien des petits barrages en Mauritanie



Ouvrer pour que les
populations rurales pauvres
se libèrent de la pauvreté



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Direction du développement
et de la coopération DDC**

Le FIDA remercie la Direction du développement et de la coopération de la Confédération suisse pour la subvention attribuée, sans laquelle la production de ce manuel n'aurait pas été possible. Nous remercions aussi l'auteur Jean-Maurice Durand, conseiller technique du Ministère français des Affaires Étrangères, détaché auprès de la Division des Politiques opérationnelles et Conseil technique du FIDA, ainsi que tous ceux qui ont participé à sa publication.

Ce manuel a bénéficié d'une relecture effectuée par:

- M. Merzouk Abdelaziz, chargé de programme
- Mlle Audrey Nepveu de Villemarceau, conseillère technique
- M. Jacques de Boissezon, expert
- M. Dario Tricoli, expert

Les illustrations ont été réalisées par MM. Jean-Maurice Durand et Amadou Tidiane Ly.

© 2012 Fonds international de développement agricole (FIDA)

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Fonds international de développement agricole des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les appellations de pays "développés" et "en développement" sont employées à des fins de commodité statistique et ne reflètent pas nécessairement un jugement quant au stade atteint par tel ou tel pays ou telle ou telle région dans le processus de développement.

La présente publication peut être reproduite en tout ou en partie sans l'autorisation préalable du FIDA, à condition que la source soit indiquée par l'éditeur et qu'une copie du texte publié soit envoyée au FIDA.

Page de couverture: ©Jean-Maurice Durand, 2000

ISBN 978-92-9072-329-5

October 2012

Table des matières

Avant-propos	4
Préambule	6
1 Surveillance du barrage: le rôle de son exploitant	7
Identification du responsable du barrage	7
Observation visuelle de routine	7
Observation à l'occasion des crues	9
Suivi hydrologique de la retenue	10
Tenue d'un registre du barrage	11
2 Petit entretien courant	13
Comment combler les ravines?	14
Comment boucher les nids de poule sur la crête?	19
Entretien des perrés (protection des talus par blocs de pierres)	20
Élimination de la végétation arbustive	22
Entretien de surface des bétons et maçonneries	24
Comment réparer les gabions?	24
Entretien et réparation des ouvrages de vidange	27
Lutte contre les dégâts provoqués par les animaux	29
Conclusion	32

Avant-propos

Un des enjeux majeurs auquel l'humanité sera confrontée au cours de ce nouveau millénaire, est sans conteste la gestion durable des ressources en eau face aux demandes pressantes d'une population sans cesse croissante. Les besoins sont multiples et la ressource limitée. Dans les pays arides et semi-arides, cette situation est encore plus préoccupante compte tenu des aléas climatiques.

Au cours des trente dernières années, de nombreux gouvernements et institutions internationales et spécialisées, ont mis en œuvre de vastes programmes et projets visant à favoriser la conservation, la mobilisation et la valorisation des ressources en eau. Le bon état des aménagements réalisés dans le cadre de ces opérations est un gage de leur efficacité et par là-même, de l'atteinte des objectifs pour lesquels ils ont été construits. Leur entretien est donc indispensable, et en particulier le petit entretien courant, seul à même d'empêcher l'évolution néfaste de dégradations mineures et, à terme, d'éviter des interventions lourdes et coûteuses.

Pour le FIDA, l'accès sécurisé à l'eau des populations rurales pauvres est essentiel pour atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement, et en particulier l'objectif de réduire de moitié la proportion de personnes vivant dans la pauvreté extrême et la faim d'ici à 2015. Dans les zones arides et semi-arides, le Fonds finance et appuie de nombreux projets qui comportent des dispositions ayant trait à la gouvernance des ressources en eau. Dans ce cadre, il promeut la participation active des collectivités rurales pauvres à la gestion de ces ressources et, par conséquent, des ouvrages qui leur permettent de les exploiter.

L'entretien lourd ne peut être du ressort des exploitants de ces ouvrages, pour des raisons évidentes de coût et de compétences techniques. En revanche, le petit entretien courant relève clairement de leur responsabilité. Encore faut-il qu'ils disposent de l'information technique de base pour jouer efficacement le rôle que l'on attend d'eux en la matière.

Dans cette perspective, la Division des Politiques opérationnelles et Conseil technique du FIDA, en collaboration avec la Division Afrique de l'Ouest et du Centre, publie ce manuel à destination des organisations paysannes et des collectivités villageoises. Sur la base des pratiques, de l'expérience et des réflexions de nombreux

professionnels, il propose des méthodes et des techniques à la fois simples, concrètes, participatives et peu coûteuses pour identifier, diagnostiquer et réparer les dégâts les plus courants qui peuvent survenir sur les petits barrages.

Ce manuel reprend et étoffe une précédente version publiée en 2001 par le Ministère Mauritanien du Développement Rural et de l'Environnement avec le soutien de la Coopération française. Son originalité est de proposer une démarche d'entretien revue et complétée, et ainsi mieux adaptée aux contraintes et aux enjeux locaux. Il a été élaboré en particulier pour faciliter l'entretien des petits barrages de décrue en Mauritanie. Cependant, les principes et méthodes qu'il contient peuvent être étendus et utilisés dans d'autres pays de la région, cette nouvelle publication visant aussi à lui donner une audience plus large.

Nous formons ainsi le vœu que cet ouvrage soit utile à tous les acteurs concernés par les questions d'entretien des ouvrages hydrauliques, et en premier lieu les associations, groupements et collectivités rurales qui sont en charge de leur gestion. Au-delà, nous souhaitons également qu'en contribuant ainsi à la durabilité des ouvrages réalisés dans le cadre des projets que nous réalisons conjointement avec les Gouvernements et les bénéficiaires, nous tendrons un peu plus vers la réalisation de nos objectifs d'accroissement de la sécurité alimentaire et de réduction de la pauvreté, en Mauritanie et dans bien d'autres pays où nous intervenons avec nos partenaires.

Adolfo Brizzi
Directeur
Division des Politiques opérationnelles
et Conseil technique

Ides de Willebois
Directeur
Division Afrique de l'Ouest
et du Centre

Préambule

La Mauritanie est un pays dont le territoire est en grande partie couvert de zones arides. Elle compte pourtant plus de 400 petits barrages, la plupart étant utilisés pour la culture de décrue, qui consiste à effectuer des semis dans la terre humectée après avoir vidangé totalement la cuvette du barrage.

Le suivi et le petit entretien courant de ces ouvrages sont essentiels à leur bonne tenue dans le temps. Ce sont en effet des conditions indispensables pour prévenir des dégradations plus graves, nécessitant des interventions lourdes et onéreuses. Ces opérations sont peu coûteuses et ne demandent pas de compétences techniques particulières, mais elles requièrent toutefois un certain nombre de connaissances de base, que ce manuel se propose de détailler en les illustrant à l'aide de croquis simples.

Le contenu de ce manuel se compose de deux parties. La première est consacrée à la surveillance du barrage, qui doit permettre de détecter très rapidement les dégâts susceptibles d'apparaître, et la seconde aux techniques de petit entretien courant. Ces deux tâches relèvent de la responsabilité des exploitants, à qui ce manuel s'adresse tout particulièrement.

Étant donné l'importance de cette question, le FIDA met à la disposition des exploitants cet outil, qui se veut avant tout un guide destiné à les aider à améliorer eux-mêmes la longévité de leurs barrages. Bien entendu, ce manuel doit constituer un référentiel dynamique, qui s'enrichira de l'expérience pratique de ses utilisateurs.

1. Surveillance du barrage: le rôle de son exploitant

Identification du responsable du barrage

Dans la plupart des cas, l'exploitant du barrage est une collectivité villageoise, entité pouvant présenter des degrés d'organisation très divers, depuis le simple regroupement sous l'autorité d'un chef jusqu'à l'association dotée d'un statut et d'un règlement intérieur.

La première condition pour qu'un barrage soit correctement suivi et entretenu est que son exploitant soit clairement identifié et qu'un responsable soit nommément désigné. À l'évidence, ce dernier ne doit pas remplir uniquement une fonction représentative, mais il doit se sentir pleinement investi de sa mission. L'idéal serait, préalablement à la construction du barrage, de passer avec la collectivité utilisatrice un contrat qui décrirait notamment son rôle en matière de surveillance et d'entretien de l'ouvrage. Les bénéficiaires, et en particulier le ou les superviseurs des futures tâches d'entretien et de suivi, doivent donc être impliqués dès les premiers stades de conception et d'exécution du projet.

La mission de surveillance et d'entretien relevant de l'exploitant demande peu de compétences techniques. Elle exige toutefois attention, rigueur et régularité.

Le rôle de surveillance tel qu'il est défini dans ce manuel repose sur trois actions essentielles:

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

Observation visuelle de routine

L'objectif de cette observation régulière du barrage est de repérer rapidement tout phénomène ou dégât nouveau susceptibles de l'affecter et d'en suivre les évolutions. Les visites doivent évidemment être plus fréquentes pendant la saison des pluies, en particulier lorsque le barrage est plein. Nous préconisons alors un rythme d'une fois par semaine. Elles doivent en outre être effectuées systématiquement après chaque crue (voir section p. 9-10) et plus fréquemment dès qu'un phénomène inquiétant est constaté.

L'exploitant, généralement présent à proximité du barrage, est donc le mieux placé pour effectuer ces observations, au cours desquelles il ne doit négliger aucun des points suivants.

Points à observer sur tous les barrages

- apparition ou évolution de fuites, même à une distance de plusieurs dizaines de mètres en aval;
- obstruction des ouvrages de déversement et de vidange par des corps flottants;
- désordres parmi les blocs de protection des bassins de dissipation; et
- accumulation de sable dunaire sur les ouvrages.

Points à observer sur les remblais en terre

- fuites au pied du talus aval: identifier en particulier un éventuel entraînement des grains du sol, qui se traduirait par l'écoulement d'une eau boueuse;
- creusement de ravines sur les parements¹ amont et aval;
- points bas sur la crête;
- fissuration de la crête;
- 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; et
- dégradations dues aux animaux (dégâts provoqués par le passage des troupeaux, terriers d'animaux sauvages, etc.).

Points à observer 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 perrés² maçonnés;
- fuites et suintements;
- mise à nu des fers du béton armé; et
- séparation des ouvrages en béton et du remblai (derrière les bajoyers³ principalement).

1 Les parements sont les parties superficielles des talus amont et aval.

2 Un perré est une protection de talus constituée de blocs de pierres.

3 Un bajoyer est un mur séparant un ouvrage en béton d'un remblai en terre.

Points à observer sur les ouvrages en gabions

- zones de 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); et
- séparation des ouvrages en gabions et du remblai.

Points divers

- disparition de batardeaux⁴ de l'ouvrage de vidange;
- état des parties métalliques: passerelles, glissières, etc.;
- présence d'"ogglas"⁵ à proximité immédiate du barrage; et
- détérioration des éventuelles clôtures de protection.

Observation à l'occasion des crues

C'est au moment des crues, et donc pendant la saison des pluies, que le barrage court le maximum de risques. C'est en effet pendant cette période que la cote du plan d'eau est élevée, que des débits importants franchissent le déversoir et que des ruissellements se produisent sur les talus. Une présence renforcée de l'exploitant s'impose donc à cette occasion.

L'observation **pendant la crue**, et tout particulièrement 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 limnimétrique⁶ ou à repérer sur les bajoyers⁷).
- la durée de la crue (avec les dates et heures de début et de fin).

4 Planches ou tronçons de poutres métalliques que l'on superpose pour fermer un ouvrage de vidange.

5 Résurgences.

6 Échelle graduée qui sert à mesurer la hauteur d'eau dans la cuvette.

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

Il convient d'effectuer systématiquement une observation **après la crue**, qui doit porter sur 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 (attention à 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); et
- apparition de nouvelles fuites ou augmentation notable des fuites déjà existantes.

Toute cette série d'observations doit être notée dans le registre du barrage (voir figure 1). 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.

Suivi hydrologique de la retenue

Le suivi de la cote de la retenue ne requiert qu'une échelle limnimétrique, la mesure étant faite par simple lecture du niveau d'eau sur l'échelle graduée.

Si aucun limnimètre n'a été prévu par le projet, il est relativement facile d'en réaliser un de manière rudimentaire. À cet effet, on peut utiliser un morceau de tuyau en PVC de 100 millimètres de diamètre, que l'on gradue soigneusement avec de la peinture et à l'aide d'un mètre et que l'on scelle verticalement au pied du talus amont avec du mortier. Le PVC est préférable au fer, qui peut rouiller et rendre ainsi les graduations rapidement illisibles.

⁸ Un barrage surverse lorsque l'eau qu'il contient déverse par-dessus la crête. C'est un phénomène qui peut être destructeur.

Grâce au limnimètre, l'exploitant peut donc assurer un suivi régulier du remplissage et mieux gérer la retenue. Une partie du registre du barrage (voir figure 1) 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 par ailleurs transmettre l'ensemble de ces renseignements à la délégation régionale ou aux services hydrologiques du Ministère et contribuer ainsi à l'amélioration des connaissances dans ce domaine.

Tenue d'un registre du barrage

Pour le suivi d'un petit barrage en Mauritanie, un simple cahier de 200 pages peut tenir lieu de registre. Il est préférable de choisir des pages à petits carreaux afin de pouvoir réaliser plus facilement des 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; et
- les procès-verbaux datés des visites des services techniques des projets ou de l'État, avec les noms et signatures des participants.

Figure 1
Exemple de page de registre d'un petit barrage

تقرير الزيارة	24 يوليو 2008
- سقوط بعض الجوارح في الجانب الأمامي	
بعض الشجيرات لم تنجح في قطع من فوق الجانب	
الذي يلي	
بداية تفحص في ظهر السد قرب المصب	
في اتجاه أحد الأقباس عند المصب	
- يجب القيام بإصلاح هذه الأضرار قبل	
نهاية يوليو	
المسؤول	
أعمال الصيانة	24 يوليو 2008
تم ملئ التفتيح	
- الحجاز وطعت في أمكتها	
- قطعت الشجيرات	
- الكيس	
ملاحظة ملء حوض السد	1 أغسطس 2008
- لقد ملء حوض السد من نقطة بمقداره	
بعد نزول الأمطار الأخيرة (السوي المتأخر)	
(6, 1م)	

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. Nous recommandons donc à chaque exploitant de barrage de se doter d'un tel registre.

2. Petit entretien courant

Le déficit d'entretien est l'une des causes majeures de dégradation et de ruine des barrages en Mauritanie. Le petit entretien courant, pourtant facile à assurer, n'est effectué que dans de rares cas. Il est pourtant fondamental pour garantir la longévité des barrages; nous ne saurions trop recommander aux exploitants de l'assurer le plus scrupuleusement possible.

Il faut aussi condamner sans réserve l'attitude qui consiste à attendre que toute réparation, même mineure, soit effectuée par les services de l'État. Nous rappelions au début de ce manuel que la Mauritanie comptait 400 barrages; il est évident qu'aucun service étatique ne peut répondre à chaque appel pour se rendre sur chacun de ces ouvrages.

Le petit entretien courant consiste à réparer les dégradations mineures subies par l'ouvrage le plus tôt possible et, en tout cas, 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 n'est évidemment pas évoqué dans ce manuel. Il est du ressort des services de l'État, qui doivent dépêcher sur place un ingénieur spécialisé. Ce dernier définit les études et les travaux à entreprendre au vu de la pathologie particulière rencontrée sur le site.

Les paragraphes suivants sont donc consacrés à une description détaillée des travaux d'entretien qui sont à la portée de l'exploitant, à savoir:

1. le comblement des ravines;
2. le comblement des nids de poule sur la crête;
3. l'entretien des perrés;
4. la suppression de la végétation arbustive;
5. l'entretien de surface des bétons et maçonneries;
6. la réparation des gabions;
7. l'entretien et la réparation des ouvrages de vidange; et
8. la lutte contre les dégâts perpétrés par les animaux.

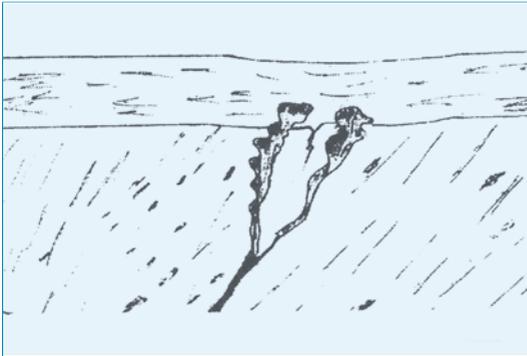
Comment combler les ravines?

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.

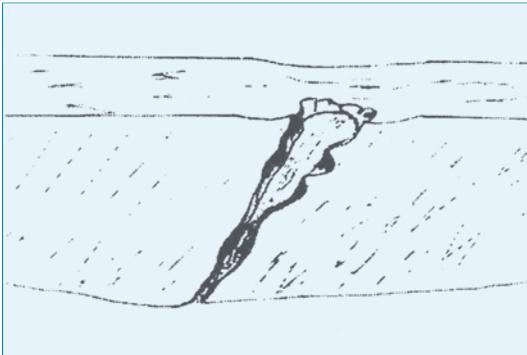
Le comblement d'une ravine comporte deux phases:

- 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



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.

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.

Erreur à éviter

Il ne faut pas combler entièrement une ravine avec des pierres. En effet, la pluie s'infiltré entre celles-ci et le ruissellement continue 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)

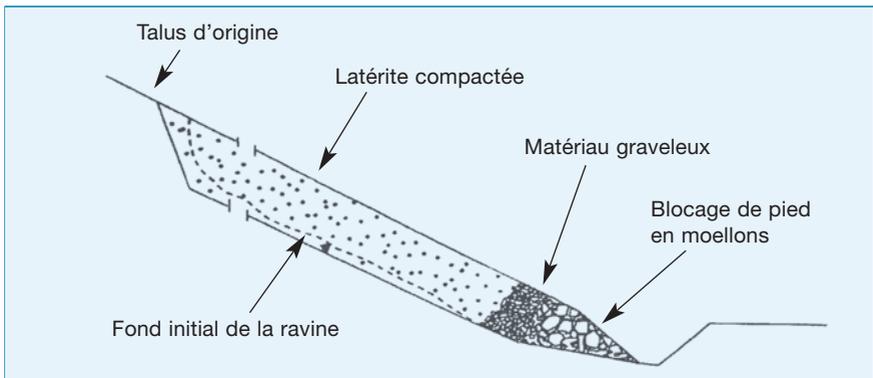
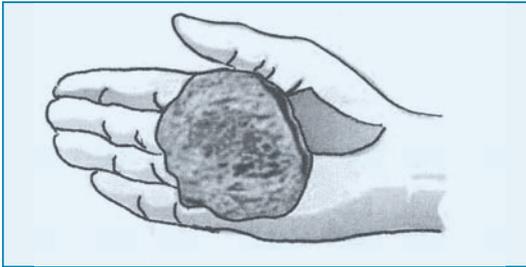


Figure 3

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.

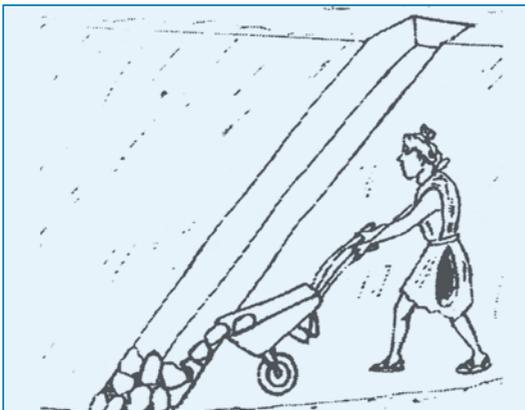


Matériel nécessaire au comblement des ravines (et à la plupart des travaux d'entretien):

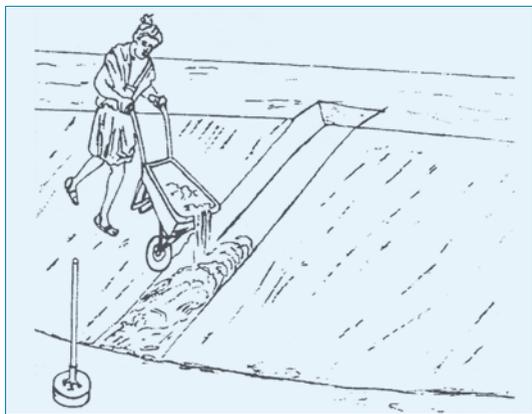
- 1 - Dame manuelle
- 2 - Brouette
- 3 - Râteau
- 4 - Pelle
- 5 - Seau
- 6 - Pioche



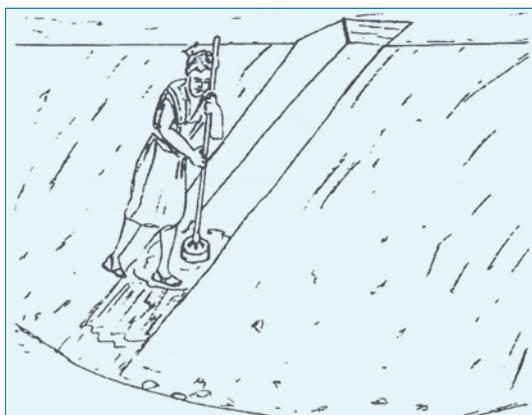
Il faut d'abord retailler la ravine en lui donnant une forme régulière à section trapézoïdale.



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 (voir p. 29-31).

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.

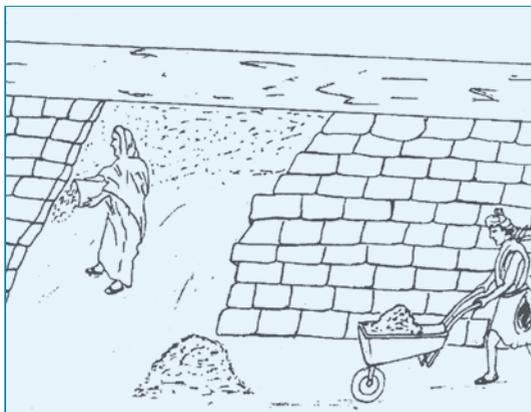
La désorganisation des pierres sous l'effet des vagues sur le talus amont est relativement fréquente. Leur déplacement dû aux passages des hommes et des animaux l'est tout autant en Mauritanie. Pour cette dernière cause, la meilleure solution reste encore la prévention (voir p. 24-26).

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

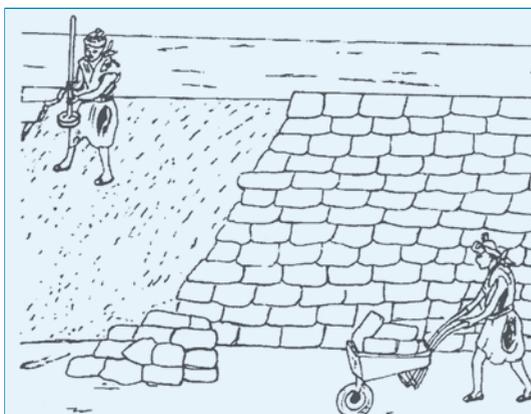
- enlever les pierres dans les endroits dégradés, y compris un peu aux alentours;
- placer une couche de pose en matériau graveleux (diamètre des grains compris entre 5 millimètres et 5 centimètres) de 10 centimètres d'épaisseur, compactée à la dame manuelle le long de la pente du talus;
- poser des 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

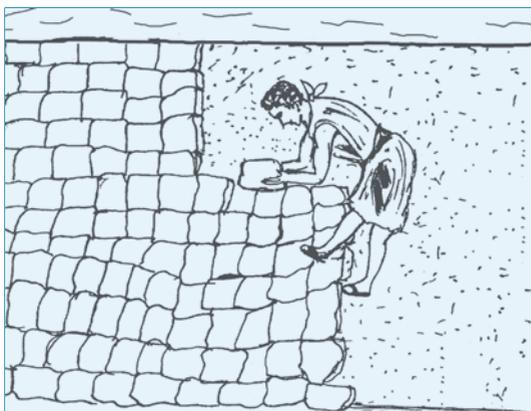
Le jointolement des pierres avec du mortier est à proscrire car il est plus néfaste que bénéfique: les sous-pressions dues à l'action des vagues fissurent le mortier et les blocs finissent par être soulevés et glisser par plaques entières.



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.

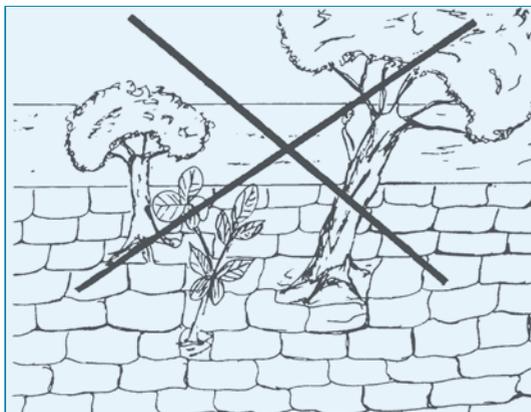
La crête, les talus et les abords, jusqu'à une distance d'au moins 10 mètres du pied, doivent donc être dépourvus de tout arbre ou arbuste (*Calotropis procera*, acacia ou autre).

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, en Mauritanie, il est facile de se procurer de l'acide sulfurique (de 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.

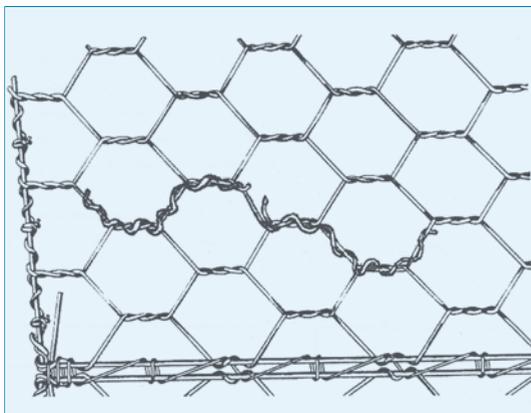
Cependant, l'exploitant doit être conscient des limites de ses capacités d'intervention dans ce domaine. Lorsque des fissures apparaissent sur des ouvrages en béton armé (évacuateur de crue, par exemple), il est nécessaire de faire procéder à une évaluation de leur importance par un organisme compétent, 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

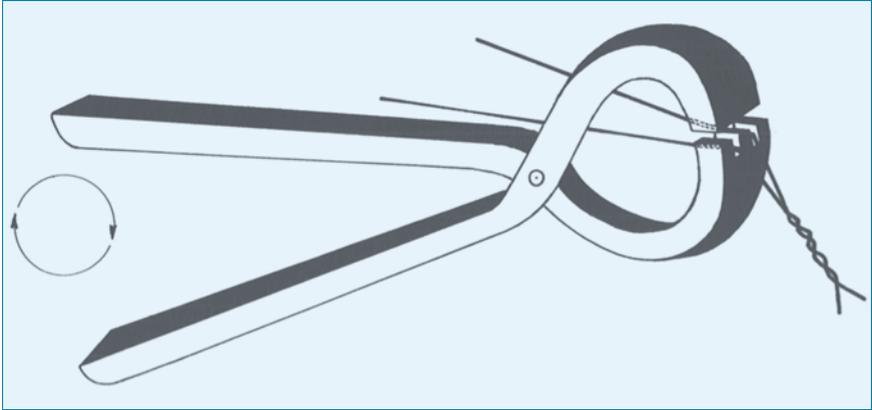


De grandes surfaces de grillage peuvent être attaquées par la corrosion, surtout si les cages étaient de mauvaise qualité à l'origine. Des ruptures multiples peuvent alors se produire et entraîner la vidange des cages. Une réparation doit être envisagée dès que l'on constate une corrosion généralisée. 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.

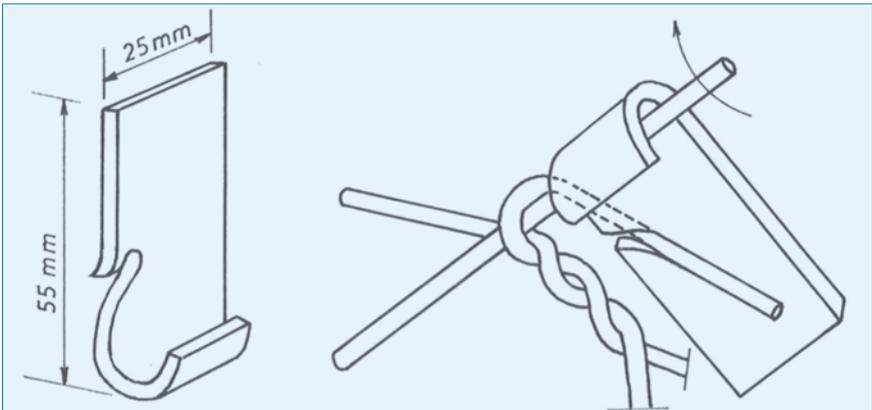
Les opérations consistant à torsader les fils ou à ligaturer doivent être effectuées autant que possible à la main (avec des gants de protection). Un outillage simple peut également être utilisé lorsque le travail manuel devient trop difficile. On peut utiliser par exemple des tenailles trouées (figure 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).

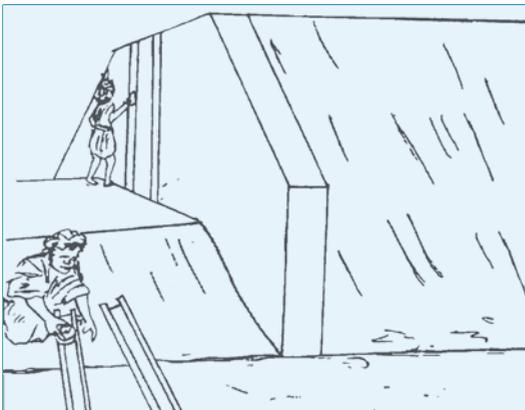
Entretien et réparation des ouvrages de vidange

La plupart des barrages sont munis d'ouvrages de vidange de type passe batardée, 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

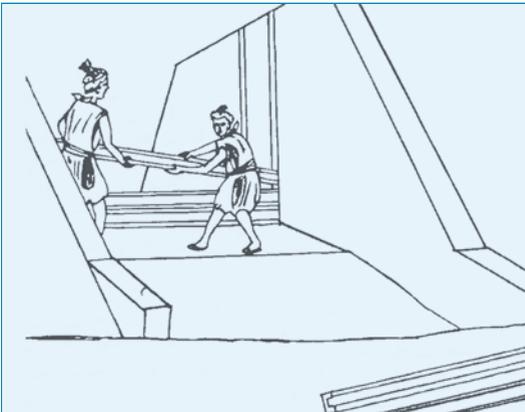
- nettoyage systématique des rainures de la passe à l'aide, par exemple, de l'extrémité d'une bêche;
- nettoyage des batardeaux;
- préparation des matériaux argileux destinés à combler le vide laissé entre les deux rangées de barres (humidification et malaxage);
- mise en place d'argile entre les quatre 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.



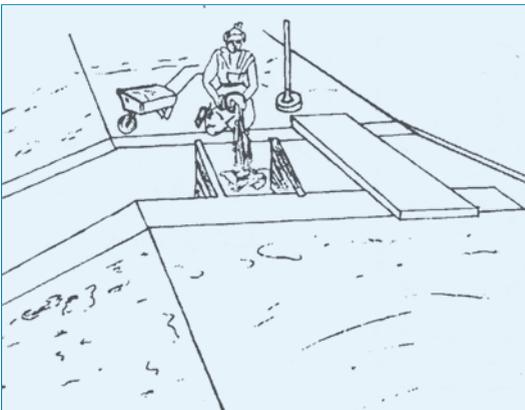
Après avoir vidangé le barrage, et avant de remettre en place les batardeaux, il faut broser et curer les rainures verticales à l'aide d'une bêche.



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

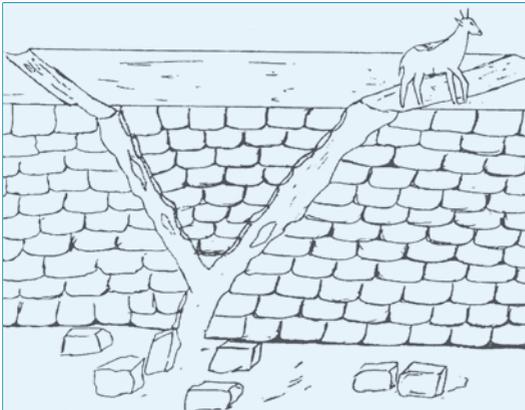
Avant la saison des pluies, il est essentiel de nettoyer ce type d'ouvrage de vidange et de le débarrasser en particulier des dépôts de terre et de sable, des branches et de tout autre objet qui pourrait gêner l'écoulement de l'eau. La présence d'une vanne est rare sur les barrages en Mauritanie, mais 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.

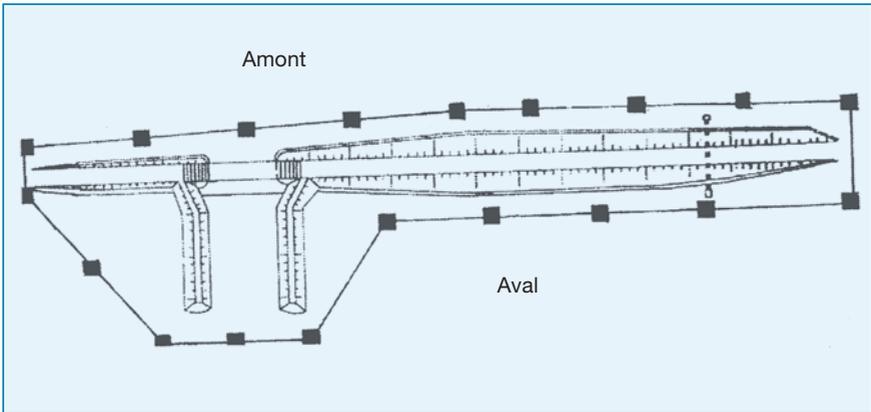
Nous avons vu dans les paragraphes précédents comment traiter ces dégâts, mais le mieux serait encore de les éviter.

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 barbelés sur piquets métalliques, mais une *zériba*⁹ 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).

Conclusion

Il semble à nouveau indispensable de souligner l'importance de la surveillance et de l'entretien courant des barrages pour en assurer une durée de vie satisfaisante.

Cette tâche, qui revient indiscutablement à l'exploitant, ne nécessite que peu de moyens, tant humains que financiers.

En outre, l'entretien régulier du barrage prévient l'aggravation de dégâts mineurs, et donc une sollicitation trop fréquente des services de l'État, toujours coûteux et difficiles à mobiliser.

Enfin, soulignons qu'il en va de l'intérêt même de l'exploitant: un barrage correctement surveillé est un ouvrage qui peut produire à plein rendement pendant de nombreuses années. L'effort à fournir à cet effet est donc modeste par rapport au progrès en matière de sécurité alimentaire que constitue un barrage entretenu pour durer.



Fonds international de développement agricole

Via Paolo di Dono, 44 - 00142 Rome, Italie

Tél: +39 06 54591 - Télécopie: +39 06 5043463

Courriel: ifad@ifad.org

www.ifad.org

www.ruralpovertyportal.org

 ifad-un.blogspot.com

 www.facebook.com/ifad

 www.twitter.com/ifadnews

 www.youtube.com/user/ifadTV

ISBN 978-92-9072-329-5



9 789290 723295