

14542

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE
MINISTRE DELEGUE AUPRES DU PREMIER MINISTRE CHARGE DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
PARC NATIONAL DIAWLING



Projet d'Appui à la Restauration et à la Conservation des Ecosystèmes de la Réserve de Biosphère du bas delta Mauritanien du fleuve Sénégal (RBTFS) et de son aire centrale le Parc National du Diawling (PARCE-RBT-PND)

Mission d'appui à l'élaboration d'un Plan de Gestion de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Bas-Delta Mauritanien et de son aire centrale le Parc National du Diawling

Partim étude hydro-écologique

Rapport de la première mission de terrain du 24 mai au 2 juin 2009

Version finale



Contenu

Abréviations, Sigles, Lexique	2
1. Termes de référence	3
2. Infrastructures hydrauliques de la RBT.....	6
2.1 Digue Rive Droite	7
2.2 Ouvrage de l'Aftout es Saheli	12
2.3 Ouvrage de Cheyal... ..	14
2.4 Ouvrage de Lemer	16
2.5 Digue de Bell.....	16
2.6 Ouvrages de Bell1 et de Bell2	17
2.7 Curage du marigot de Bell.....	18
2.8 Digue de Zéré.....	21
2.9 Ouvrage de Berbar	25
2.10 Digue de Lekser.....	27
2.11 Ouvrage de Lekser	28
2.12 Digue Nord	29
2.13 Ouvrage de Mohad	30
2.14 Digos de désenclavement d'Ebden et de Ndiago ..	31
Références	31
3. Annexes.....	32
Annexe 1 Toponymie et éléments de suivie hydrologique.....	32
Annexe 2 Calendrier de la mission... ..	33
Annexe 3 Plan de maintenance du dispositif hydraulique... ..	34

Abréviations, Sigles, Lexique

Confluent BKN	Confluent des marigots de Bell, du Khorumbam et du Ntiallakh
GPS	Global Positioning System
IGN	Institut Géographique National, référence du zéro topographique utilisé dans le bas-delta, correspondant probablement au niveau moyen de la mer et qui est plus élevé que le 'zéro des cartes' qui, en général, correspond approximativement au niveau des plus basses mers (Lowest Astronomical Tide pour les Anglais).
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
PND	Parc National du Drawling
RBT	Réserve de Biosphère Transfrontalière
SIG	Système d'Information Géographique
SOGED	Société de Gestion du barrage de Diama
Thalymèdes	Limnigraphe moderne, instrument qui enregistre la hauteur de l'eau en format électronique
UTM	Universal Transverse Mercator, système de projection d'un globe sur une surface plane utilisée en cartographie
WGS84	Système géodésique actuellement le plus utilisé puisque les images satellites géoréférencées gratuites sont fournies dans ce format

1. Termes de référence

Contexte général et problématique

Le début de l'année 2009 a été marquée par l'inauguration du lancement des activités de la Réserve de Biosphère Transfrontalière (RBT) du Delta du fleuve Sénégal (classée le 29 juin 2005) et par la nomination du coordinateur de la RBT mauritanienne Monsieur Zeine Abidine Ould Sidaty, par ailleurs conservateur du PND et chargé de programme au sein de l'unité de gestion de projet du PARCE –RBT-PND. L'une des pièces maîtresse de ce projet d'appui à la RBT est la mise en place d'un plan de gestion pour cette nouvelle aire protégée englobant le PND. La Réserve de Biosphère Transfrontalière couvre l'intégralité du delta du fleuve Sénégal qui est constitué d'un vaste complexe de zones humides d'importance internationale étroitement interdépendantes et abritant une biodiversité très riche et une importante population. Le Parc National du Diawling, est le cœur géographique, hydrologique et surtout hydraulique de la RBT sur la rive droite du fleuve. Il en représente près de la moitié de sa superficie. La structuration initiale en trois zones (centrales, tampons et périphériques) du PND en faisait déjà une préfiguration de Réserve de Biosphère à échelle réduite et son premier plan de gestion constitue un modèle méthodologique qu'il convient d'adapter maintenant l'étendue de la RBT.

Acquis du premier plan de gestion du PND

Du point de vue de la restauration écologique, il est incontestable que le premier plan de gestion a atteint son objectif. Le site partiellement désertifié il y a un peu plus de dix ans est devenu un milieu riche d'une biodiversité en pleine expansion. Son caractère attractif croît tant pour l'avifaune que pour les visiteurs. De nombreux indicateurs attestent de cette réussite : le décuplement des populations d'oiseaux d'eau en moins de 5 ans démontre de l'enrichissement spectaculaire des écosystèmes, l'évolution sans cesse croissante des troupeaux témoignent de l'augmentation des pâturages, le développement des activités de pêche et de maraîchage attestent de la régénération des ressources naturelles et de l'afflux de populations notamment des jeunes qui reviennent des grandes villes pour pêcher ou faire du maraîchage.

Du point de vue de l'acceptation du PND dans l'espace du Bas Delta Mauritanien, il est à souligner que les populations qui vivent à la périphérie de l'aire centrale du PND sont très largement satisfaites de sa présence et de son action. Si la création du PND avait provoqué la réticence de nombre d'acteurs de la zone qui craignaient que le parc n'entrave le développement, on note donc aujourd'hui un renversement de perception démontrant l'impact positif de la gestion de la biodiversité sur le développement des activités économiques et sociales. C'est une des raisons qui a appuyé d'abord la reconnaissance de la zone périphérique du Parc élargissant les 16000ha de l'aire centrale à 72000ha de zone protégée, puis la création de la Réserve de Biosphère Transfrontalière (dont le lancement des activités a été inauguré le 3 février 2009) agrandissant l'aire protégée à plus de 200 000ha, soit à l'ensemble de la zone humide deltaïque de la rive droite du fleuve Sénégal. On est donc passé de la protection d'un échantillon de l'écosystème du Bas Delta mauritanien en 1991 à celle de son intégralité aujourd'hui.

Cette satisfaction de la population montre bien qu'ils ont compris que leur intérêt en matière de développement économique passe par la protection et la valorisation des écosystèmes générateurs de ressources et donc par une gestion du milieu. Ils souhaitent donc maintenant être intégrés dans un espace protégé et valorisé et non rejetés à sa périphérie. Entre la philosophie qui a porté la création du parc et celle du MAB on est donc passé d'une protection de la nature sans habitants (conservationniste) à des actions de redéploiement de la biodiversité pour que cela génère, des

paysages attractifs, des ressources naturelles vivantes, des activités économiques propres et du développement social durable.

Difficultés du premier plan de gestion du PND

Le cloisonnement inhérent au type d'aménagement retenu (digues et ouvrages de contrôle de l'eau) et au mode de gestion hydraulique, privilégiant trop souvent la rétention d'eau a favorisé la sédimentation, l'obstruction et parfois le colmatage de certains chenaux dont la fonction hydroécologique est fondamentale pour l'équilibre dynamique de l'écosystème, le redéploiement de la biodiversité et la régénération des ressources vivantes. Une aggravation de ce phénomène pourrait, en empêchant les échanges hydrauliques (circulation d'eau) et bio et hydro chimiques entre les masses d'eau douce et salées, compromettre l'objectif même des aménagements réalisés à savoir d'assurer au moyen de ce « pontage coronarien » le maintien d'une véritable zone écosystémique estuarienne dans le bas delta du fleuve Sénégal.

La désalinisation intégrale de la retenue du barrage de Diama et de ses zones humides tributaires (ancien hydrosystème tidal) mais aussi la réduction de capacité d'échange lié à l'envasement des chenaux ont provoqué l'explosion de certaines plantes aquatiques comme le Typha qui représente une menace croissante pour les écosystèmes aquatiques du bas delta privés de sel en solution dans l'eau mais aussi pour l'ensemble des activités économiques développées en milieu humide. Un nombre croissant de bassins et de chenaux sont touché par cette invasion Jusque dans ceux de l'Aftout es Saheli.

Perspectives de développement de projets dans la RBT (partie Mauritanienne)

Actuellement deux projets appuient la mise en place de la RBT. Celui de la coopération espagnole qui se limite à la partie mauritanienne mais qui couvre l'ensemble des champs du développement durable et celui de l'UICN plus particulièrement axé sur la conservation et la coordination des activités, en cours de lancement, et qui doit affecter l'intégralité de la RBT.

Plusieurs projets sont en préparation assurer le développement attendu tant du milieu naturel que des activités économiques au sein de la RBT. C'est tout d'abord celui du renforcement du dispositif de surveillance du PND avec le WWF, c'est ensuite celui du développement des capacités touristiques avec le PRCC Tourisme de l'AFD et c'est enfin celui d'appui à la maintenance et au développement du dispositif hydraulique prévu par l'AFD.

Contexte spécifique du lancement de la présente consultation dans le déroulement du PARCE et en perspectives de structuration de l'information statutaire et de gestion de la RBT (partie mauritanienne) :

La présente consultation vient après .

- L'audit organisationnel du PND (en cours de finalisation)
- la réorganisation de la Base de Données Géographiques du PND (en cours)
- la réorganisation (tri, rangement et classification aux normes internationales et numérisation de la littérature grise papier) du centre de documentation du PND (en cours)

La présente consultation se déroulera pendant et après la réalisation :

- d'un programme de cartographie par télédétection de l'occupation du soi de la RBT (M) et de cartographie dynamique des thématiques de gestion prioritaires relatives aux végétations aquatiques d'eau douce (évolution du typha depuis 15 ans) et d'eau de mer (évolution de la mangrove depuis 5 ans) – Juin - Septembre -.

2. Infrastructures hydrauliques de la RBT

Les infrastructures hydrauliques du bas-delta qui influent sur la gestion de la Réserve de Biosphère Transfrontalière (RBT) et sa zone centrale le parc National du Diawling peuvent être classées en plusieurs catégories (Figure 1):

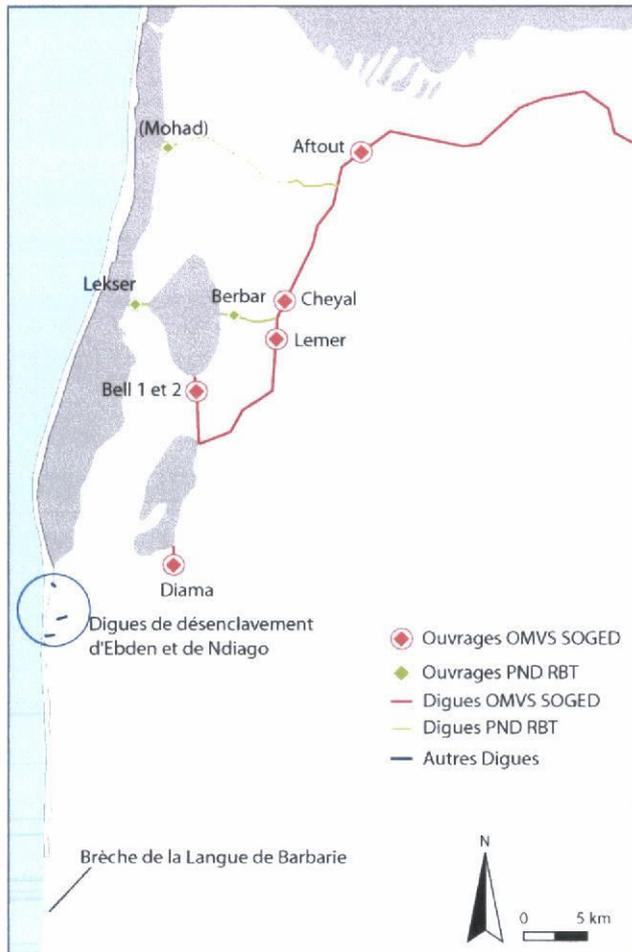


Figure 1 Carte schématique des infrastructures hydrauliques du bas-delta. L'ouvrage de Mohad et la section de la digue nord en pointillé ne sont pas encore réalisés

- Infrastructures construites par l'OMVS et gérés par la SOGED, il s'agit de la Digue Rive Droite et ses ouvrages de l'Aftout (avec les canaux de curage du système du Ndiader), de Cheyal (avec son canal d'amenée d'eau) et de Lemer, de la digue de Bell et ses ouvrages de Bell1 et Bell2 et du Barrage de Diama.

- Infrastructures construites par le Parc National du Diawling, il s'agit de la digue de Ziré et son ouvrage de Berbar, de la digue de Lekser et son ouvrage de Lekser, de la digue Nord (dont seulement le tronçon Est est construit sur 4 km) et de son ouvrage de Mohad (non construit), du canal de Bell (le « curage » qui relie l'ouvrage de Bell et le confluent Bell-Khorumbam-Ntiallah).

- Infrastructures construites par d'autres autorités, il s'agit en Mauritanie des infrastructures de désenclavement de Ebden et de Ndiago et au Sénégal du canal de délestage de la Langue de Barbarie devenu la brèche (Camara 2004)

En dehors du bas-delta la gestion de la RBT est bien évidemment déterminée aussi par la gestion du barrage de Manantali au Mali.

Pour chaque infrastructure on analysera l'état actuel et ensuite on fera des recommandations pour des améliorations.

Il est à noter que les infrastructures construites par le PND ont résisté relativement bien à près de 15 ans d'usage hydraulique relativement intensif, sans véritable entretien (mises à part des petites interventions de stabilisation par des sacs de sable) ou investissement. En plus les transporteurs ont utilisé la Digue de Ziré, en principe non-carrossable, sur sa partie orientale ainsi que les 4 km construits de la Digue Nord. Les barrières de pluie sur la digue de Lekser ont aussi souvent été contournées. L'état actuel de ses infrastructures, affaibli mais sans failles structurelles les menaçant immédiatement (exception faite pour la section autour de l'ouvrage de Berbar) démontre que leur design est approprié et que leur construction a été exécutée dans les normes. Néanmoins d'importants travaux sont devenus nécessaires pour les pérenniser et leur permettre de remplir leurs fonctions. Pour plus de détails sur la toponymie voir Annexe 3.

de favoriser les dépôts éoliens dans le
Ces dépôts qui permettent un dévelop
sans entretien, une protection contre
Diawling au nord de l'ouvrage de Cheya

Il reste à noter que ces dépôts éoliens
la digue rive droite comblent aussi de
abords de la retenue et permettent le
progressif des *Typha* par des roseau
dont le potentiel pour la biodiversité
plus élevé (nidification et accueil de
rallidés paléarctiques et afro-tropi
produisent de la matière végétale fib
intéressante pour l'exploitation (éc
pistes d'accès à des observatoire
couverture de toits, coupe-vents, fixe
etc.). Néanmoins, il semble probabl
premier temps ce développement de
limitera à la zone entre la DRD et le t

de protection temporaire (à 30 m d
servi à la construction de la DRD (Fi
actuellement donc de superficies asse
plus long terme, avec le comblement
retenue, on peut s'attendre à l'extens

Un autre problème posé par la Digue
PND sont en eau. Ce problème est pa
la digue sont basses (au-dessous de 1
la Mare de N'djar et entre l'ouvrage
face au Lac du Diawling (Figure 5).



Figure 5 Zone à risque d'érosion par le battillage sur la DRD au nord de l'ouvrage de Cheyal (image Google Earth 15/03/2004)

2.1 Digue Rive Droite

La Digue Rive Droite (DRD) est une infrastructure mise en place par l'OMVS en 1990 et dont la gestion est actuellement sous la responsabilité de la SOGED. Construite en terre compactée, elle a été plusieurs fois remise en état suite à des dégradations progressives sous l'influence de la circulation, de la pluie, du battillage, etc. Théoriquement, le poids des véhicules l'empruntant et leur vitesse sont limités. Néanmoins, on constate que des camions de 20 tonnes ou plus empruntent régulièrement la digue, que les véhicules y roulent à des vitesses très élevées (Figure 2). En principe l'accès à la digue est interdit pendant quelques jours quand des pluies en humectent la surface argileuse et que des ornières peuvent se créer facilement. On constate néanmoins que des ornières s'y sont formées sur des distances importantes et que, à certains endroits, des véhicules s'y sont même embourbés ce qui implique que soit les barrières de pluie n'ont pas été fermées au bon moment, soit qu'elles ont été contournées. Une concertation entre l'OMVS SOGED et les transporteurs, pour trouver des solutions pour mettre fin à ces pratiques s'impose.



Figure 2 Camion de 20 tonnes roulant à vive allure sur la DRD. On perçoit le tassement du centre de la digue et l'érosion éolienne causés par la circulation

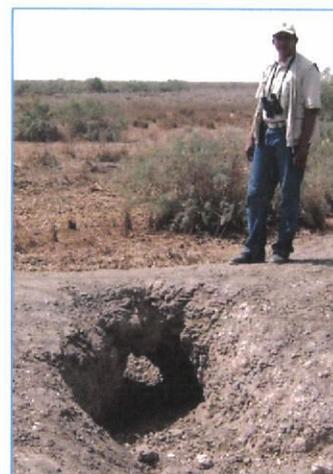


Figure 3 Paroi de la DRD percée par l'accumulation des eaux de pluie dans des ornières

Les ornières, voire même toute la partie centrale de la digue tassée, deviennent ensuite des sites d'accumulation d'eau qui peuvent même percer la paroi de la digue et s'évacuer ainsi vers les bassins (Figure 3). Une fois la paroi percée, ce processus d'érosion se poursuivra lors de la prochaine saison des pluies même sans circulation sur la digue. Il est clair que, à ces endroits (par exemple aux points GPS UTM WGS84 359173, 1817837 ; 358728, 1816983 et 355869, 1807357), la stabilité de la digue est menacée surtout quand des cotes importantes sont pratiquées dans la retenue de Diama comme c'était le cas lors de la mission de mai 2009 (2,23 m). Théoriquement la cote de la DRD se situe à 2,50 m IGN mais, notamment sur sa partie centrale où les véhicules roulent et entraînent de l'érosion éolienne, elle est probablement au-dessous de 2,30 m sur des distances importantes. Cette situation est à très

haut risque et, puisque la digue est en argile, il suffirait qu'un premier fil d'eau atteigne le centre de la digue face à un des endroits fragilisés pour rapidement créer une brèche qui viderait la retenue de Diama dans les bassins du PND et au-delà puisque les

autres digues (Bell, Ziré, Lekser) ne résisteraient très probablement pas à l'arrivée d'une forte vague en provenance de la retenue. Il suffit de se rappeler que l'inondation de Nouakchott de 1951 à travers l'Aftout es Saheli s'était produite avec une cote autour de 1,50 m IGN à Keur-Macène et que les forces déclenchées par une vidange de la retenue à plus de 2 m IGN seraient donc considérables. Fort heureusement, côté retenue de Diama, des dépôts éoliens renforcent de plus en plus la digue, notamment dans les sections orientées SSW-NNE comme c'est le cas sur sa majeure partie longeant le bassin du Diawling autour de l'ouvrage de Cheyal et dans la partie sud du bassin de Bell, où sa largeur est facilement doublée. L'intérêt de ces dépôts pour les gestionnaires de la RBT se situe principalement comme indicateur de l'orientation optimale des obstacles à mettre en place afin



Figure 7 En haut le fruit de talus classique de la DRD et en bas le fruit de talus corrigé (en 2004) dans la zone de batillage face à la Mare de Ndjjar dans la partie Sud du Bassin de Bell.

Pour le bassin de Diawling une même intervention s'impose sur une longueur beaucoup plus conséquente (2 km). Le talus de la DRD y a été complètement rongé par le batillage, voire disparu à certains endroits (Figure 8, point GPS UTM WGS 84 358414 1816392). En contraste avec le bassin de Bell, à cause de la proximité d'une grande étendue d'eau avec une profondeur plus importante, cette intervention devra obligatoirement être accompagnée de la mise en place d'infrastructures permettant de réduire l'impact des vagues à l'intérieur même du bassin du Diawling. Toujours dans le souci de pérenniser les impacts de ces interventions onéreuses, l'objectif doit être d'enclencher un processus de sédimentation et de dépôts éoliens qui s'auto-renforcera par l'installation spontanée ou aidée de la végétation naturelle, notamment les *Tamarix*. Une option possible serait **d'aménager des épis de protection** à une centaine de mètres à l'Ouest de la digue autour du marigot de Njorakh tel que cela a été expérimenté lors de la remise en état de la digue de Bell en 1997.

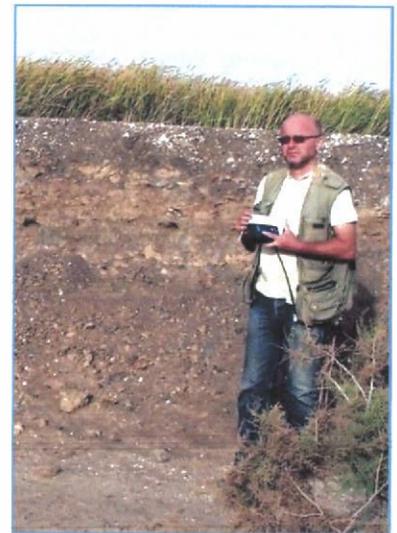


Figure 8 Talus de la DRD rongé par le batillage face aux plaines basses à l'Est du Lac de Diawling



l'instant cela ressemble à une stratégie d'occupation des sols et d'investissements spéculatifs pour attirer des moyens plus importants sans risque réel d'un développement effectif. Néanmoins, il serait judicieux pour les gestionnaires de la RBT de se renseigner sur l'existence de plans d'aménagement et d'études d'impacts. Une concertation plus large, impliquant tous les acteurs clé de la zone Ndiader- Sud Aftout, afin d'élaborer une vision commune à moyen et long terme et basée sur de solides connaissances scientifiques s'impose. **La vocation naturelle de ces zones très salées et probablement menacées par la remontée du niveau de l'Océan nous semble se situer plus dans des inondations programmées pour favoriser les services rendus par les écosystèmes, notamment en matière d'élevage extensif et de pêche, de zones nourricières pour les stocks de poissons et crustacés (mulets, bars, crevettes, crabes, etc.), de la conservation de la biodiversité et dans des activités extensives d'élevage et de pêche telles que pratiquées actuellement dans le PND.**

Recommandations :

- Reprise du suivi de la hauteur de l'eau en aval de l'ouvrage de l'Aftout et dans le Chat Tboul (hauteur et qualité de l'eau, suivi ornithologique)
- Instrumentalisation des cuvettes de l'Aftout et suivi de la hauteur et de la qualité de l'eau en prenant soin d'éviter toute perturbation des concentrations d'oiseaux d'eau. Réfléchir aux avantages de l'installation d'une station automatique avec une bonne capacité de mémoire dont les données peuvent être récupérées après la saison de nidification ; Il sera probablement nécessaire de sensibiliser les utilisateurs de la zone pour prévenir d'éventuels actes de vandalisme sur les appareils.
- Mesures de débit dans les différents marigots qui alimentent les cuvettes de l'Aftout et le Chat Tboul.
- Œuvrer à la participation active des gestionnaires de la RBT dans la programmation et l'exécution de la gestion de l'ouvrage de l'Aftout et de toute proposition d'aménagement ou développement dans les périmètres dépendant de cet ouvrage.
- Elaboration d'un avant-projet détaillé pour la mise en place de la digue Nord et de l'ouvrage de Mohad

2.3 Ouvrage de Cheyal

A cause de problèmes de financement l'ouvrage de Cheyal, d'une capacité nominale de $20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (pour 1 m de charge), a été mis en place en plusieurs phases, d'abord par la construction de l'ouvrage même, ensuite par la mise en place son bassin de dissipation (1997) et finalement par l'ouverture de son canal d'amenée d'eau par une pelle amphibie (1998). Les deux phases de construction n'ont pas été exécutées par la même entreprise et, bien que le design du bassin de dissipation soit intéressant (plots pour la dissipation de l'énergie) son raccordement à l'ouvrage n'est pas idéal. A cause du problème du batillage et donc des érosions sur la Digue Rive Droite mentionnés plus haut (Section 2.1) **l'ouvrage est en général utilisé loin au-dessous de sa capacité et a, jusqu'à présent, surtout servi à l'alimentation en eau des Toumbos, du Chat Tboul et des cuvettes sud de l'Aftout et de façon secondaire (mais en général insuffisante) à l'alimentation du bassin de Khorumbam dans la partie Nord du bassin du Ntiallakh.** Avec la mise en œuvre des propositions de protection de la DRD et l'aménagement de la Digue Nord et de l'ouvrage de Mohad, des niveaux d'eau bien plus importants pourront être atteints à moyen terme dans le bassin du Diawling et un plus grand débit transité par Lekser pour compenser, dans la mesure du possible, le manque d'apports d'eau douce dans le Khorumbam par l'aval depuis la création de la brèche dans le Langue de Barbarie.

Sous cette hypothèse, les débits et les remous en aval deviendront plus conséquents et il est donc nécessaire d'aussi mieux protéger les abords immédiats de l'ouvrage. Ces abords ont actuellement des pentes très raides et sont souvent attaqués, tant par le batillage que par les eaux de pluie, ce qui

Finalement, le processus de comblement par des dépôts éoliens de la retenue de Diama peut aussi avoir des incidences sur le canal d'amenée d'eau. Une vérification (par exemple par sondage avec une perche graduée ou avec un petit sonar portable) de sa profondeur entre l'ouvrage et le fleuve s'impose. Aux endroits où son parcours est rétréci à cause du développement du *Typha*, des interventions sur la végétation (coupe sous le niveau de l'eau) pourraient faciliter les écoulements.

Recommandations :

- Reprise du suivi de la hauteur de l'eau en aval de l'ouvrage (échelles, remise en état du limnigraphe Thalymèdes, calage par rapport à IGN)
- En concertation avec les pêcheurs planifier une intervention sur la fuite en fin de leur saison d'activité de décrue (hauteurs d'eau dans le bassin de moins de 0,50 m IGN). Vérification de la persistance de la fuite (bruit d'écoulement, conductivité amont-aval, vitesse de baisse de niveau moindre que l'évaporation, etc.), localisation précise et tentative de dégagement de la matière végétale ou minérale (enrochements, cailloux) qui peuvent gêner la fermeture complète de la vanne en l'ouvrant grandement et créant ainsi des débits de chasse brefs mais très forts. Si le problème persiste encore, mise en place de batardeaux sur la vanne défectueuse et, lors du à sec du bassin, vérification complète de la vanne hors eau et réparations ou remplacement si nécessaire.
- Stabilisation des abords de l'ouvrage côté aval, aménagement d'épis avec enrochements sur géotextile

2.4 Ouvrage de Lemer

Comme pour l'ouvrage de Cheyal celui de Lemer a été mis en place en plusieurs phases et était finalement fonctionnel en 1994. Conçu à l'origine pour une capacité nominale de $25 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (pour 1 m de charge) pour pouvoir alimenter le bassin de Bell et l'estuaire artificiel dans le Ntiallakh, il a finalement été construit sur des reliquats disponibles auprès de la coopération française avec une capacité de $15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$

Actuellement, cet ouvrage (le plus ancien et le plus intensément utilisé de tous les ouvrages du bas-delta) est toujours en bon état. **Son design est donc clairement efficace et résistant et devrait inspirer celui des autres ouvrages à construire (Mohad) ou à remettre en état (Cheyal, Bell, Berbar, Lekser), notamment sur le raccordement de l'ouvrage à son bassin de dissipation.**

Par contre, les échelles limnimétriques sont détruites sur leurs parties basses et nous ne disposons pas de données du limnigraphe Thalymèdes depuis le 9 Novembre 2005.

Recommandations :

- Replacer les échelles limnimétriques et remettre en état le limnigraphe Thalymèdes

2.5 Digue de Bell

Cette digue, avec son ouvrage de Bell1, avait été construite à la hâte quand les travaux pour la mise en place de la DRD étaient menacés par des remontées d'eau hypersalées par les « Mlok » (fortes marées de vives eaux autour de l'équinoxe de juin combiné avec la baisse de la pression atmosphérique à l'approche de l'hivernage) en provenance du Ntiallakh, souvent renforcées encore par des vents de l'Ouest. De 1993 à 1995 cette digue provisoire, menacée surtout par le batillage par l'aval, était un très grand souci pour l'équipe du PND et demandait une surveillance constante et des réparations en urgence répétées (sacs de sable). Il est à signaler que les pêcheurs Takhrédient ont

beaucoup contribué à sa sauvegarde en mettant à la disposition de l'équipe du PND une main d'œuvre efficace pouvant travailler 24 h d'affilée ou plus si nécessaire.

Depuis, après sa remise à niveau (2 m IGN) et son élargissement, les dépôts éoliens et le développement de la végétation protectrice du côté du bassin de Bell ainsi que l'absence de crues dans le Ntiallakh suite au développement de la brèche dans la Langue de Barbarie, cette digue ne pose plus de véritables problèmes hydrauliques aux gestionnaires. Sauf que, comme c'est le cas pour les autres infrastructures, ses barrières de pluie n'ont pas empêché les transporteurs à l'utiliser dans des conditions où la surface roulante était mouillée et donc très sensible au développement d'ornières. Cette surface roulante est donc en mauvais état par endroits mais, contrairement à la DRD, cette situation ne menace pas vraiment sa stabilité. Néanmoins, **il serait judicieux de l'inclure dans tout programme de réhabilitation de la DRD et aussi d'améliorer sa protection pendant les pluies (barrières de pluie et surveillance plus efficaces, obstacles prolongées dans la plaine inondable notamment du côté du bassin de Ntiallakh, aménagement de fossés à l'approche des massifs dunaires de Ziré et de Birette).**

Recommandations :

- L'OMVS/SOGED doit aménager un dispositif de barrières de pluie plus efficace pour la Digue de Bell avec des obstacles plus solides (poutrelles UPN ou HPN de 20 cm de large profondément enfoncées dans le sol) à mettre en place sur les talus et aussi dans les plaines inondables, créer des fossés en pied de digue (si possible atteindre la nappe phréatique) et rendre leur gestion plus stricte (en concertation avec les acteurs).
- L'OMVS/SOGED doit reprendre la Digue de Bell pour la remettre à 2 m IGN et en améliorer la surface sur les sections carrossables par exemple en y mettant une couche de gravier coquillé.

2.6 Ouvrages de Bell 1 et 2

L'ouvrage de Bell 1 capacité nominale de $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ sous 1 m de charge est fonctionnel depuis 1994. Cet ouvrage n'a jamais posé de réels problèmes mais, depuis la mise en place de l'ouvrage de Bell2 (fonctionnel depuis 1998), ne contribue pas énormément aux débits qui transitent du bassin de Bell vers le Ntiallakh. Par contre, dans ses premières années, l'ouvrage a été beaucoup sollicité pour diminuer la pression sur la digue de Bell et des débits très importants ont transités du Ntiallakh vers le bassin de Bell quand les cotes dans le Ntiallakh étaient élevées. Ses bassins de dissipation et surtout celui à « l'amont » (côté Est, bassin de Bell) sont décollés du substrat et, afin de consolider l'ouvrage il serait judicieux de les remettre en état (remplissage des espaces décollés, mis en place de gabions, enrochements sur géotextile, etc.). Effectivement, cet ouvrage reste un dispositif de réserve au cas où des problèmes empêcheraient d'utiliser l'ouvrage de Bell2. **Aussi, si et quand le curage du marigot de Bell en « aval » (à l'Ouest) sera repris selon les normes, il pourra contribuer de façon plus conséquente aux débits qui transitent vers le Ntiallakh.**

L'ouvrage de Bell2 (débit nominal de $15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ sous 1 m de charge) souffre des mêmes problèmes que celui de Cheyal mais à un degré moins important (puisque les pentes entre l'ouvrage et les plaines sont moins fortes). Les connexions entre son bassin de dissipation ne sont pas idéales mais pour l'instant cela ne pose pas de réels problèmes. Par contre, le lien entre le bassin de dissipation et le terrain commence à se décoller un peu et une remise en état s'impose, surtout si les débits transités vers le Ntiallakh deviendront plus importants avec la reprise du curage dans les normes.

Le Thalymèdes, mis en place dans le cadre d'un projet Université de Grenoble-Lyon 3, devrait faire partie du dispositif de suivi de la RBT. Son emplacement est particulièrement stratégique puisque les

cotes à Bell Est sont très représentatives de la cote dans l'ensemble du bassin de Bell même pendant son remplissage.

Recommandations :

- Faire une évaluation de ce qui est nécessaire pour le faire fonctionner et entamer le suivi du Thalymèdes de Bell Est
- Formuler une demande auprès de l'OMVS pour une remise en état des bassins de dissipation des ouvrages de Bell1 et 2, sinon faire faire un devis par un bureau d'ingénierie-conseil, de préférence avec de l'expérience dans le bas-delta.

2.7 Curage du marigot de Bell

Cette intervention, déjà désignée comme prioritaire dans le Plan Directeur d'Aménagement du Parc National et de sa zone périphérique (MDRE PND 1997), a finalement été exécutée en début 2005 sur financement FFEM, mais n'a malheureusement pas donné les résultats escomptés : une augmentation des débits qui transitent du bassin de Bell vers le Ntiallakh et une amélioration de l'état de la végétation et de sa productivité dans les plaines à l'Ouest de la digue de Bell. Les causes en sont multiples mais sont surtout liées à des failles dans la gouvernance du PND et à un manque d'intégration effective entre les instances à Nouakchott, l'assistance technique et l'équipe de terrain. Les travaux, pour un montant d'autour de 20 millions d'UM, ont fait fi des termes de référence pourtant détaillés, élaborés depuis 2000 et revus en 2003 (Duvail 2003, Annexe 4).

Les travaux ont été exécutés par une entreprise sans expérience du bas-delta, avec un engin non adapté et vétuste loué à Rosso. Dès le début des travaux, dans la partie Ouest du marigot à proximité du confluent Bell Khorumbam Ntiallakh, cet engin s'est logiquement embourbé dans les sols à très faible portance qui caractérisent le bas-delta (c'est pourquoi une pelle amphibie travaillant pendant l'hivernage était préconisée). Après le dégagement de l'engin il a été décidé de curer un tracé au Sud du marigot de Bell puisque la pelle ne pouvait travailler dans le lit du marigot même. Il s'agit là d'une erreur stratégique puisque, avec les vents dominants des directions NO, NNO (Alizés) et NE (Harmattan) et des plaines pratiquement sans couvert végétal au Nord du marigot, des dépôts éoliens s'accumulent très facilement au Sud de chaque obstacle (tel les bourrelets de berge du marigot de Bell et les déblais du creusement). Aménagé au Sud du bourrelet Sud du marigot de Bell la partie Ouest du curage (autour du point GPS UTM WGS84 346879 1805274) a été très rapidement comblé (Figure 14). **Il est à noter aussi que, selon les termes de référence, le curage aurait dû avoir 4 à 5 m de largeur au fond et non de 1 m comme cela semble être le cas.** Ces travaux ont été exécutés sans un suivi indépendant de la topographie et donc du niveau IGN atteint sur les différents tracés du curage. Tout le travail a été uniquement basé sur des volumes de déblais sans lien avec l'efficacité de l'intervention. Aussi la réception définitive a été signée avant d'avoir testé le dispositif et ce contre l'avis des techniciens présents sur le terrain. Finalement, en dépit des recommandations (Hamerlynck 2005) la première mise en eau s'est faite avant qu'il y ait une charge suffisante dans le bassin de Bell afin de pratiquer un débit de chasse qui aurait pu contribuer à pérenniser l'intervention.

2.8 Digue de Ziré

La construction de la digue de Ziré (entamée en 1995, réceptionnée en 1996) sur près de 5 km se justifiait par la nécessité d'adoucir le Ntiallakh en fin de saison sèche (par la pratique de l'inondation de contresaison) pour éviter que la mangrove et les plaines à *Sporobolus* dans le bassin du Ntiallakh soient détruites par les saumures pendant les « Mlok » (fortes marées de vives eaux entre mai et juillet). La façon la plus directe de mettre de l'eau douce dans la partie la plus salée du Ntiallakh était d'amener de l'eau à partir de l'ouvrage de Lemer à travers le marigot de Bell jusqu'au confluent BKN. Puisque les cuvettes du Diawling et de Tichilitt se situent sous le niveau de 0m IGN et donc bien plus basses que le marigot de Bell, il était nécessaire d'empêcher l'eau de s'écouler de façon prioritaire vers le Nord.

Par l'augmentation de l'amplitude de la marée en aval de Diama, la brèche dans la Langue de Barbarie a favorisé les échanges entre les eaux du Ntiallakh, de l'estuaire du Fleuve Sénégal et de l'Océan et donc réduit le temps de résidence de l'eau et diminué sa concentration par l'évaporation. Ainsi, les conductivités y restent dans les limites physiologiques de la mangrove à *Avicennia* (par exemple 49,3 mS/cm au confluent BKN et 38 mS/cm à Dar es Salaam, le 28/05/2009). En plus, la production d'hydro-électricité à Manantali fait qu'il y a des lâchers plus ou moins continus à Diama (d'au moins $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) qui adoucissent l'estuaire et qui, avec la marée remontent en surface dans le Ntiallakh (18,2 mS/cm à son embouchure le 28/05/2009).

Fondamentalement, puisque l'inondation de contresaison n'est plus nécessaire, la digue de Ziré n'a plus véritablement de justification et pourrait être supprimée. Néanmoins, **elle présente encore de nombreux avantages puisque elle permet de pratiquer des cotes beaucoup plus élevées dans le bassin de Bell (1,40 m IGN) que dans le bassin du Diawling**, (maximum en général au-dessous de 1,20 m IGN entre Janvier 2000 et Mai 2005 selon les données du Thalymèdes à l'ouvrage Cheyal) et donc d'avoir des superficies inondées très importantes. **Les impacts positifs de cette gestion sur la végétation herbeuse (annuelle et pérenne) et ligneuse, sur la faune et sur les nappes phréatiques ne sont plus à démontrer**. Même après la construction de la Digue Nord (section 2.12) et son ouvrage de Mohad (section 2.13) et des protections de la DRD (section 2.1) proposées, le niveau d'eau maximal dans le bassin du Diawling ne dépassera pas 1,30 m IGN et ce seulement après plusieurs années de remontée progressive pour permettre à la végétation de suivre et de protéger les abords des digues.

Un autre avantage de la présence de la digue de Ziré est que, pour les habitants du village de Ziré Takhrédient, elle facilite le passage à travers des plaines inondables entre le village et les sites de pêche aux ouvrages de la DRD, situé à 5 km. Bien qu'elle ne soit pas conçue pour être carrossable (1 m de large en crête) elle est malheureusement aussi utilisée par les véhicules de transport sur sa partie la plus proche de la DRD.

Cette digue, qui n'avait à l'origine qu'une fonction hydraulique, s'est donc vu attribuer aussi une fonction secondaire de désenclavement qui est d'ailleurs à l'origine d'un contentieux entre les gestionnaires du PND et la population de Ziré Takhrédient. La population de Ziré Takhrédient réclame un désenclavement avec une facilité d'accès pour les véhicules de transport en toute saison, l'argument principal étant le besoin pour une évacuation rapide de malades. Ils se disent prêts à garantir qu'une digue avec cette fonction serait sous leur responsabilité et ne serait pas accessible à tous les transporteurs qui, en saison sèche empruntent normalement une piste qui longe la digue du côté du bassin de Diawling à l'Est de l'ouvrage de Berbar, puis traversent la digue juste à l'Est de l'ouvrage et continuent dans la plaine du bassin de Bell. **Avec l'augmentation de la production maraîchère un accès au village pour les véhicules de transport devient de plus en plus souhaitable**. Finalement, les usagers de la digue de Ziré revendiquent un passage facile et en toute sécurité de

l'ouvrage de Berbar lui-même. Par contre, pour les gestionnaires de la RBT un passage non-contrôle en toute saison à travers le centre du Parc National compliquerait énormément les tâches de surveillance. De plus, l'entretien d'une digue carrossable qui demande des remises en état fréquentes est financièrement inabordable. Un compromis pourrait être d'assurer un désenclavement maximal par l'aménagement d'une piste carrossable à travers la dune de Ziré qui permet à Ziré Takhrédient de se connecter en toute saison par la digue de Bell et Bou Hajra, de faciliter le passage de l'ouvrage de Berbar pour les piétons et les vélos mais de ne permettre qu'un passage exceptionnel (évacuations sanitaires) de véhicules sur la portion Est de la digue. Pour faciliter le va-et-vient des pêcheurs entre les ouvrages de la DRD et le village des vélos avec petites remorques pourraient être testés.

La digue de Ziré continue à remplir sa fonction hydraulique mais n'est plus à sa cote de 1,90 m IGN et est très menacée notamment dans sa partie exposée au batillage autour de l'ouvrage de Berbar. De plus, sur sa partie Est, elle est très peu protégée par la végétation du côté du bassin du Diawling. Si on veut augmenter le niveau maximal dans ce bassin (en protégeant la DRD et en aménageant la Digue Nord et l'ouvrage de Mohad) il sera indispensable d'aussi protéger cette partie par exemple avec des épis similaires que proposés pour la DRD (section 2.1).

Un autre problème se pose à proximité du village de Ziré Takhrédient (point GPS UTM WGS84 352416 1813761) où un ouvrage busé improvisé a été aménagé à travers la digue pour pouvoir inonder les champs de maraîchage en face du village du côté du bassin du Diawling. Les abords de cet ouvrage ne sont pas dans les normes, le talus de la digue y a déjà été complètement rongé par les eaux et risque en quelques saisons de menacer la stabilité de la digue (Figure 16).

Recommandations :

- Aménager un ouvrage busé (en béton, à l'image des aménagements qui avaient été faites sur la DRD pour permettre le passage de tuyaux des motopompes) à travers la digue de Ziré avec une entrée et une sortie protégées en béton et permettant d'y glisser des batardeaux (en bois) pour bloquer les écoulements selon les besoins. Bien évidemment si une nouvelle digue de Ziré est mise en place au sud du tracé actuel l'ouvrage devra traverser les deux digues.
- Dans tous les cas il est nécessaire et urgent de reprendre entièrement la partie de la Digue de Ziré aux abords de l'ouvrage de Berbar, très érodé et exposé au batillage du côté du bassin de Bell mais, quand le niveau maximal dans le bassin du Diawling sera augmenté, très probablement aussi du côté Nord (cette option sera discutée dans plus de détail dans la section 2.9 ci-dessous).



Une alternative serait de remettre en état le tracé actuel mais en prenant soin de ne pas abîmer la végétation déjà établie sur la côté Nord et d'y ajouter des épis de protection dans la plaine Nord (Figure 18).

Ce dispositif devrait être accompagné de la mise en place d'une piste à travers la dune de Ziré entre le village de Ziré Takhrédient (point GPS UTM WGS84 352131 1813704) et le point d'attache de la digue de Bell avec la dune de Ziré (point GPS UTM WGS84 349626 1808781) afin de permettre de désenclaver ce village par Bou Hajra. Cette piste, sur une longueur de 5,5 km serait faite en gravier coquillé.

2.9 Ouvrage de Berbar

Dans le premier concept des aménagements hydrauliques pour le Parc National du Diawling et sa zone périphérique, la digue de Ziré aurait partagé les eaux du bassin du Bell de ceux du bassin du Diawling sans qu'il y ait possibilité d'échanges entre les deux bassins. Pendant la mission pluridisciplinaire de début 1994, les populations locales et notamment les pêcheurs Takhrédient avaient précisé que bloquer le passage au niveau de l'actuel ouvrage de Berbar aurait empêché les poissons géniteurs entrés dans le bassin de Bell (à l'origine par les deux entrées de Mréau et de Lemer) de rejoindre leur zones de frayère situées plus au Nord. Il a donc été décidé d'y aménager un ouvrage vanné, l'ouvrage de Berbar. Cet ouvrage, d'une capacité nominale de $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ sous 1 m de charge, a été construit en 1996 après un an de préchargement. Cette technique permet de compacter les sols non-consolidés du bas-delta par la mise en place du poids de l'ouvrage à construire.

A cette période l'ouvrage de Cheyal n'était pas encore fonctionnel et le seul moyen de mettre en eau le bassin du Diawling était de faire passer de l'eau à partir du bassin de Bell par l'ouvrage de Berbar et, quand les cotes étaient suffisamment élevées dans le bassin du Ntiallakh, aussi par l'ouvrage de Lekser. Lors de sa première utilisation pendant l'hivernage 1996, le côté Nord de l'ouvrage a été très endommagé par les remous très forts causés d'une part par un débit important du bassin de Bell vers le bassin du Diawling et d'autre part par les restes d'un précédent ouvrage busé. En 1997 ces restes ont été enlevés et les talus fortement érodés aux abords de l'ouvrage réhabilités.

Actuellement, l'ouvrage est toujours en bon état et ses bassins de dissipation sont intacts mis à part un début de décollage sur les franges (Figure 20). **Ce problème pourra être réglé en mettant en place des enrochements sur géotextile ou des gabions après le rechargement des rivages.** Du côté Nord il faut tenir compte du fait qu'à l'avenir le niveau maximal dans le bassin du Diawling sera beaucoup plus élevé et que le risque de batillage pourra être important sur une hauteur considérable de la digue.

Par contre, l'ouvrage pose un grand problème au passage des usagers, d'abord par l'étroitesse de la dalle en béton à l'emplacement de la crémaillère et aussi par un grand décalage entre le niveau actuel de la digue et cet unique passage. Cela pose plus particulièrement un problème aux femmes qui doivent emprunter la digue et aussi au passage de vélos ou d'autres moyens de transport (par exemple brouette ou petite remorque) qui permettraient aux usagers d'emporter des bagages avec eux. **L'aménagement d'un passage plus large, en couvrant la section ouverte du bassin de dissipation côté Nord (Figure 19), par exemple avec des grilles et en continuité avec la surface réhabilitée de la digue faciliterait beaucoup le franchissement de cet ouvrage.**

Recommandations :

- Remise en état de la digue de Lekser et recalage au niveau 2 m IGN, sans toucher à la végétation protectrice (**mais enlever les *Prosopis* de toute la digue et de ses abords**). Evaluer l'opportunité de mettre une couche de gravier coquillé (à comparer avec un revêtement en sol-ciment).
- Mise en place d'un dispositif de barrières de pluie très performant, remplacement des barrières levantes cassées par des lisses d'un diamètre plus important, mise en place de poutrelles UPN ou HPN de 20 cm de largeur profondément enfoncées dans le sol sur les talus et aussi dans les plaines inondables, renforcement de la surveillance pendant l'hivernage (fermeture stricte tant que la surface de la digue est mouillée, au moins 3 jours après chaque pluie)
- Refaire des fossés (0,40 m) en pied de digue à 20 m de celles existantes pour créer une nouvelle barrière de végétation. Ceci sera surtout important du côté Nord qui sera de plus en plus menacé avec l'augmentation du niveau maximal dans le bassin du Diawling

2.11 Ouvrage de Lekser

Comme cela a été décrit pour l'ouvrage de Berbar celui de Lekser ne figurait pas dans le dispositif hydraulique initial du bas-delta et a y été ajouté sur conseil des pêcheurs pendant la mission pluridisciplinaire de début 1994. Cet ouvrage, d'une capacité nominale de $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ sous 1 m de charge, a été construit en 1996 après un an de préchargement et réceptionné en 1997 après de très importantes réparations et des extensions de ses bassins de dissipation avec des enrochements cimentés sur géotextile. Ces dégâts étaient survenus en dépit de la très faible crue de 1996 (0,95 m IGN dans le Ntiialakh) mais, suite à la remise en état de 1997, l'ouvrage a bien résisté à la crue importante de 1997 (1,29 m IGN). Néanmoins, il aurait été préférable de prolonger encore les bassins de dissipation avec des enrochements non cimentés sur géotextile parce que d'importants décollages se sont entretemps produits.

L'ouvrage est effectivement très sollicité dans les deux sens et les charges y sont souvent très importantes. Avant la brèche, quand les crues remontaient dans le Ntiialakh, elles atteignaient rapidement l'ouvrage puisque le seuil se situe autour de -0,60 m IGN, pratiquement au niveau de la nappe phréatique. A cause de son grand volume le remplissage du bassin du Diawling est en général très lent et donc même avec une crue très faible de 1 m dans le Ntiialakh les débits qui transitent vers le Nord sont souvent très importants en début de crue. De la même façon, à la décrue les eaux se retirent très rapidement du bassin du Ntiialakh et des débits importants transitent par l'ouvrage vers le Sud même si les cotes restent actuellement encore assez faibles dans le bassin du Diawling.

Les remous causés par ces débits importants ont érodé les rivages aux abords des bassins de dissipation, ensuite commencé à décoller ceux-ci. S'en est suivi des fissures dans les bassins et des effondrements des bassins qui ne sont plus soutenus par le sol (Figure 21). Cette évolution est très inquiétante et risque à moyen terme de déstabiliser l'ouvrage lui-même. Il est donc assez urgent d'entièrement reprendre les bassins de dissipation, de recharger les rivages aux abords de l'ouvrage et de les protéger par des gabions et des enrochements non cimentés sur géotextile. Dans l'état actuel des choses c'est surtout le bassin de dissipation Nord qui est en très mauvais état. Néanmoins, c'est le côté Sud qui, depuis la brèche, est sollicité le plus pour faire transiter des débits importants vers le Ntiialakh. Ce bassin de dissipation le sera encore davantage lorsque le niveau maximal dans le bassin du Diawling sera augmenté avec la protection de la DRD, la construction de la Digue Nord et de l'ouvrage de Mohad.



Figure 21 Le bassin de dissipation de l'ouvrage de Lekser côté Nord-ouest où la détérioration est la plus avancée.

Recommandations :

- Remise en état du dispositif de suivi du niveau d'eau (les échelles mise en place par Afrecom en 2004 sont pratiquement toutes illisibles ou en mauvais état), de préférence y ajouter un Thalymèdes côté Nord de l'ouvrage.
- Reprendre les bassins de dissipation l'ouvrage pour les remettre en contact avec les rivages rechargés la digue de Lekser (Figure 22) et à protéger par des gabions et des enrochements non cimentés sur géotextile.



Figure 22 Ouvrage de Lekser avec les rivages à recharger (traits rouges) et à protéger par gabions et enrochements non cimentés sur géotextile (Image Google Earth du 23/02/2003)

2.12 Digue Nord

Cette infrastructure figurait dans le dispositif hydraulique du bas-delta depuis les premiers concepts de projet. Son rôle principal était le contrôle des eaux dans le bassin du Diawling en permettant de pratiquer des cotes élevées sans que ses eaux débordent sur les périmètres à cette époque aménagés et planifiés dans le bassin du Ndiader, au Sud de l'ouvrage de l'Aftout es Saheli. L'ajout, sur les conseils des collectivités locales, des ouvrages de Berbar et de Lekser a entraîné des surcoûts non programmés qui ont empêché le projet UICN DGIS (Pays-Bas) de réaliser cette infrastructure qui a été reportée à une phase et un financement ultérieur. Malheureusement cela ne s'est jamais concrétisé et le PND a fonctionné tant bien que mal avec les infrastructures décrites plus haut. Un premier tronçon de 4 km de la Digue Nord, rattaché à la DRD, a été construit ce qui a permis de marquer en quelque sorte le territoire hydraulique du PND.

2.14 Dignes de désenclavement d'Ebden et de Ndiago

En général ces digues, qui sont assez peu fréquentées par les transporteurs, sont en bon état. Leur originalité consiste en la présence d'une couche de gravier coquillé. Il y a néanmoins quelques zones d'érosion pluviale et des dégâts sur les talus (dont la pente est d'ailleurs trop raide) probablement créés par les remous en aval des ouvrages busés quelque peu sous-dimensionnés par rapport aux crues d'avant brèche. Compte tenu de l'absence de crue importantes dans le bassin du Ntiallakh, ces ouvrages devraient tenir assez longtemps à condition d'être régulièrement entretenues.

Références

- Burcharth, H.F., Hawkins, S.J., Zanuttigh, B. & Lamberti, A. 2007. Environmental design guidelines for low crested coastal structures. Elsevier, pp. 448.
- Camara, M.M.B. 2004. L'évaluation d'un aménagement littoral : la pêche et l'ouverture de la brèche sur la langue de Barbarie (Grande Côte Sénégalaise) impact écologique et économique DEA Chaire Unesco « Gestion Intégrée et Développement durable des régions côtières et des petites Iles », Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, pp. 63 + annexes.
- Cazottes, F. & Hamerlynck, O. 1998. Le parc National du Diawling (Mauritanie) : infrastructures hydrauliques pour la restauration d'une plaine d'inondation et la création d'un estuaire artificiel. Sud Sciences et Technologies 1 : 28-38.
- Duvail, S. 2003. Appui à la restructuration du plan directeur d'aménagement du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique. Rapport de mission dans le bas-delta mauritanien 20 Décembre 2002 – 11 janvier 2003. UICN PND 70 pp + annexes.
- Hamerlynck, O. 2005. Mission d'appui à la Révision du Plan de Gestion du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique, Mauritanie, 30 novembre - 17 décembre, 2004. UICN Mauritanie, 68 pp. + annexes.
- MDRE PND 1997. Plan Directeur d'Aménagement du Parc National du Diawling et de sa zone périphérique 1997-2000. Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, Parc National du Diawling, UICN, Nouakchott 65 pp. + annexes.