



UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

Programme des Nations Unies pour l'environnement

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде

برنامج الأمم المتحدة للبيئة

联合国环境规划署



# **Gestion des écosystèmes du Faguibine (Mali) pour le bien-être humain : adaptation aux changements climatiques et apaisement des conflits**

**Version 5 Avril, 2009**

**4. PARTIE DESCRIPTIVE**

**Hamerlynck, O., Chiramba, T. & Pardo, M.**

## 4. Origine et justification du projet

### 4.1 Introduction

Le système Faguibine se situe à quelque 80 km à l'ouest de Tombouctou au Mali (16°45' N, 4°W). Il s'agit d'un complexe de 5 cuvettes (dits « lacs ») et de canaux qui forment les plaines inondables les plus septentrionales du Delta Intérieur du Fleuve Niger (Figure 1). Quand le système est entièrement rempli par une série de fortes crues annuelles du Fleuve Niger, la cuvette la plus grande, le Lac Faguibine peut couvrir jusqu'à 590 km<sup>2</sup>. Le système Faguibine se connecte au Fleuve Niger par deux canaux, le Kondi et le Tassakane, longs de respectivement 65 et 105 km qui se rejoignent et se déversent 20 km plus loin dans la première cuvette, le Lac Télé. Dans des années favorables les eaux peuvent se déverser 50 km plus au nord dans le Lac Faguibine.

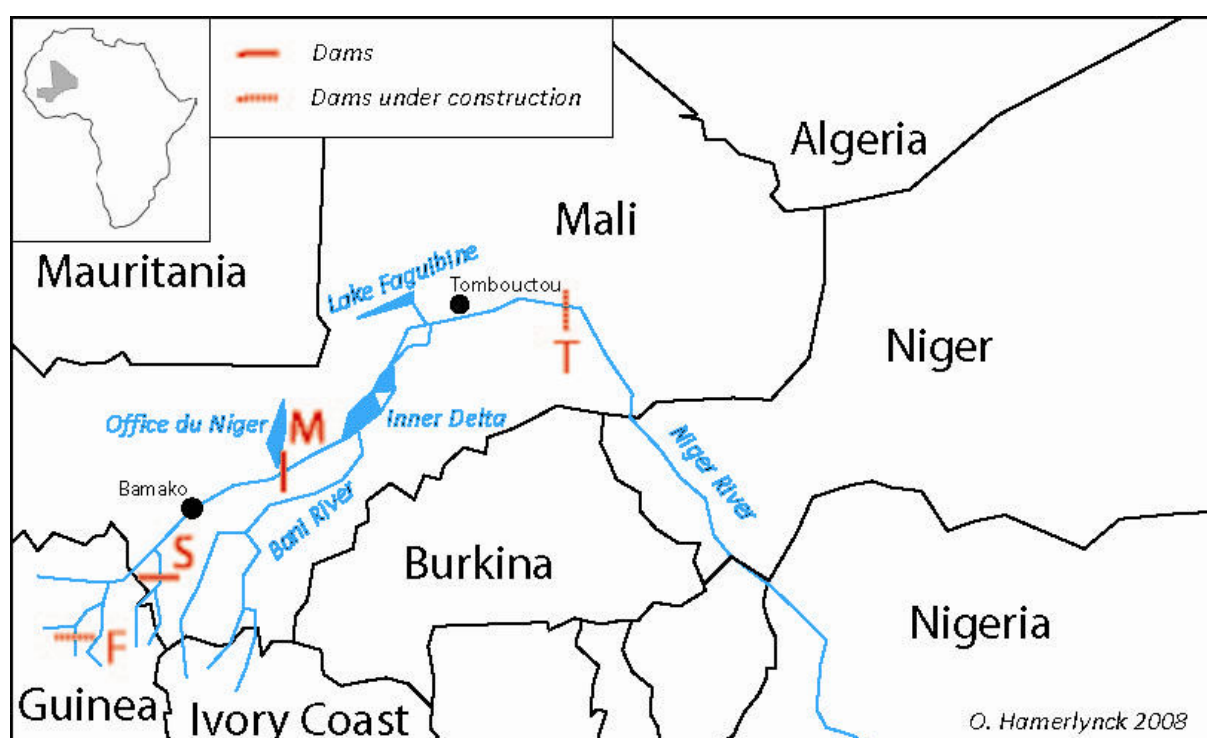


Fig. 1

Carte du Niger Supérieur et Moyen avec les principaux barrages actuels (S= Sélingué, M=Markala) et en projet (F=Fomi, T=Taoussa). Ces barrages ont et vont avoir des impacts sur le système Faguibine.

La faible pluviométrie dans la Région de Tombouctou (moyenne 150 mm par an) pose d'importantes contraintes aux options économiques dans les zones arides autour du système Faguibine. Celles-ci se limitent essentiellement à l'élevage mobile qui exploite le pâturage qui se développe pendant la brève saison de pluies (Juillet-Septembre). Par contre, quand le système est en eau des opportunités très diversifiées se développent, notamment dans l'agriculture, la pêche et le pâturage de saison sèche. De plus, quand le système est en eau le transport par pirogue devient possible et facilite la commercialisation des biens dans une zone normalement fortement enclavé. Les cuvettes inondées accueillent des centaines de milliers d'oiseaux d'eau, pour la plupart des migrants venant de l'Europe.

Au cours du 20<sup>ème</sup> siècle le système Faguibine a connu différentes phases d'inondation et d'assèchement mais, depuis le milieu des années 1970 le système a été pratiquement entièrement à sec (Figure 2). La publication (PNUE 2008, [www.unep.org](http://www.unep.org)) « Afrique, Atlas d'un environnement en mutation » permet la comparaison entre deux images satellite, l'une d'un Faguibine plein d'eau prise en Janvier 1974 et l'autre d'un Faguibine à sec prise en Octobre 2006 (reproduites en Annexe 3). Les niveaux actuellement atteints dans la cuvette principale se situent au-dessous de 245 m IGN<sup>1</sup> et n'inondent ainsi qu'occasionnellement la partie sud-est du Lac Faguibine tandis que, dans des circonstances optimales, l'agriculture de décrue est possible sur 180 à 350 km<sup>2</sup> d'argiles très fertiles (diatomites), avec en plus 70 à 100 km<sup>2</sup> de pâturage de saison sèche (le « bourgou ») dans les parties les plus basses de la cuvette. De plus quelques 5000 tonnes de poissons y sont pêchés annuellement, essentiellement par des pêcheurs migrants en provenance des parties plus méridionales du Delta Intérieur.

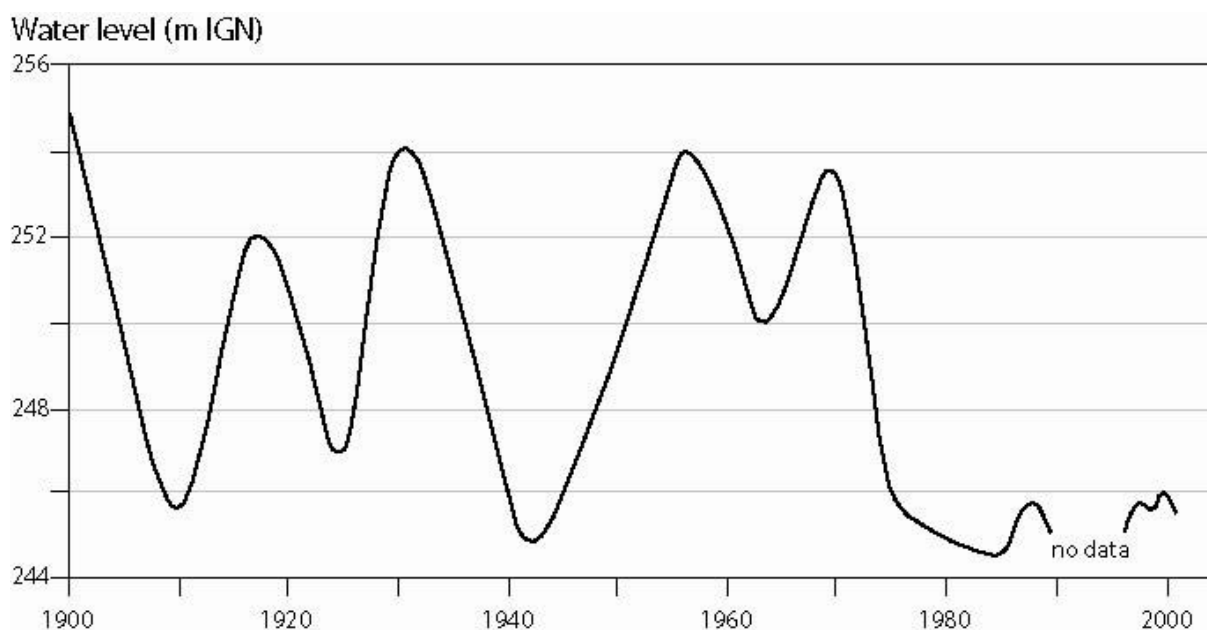


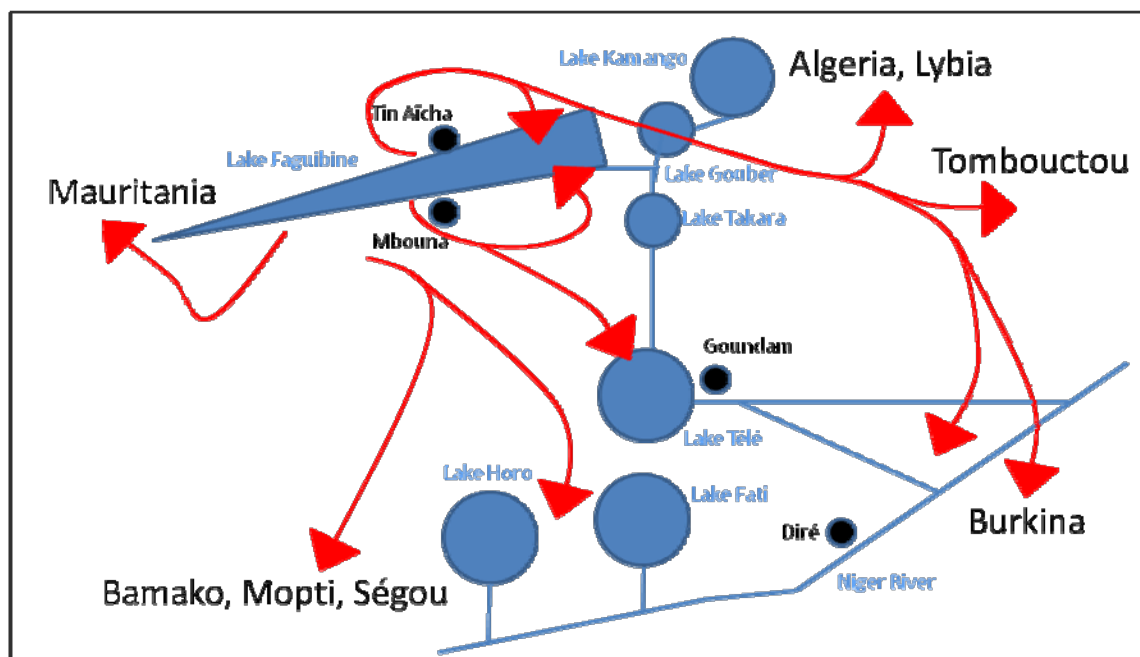
Fig. 2

Représentation schématique du niveau d'eau dans le Lac Faguibine pendant les principales phases d'inondation et d'assèchement (source: Bouard & Tiers 2004, adaptée de Haskoning & GID 1988b).

Suite à l'assèchement des plaines inondables et des lacs et donc la diminution de leur productivité, les communautés locales, en majeure partie des éleveurs arabo-berbères dans la partie septentrionale du système et des agriculteurs sédentaires de langue sonraï dans la partie méridionale, ont été obligés d'abandonner leurs pratiques ancestrales. Les nomades ont perdu leurs troupeaux et se sont sédentarisés pour pouvoir bénéficier des projets d'aide alimentaire. La majorité des bras-valides de la population agricole se sont déplacés, d'abord vers les parties du système qui étaient encore en eau et ultérieurement vers les parties plus méridionales du Mali, en particulier les villes secondaires et la capitale Bamako. Ces migrations se sont accompagnées d'une intensification des tensions autour de l'accès aux ressources renouvelables dans l'espace vital résiduel ce qui a contribué à la marginalisation des composantes les plus vulnérables de la population. Pendant la rébellion Touareg (1990-1995) la zone du Faguibine a été pratiquement entièrement abandonnée. Les populations arabo-berbères se sont réfugiées dans les pays limitrophes et les agriculteurs sédentaires ont été déplacés vers le Delta Intérieur (Figure 3).

<sup>1</sup> IGN = Institut Géographique National. Le niveau IGN zéro correspond approximativement au niveau moyen de la mer à Marseille en 1969.

Depuis le retour de la paix quelque 170 000 personnes sont revenues au Faguibine. Les projets de développement ont d'abord reconstruit les infrastructures sociales et ensuite cherché à diversifier les sources de revenus, en particulier par le développement de l'agriculture irriguée le long du Fleuve Niger et ses défluent ( [www.mali-nord.de](http://www.mali-nord.de)). Une majeure partie de la population considère néanmoins que ces nouvelles activités (agriculture irriguée, maraîchage, agro-pastoralisme, commerce et transport, migration urbaine) ne sont que des solutions temporaires en attendant que le système Faguibine retrouve sa productivité naturelle.



**Fig. 3** Représentation schématique des flux de migration des différentes communautés du Faguibine entre la fin des années 1970 et les années 1990 (adapté de Bouard & Tiers 2004).

La décentralisation, initiée en 1999, a créé les conditions dans lesquelles la vingtaine de communes établies autour du système Faguibine ont pu adresser leurs doléances auprès de l'Assemblée Régionale de Tombouctou et de réclamer la reprise du Projet d'Aménagement et de Mise en Valeur du Système Faguibine. Ce projet avait trouvé un soutien auprès du Programme Sahel des Nations unies (1986-1993) mais avait été interrompu à cause de l'insécurité dans la zone. Ce projet avait entamé les travaux de curage permettant de reconnecter le système Faguibine au Fleuve Niger. En 2002 l'Assemblée Régionale a mobilisé des fonds pour réactualiser les études topographiques et en avril 2004 un forum régional a analysé les différentes options pour les interventions. En janvier 2006 l'Office pour la Mise en Valeur du système Faguibine (OMVF) a été créé et a, sur fonds propres du Gouvernement du Mali (autour de 2 M\$US par an), entamé un vaste programme de curage du réseau hydraulique, l'enlèvement des obstacles aux écoulements (barrières de pêche, diguettes, bourgoutières, champs), la protection des berges et la fixation des dunes, la plantation d'Eucalyptus, etc. sur la base d'une "Etude de Faisabilité du Projet d'Aménagement et de Mise en Valeur du Système Faguibine" élaboré par le Ministère de l'Agriculture en 2005 et dont le budget total de la première phase s'élève à 28 M\$US. Ce programme a déjà des résultats tangibles avec une augmentation des superficies inondées et de la production agricole, ce qui a ravivé les marchés locaux (OMVF 2008). Néanmoins, le document de projet est très axé sur la production agricole tandis que, au vu de la grande

diversité des activités traditionnelles des communautés locales, une approche plus holistique visant le développement harmonieux d'un ensemble d'activités par la planification participative d'une gestion intégrée de l'eau et des autres ressources pourrait donner des résultats probants et durables pour le bien-être humain. Effectivement, une des causes principales de la performance au dessous des attentes de l'intervention appuyé par le Programme Sahel des Nations unies été le manque de participation des communautés locales (PNUD 1990). Par exemple, Wesseling et al. (1993) ont constaté que les efforts de curage du réseau hydraulique, qui avaient consommé une part substantielle du budget de 4.6 M\$US alloué au projet, avaient été contrés par la mise en place d'obstacles dans les canaux d'alimentation (diguettes, barrière de pêche, culture de bourgou). Ces obstacles ont entraîné une diminution des débits et réduit les superficies inondées disponibles aux populations plus en aval. Sans le développement d'une vision commune sur l'avenir du Faguibine et sans accords négociés entre les différentes communautés utilisatrices, la durabilité de tout effort renouvelé de curage semble aléatoire. Ces dernières décennies, la cogestion des ressources renouvelables par des approches participatives a connu des succès et des échecs mais des leçons ont été tirés des diverses expériences dans des contextes très variés et des stratégies plus efficaces, des outils pratiques et des lignes directrices ont été développés (Borrini-Feyerabend et al. 2004). Il est particulièrement important d'utiliser une approche en deux phases, avec une phase de préparation très approfondie qui met en place une équipe de démarrage capable de mobiliser les acteurs clés dans un partenariat de cogestion et de se retirer quand les acteurs sociaux conduisent eux-mêmes les négociations lors de la deuxième phase qui consiste d'un mélange de planification, de négociation et de mise en œuvre dans un cycle itératif d'apprentissage sur le tas.

En juin 2008 le Gouvernement du Mali a fait appel au système des Nations unies pour un soutien au projet de réhabilitation du système Faguibine. Une mission de pré-identification du Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE) a eu lieu en août 2008. Une des conclusions principales de la mission était que les connaissances actuelles sur le système Faguibine ne permettent pas de décrire dans le détail l'ampleur des interventions nécessaires à sa réhabilitation complète. Néanmoins, le PNUE a mobilisé un montant de 1 M\$US pour entamer une première phase de soutien au projet tout en cherchant à mobiliser les fonds nécessaires (estimés entre 12 et 15 M\$US) à la réalisation des objectifs du projet dans son ensemble, qui s'étalera sur 3 phases.

Dans cette première phase de 18 mois (2009-2010) le projet envisage de :

- appuyer et renforcer les efforts de l'OMVF en matière de réhabilitation du réseau hydraulique du Faguibine
- quantifier le potentiel de services rendus par les écosystèmes du Faguibine et de se familiariser avec les acteurs locaux à travers des interventions de gestion des écosystèmes prioritaires
- de renforcer les capacités institutionnelles, organisationnelles et techniques de l'OMVF et de ses principaux partenaires locaux leur permettant d'engager les groupements d'utilisateurs dans un processus de planification pour la gestion durable des ressources renouvelables
- de contribuer au développement d'un document de projet conjoint avec l'OMVF et ses principaux partenaires pour la restauration et la gestion durable du Faguibine et d'œuvrer pour la mobilisation des financements nécessaires à sa mise en œuvre
- appuyer le lancement d'un dialogue national sur les politiques de l'eau, au vu des effets prévisibles des changements climatiques et des interventions humaines sur le potentiel de services rendus par les écosystèmes du Fleuve Niger (y inclus le Faguibine).

La deuxième phase (5 ans à partir de 2011) envisage contribuer à la gestion intégrée et durable du Faguibine. Cette phase mettra l'accent sur :

- sécuriser les résultats des interventions précédentes et compléter la réhabilitation du réseau hydraulique, en enlevant les 1.7 Mm<sup>3</sup> de déblais restants et en mettant en œuvre les mesures de protection du seuil de Kamaïna, en fonction des résultats de l'évaluation des écosystèmes, de la modélisation hydraulique et de l'analyse coûts-bénéfices faites pendant la première phase
- en se basant sur les leçons tirées des interventions prioritaires sur les écosystèmes de la phase 1, selon les besoins en ajuster les modalités de mise en œuvre, élargir leur portée et étendre leur couverture géographique
- Initier de nouvelles interventions de gestion des écosystèmes en fonction des résultats des études et collectes d'information conduites de la phase 1
- apporter un soutien à la mise en œuvre du processus de planification participative par le comité du sous-bassin du Faguibine (établi en phase 1) en tenant compte des résultats de l'analyse par les parties prenantes, du programme de suivi et de la stratégie de communication sociale
- contribuer à la mise en œuvre des résultats du processus de planification, y inclus la mise en place de mécanismes durables pour l'entretien du réseau hydraulique et les autres charges récurrentes (paiement pour les services rendus par les écosystèmes)
- accompagner le Forum National sur les Zones Humides, l'Agence du Bassin du fleuve Niger (ABfN) et les autres institutions clé dans leur démarches en matière des politiques de l'eau et faciliter leurs interactions avec le niveau régional dans le cadre de l'Autorité du Bassin du Niger – Niger River Basin Authority (ABN-NBA).

Cette deuxième phase comportera un processus long et complexe de planification participative dont les résultats ne seront pas immédiatement perceptibles ni prévisibles dans tous les domaines. Des nouveaux enjeux émergeront et certaines activités des communautés peuvent se développer à des niveaux qui demandent des soutiens additionnels pour contribuer efficacement à leur bien-être (transformation, commercialisation, transport, etc.). Les revenus des populations devront avoir connu une hausse considérable et soutenue pour qu'elles puissent prendre en charge les frais récurrents pour l'entretien du dispositif hydraulique.

Une troisième phase de 5 ans est donc envisagée qui permettra de :

- sécuriser les résultats de la mise en œuvre du processus de planification participative
- élaborer et mettre en œuvre une stratégie de sortie pour les apports du PNUE tout en sécurisant la durabilité du système de gestion du Faguibine.



## 4.2 Contexte géographique et climatique

Avec 1,24 million km<sup>2</sup> le Mali est un des plus grands pays de l'Afrique. A l'image des autres pays du Sahel<sup>2</sup> sans accès à la mer, le Mali est parmi les pays les plus pauvres avec un PIB de quelques 13,47 milliards de \$US (2007), soit environ 1000 \$US par habitant par an. Les exportations principales sont le coton et l'or. Le Mali a quelques 12,3 million d'habitants qui vivent encore principalement dans les zones rurales. Quelque 1,2 million de Maliens qui vivent et travaillent en dehors du pays et leurs transferts de fonds au pays contribuent au-delà de 3% du PIB. Avec un taux de croissance annuelle de la population de 2,7% et une moyenne de 7,4 enfants/femme la démographie du Mali est très dynamique. Le taux d'alphabétisation dans la population adulte n'est que 24%, ce qui contribue fortement au faible Indicateur du Développement Humain, IDH (le Mali se situe en 173<sup>ème</sup> position sur les 177 pays évalués avec un IDH de 0,38). Les femmes ont encore moins accès à l'éducation ce qui fait que l'Indicateur Sexo-spécifique du Développement Humain, l'ISDH (un indicateur de la performance du pays sur l'égalité de genre) est encore plus faible à 0,371 (le Mali se situe au 132<sup>ème</sup> rang sur 156 pays évalués). Le Mali dépend très fortement de l'aide internationale qui contribue quelques 40% au budget annuel du gouvernement (700 million \$US/1,8 milliard \$US). Les changements climatiques ont eu des impacts importants sur l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest et sur la zone Sahélienne en particulier. Suite à une phase relativement humide dans les années 1950 et 1960, ce qui a permis notamment une expansion inédite du nombre de têtes de bétail, le Sahel a été touché par des sécheresses catastrophiques dans les années 1970 et 1980. De façon subjective les années 1990 ont montré une certaine amélioration mais la pluviométrie reste encore bien en-deçà de la moyenne du 20<sup>ème</sup> siècle (Figure 4). Même s'il y a eu quelques années assez pluvieuses (1994, 1999, 2003 et 2008), il faut considérer que, actuellement, le Sahel est toujours en phase de sécheresse. Les prévisions climatiques estiment que, vers la fin du 21<sup>ème</sup> siècle, la pluviométrie dans le Sahel occidental sera de 10 à 20% inférieur à celle de la période 1980-2000 (IPCC 2007).

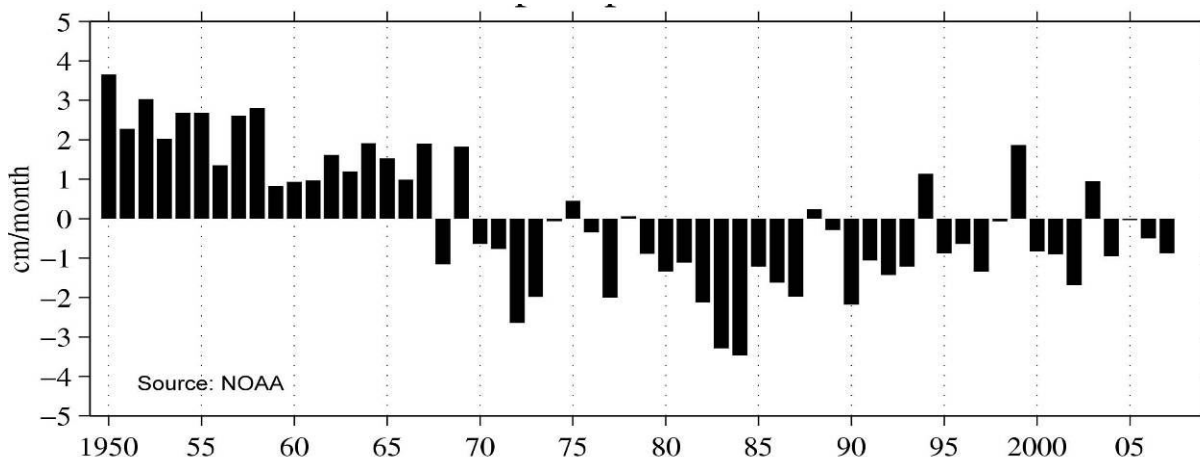


Fig. 4

Anomalies pluviométriques (déviations de la moyenne depuis 1990) au Sahel depuis 1950.

<sup>2</sup> Le Sahel est la zone semi-aride (pluviométrie annuelle entre 150 et 600 mm) juste au sud du Sahara qui s'étend de la Mauritanie et le Sénégal sur sa façade Atlantique jusqu'à l'Erythrée sur la Mer Rouge et est caractérisée par une pluviométrie fortement saisonnière (mousson) et très variable. Il s'agit d'une des régions les moins développées et les plus pauvres du monde secouée par de nombreux conflits armés et crises humanitaires fortement liées aux changements climatiques (sécheresses).



Il y a une assez bonne corrélation entre la pluviométrie au Sahel et l'Indicateur de l'Oscillation Atlantique Multi-décennie (AMO<sub>i</sub>). Ainsi, le Sahel serait encore dans une phase relativement humide qui pourrait se prolonger pendant encore quelques décennies (Figure 5).

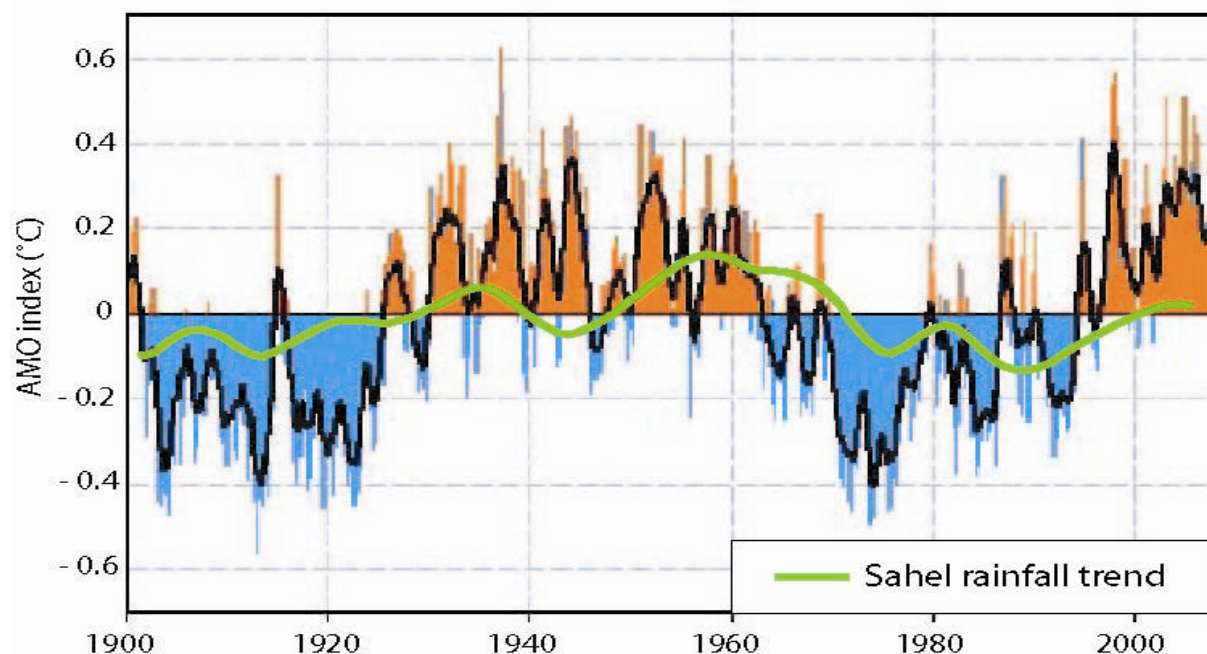


Fig. 5

l'Indicateur de l'Oscillation Atlantique Multi-décennie (AMO<sub>i</sub>), ici représenté en rouge quand il est positif et en bleu quand il est négatif, corrélé à la tendance de la pluviométrie au Sahel entre 1900 et 2007 (représentée en vert). L'AMO<sub>i</sub> mesure la température moyenne de la surface de l'Océan Atlantique au Nord de l'équateur tout en excluant la tendance à l'augmentation à long terme.

Lorsque l'AMO<sub>i</sub> repartira dans sa phase négative, le Sahel peut s'attendre à des impacts des changements climatiques très considérables et il convient de s'y préparer dès maintenant. Néanmoins, il s'agit de phénomènes très complexes et les relations de cause à effet ne sont pas évidentes. Ainsi l'évolution de l'AMO<sub>i</sub> n'explique pas pourquoi la pluviométrie est actuellement encore nettement plus faible que dans les années 1960, ni pourquoi le Faguibine ne se remplit plus. L'utilisation des sols dans les bassins versants ainsi que la dynamique des eaux souterraines (Mahé et al. 2000) jouent aussi leur rôle. Pour le remplissage du Faguibine, l'hydrogramme<sup>3</sup> du Fleuve Niger, notamment la hauteur et la durée de l'onde de crue sont des facteurs déterminants, ainsi que l'état des connexions entre le fleuve et les différentes composantes du système Faguibine.

<sup>3</sup> Hydrogramme: une représentation de la variation temporelle des débits dans une section d'un cours d'eau.

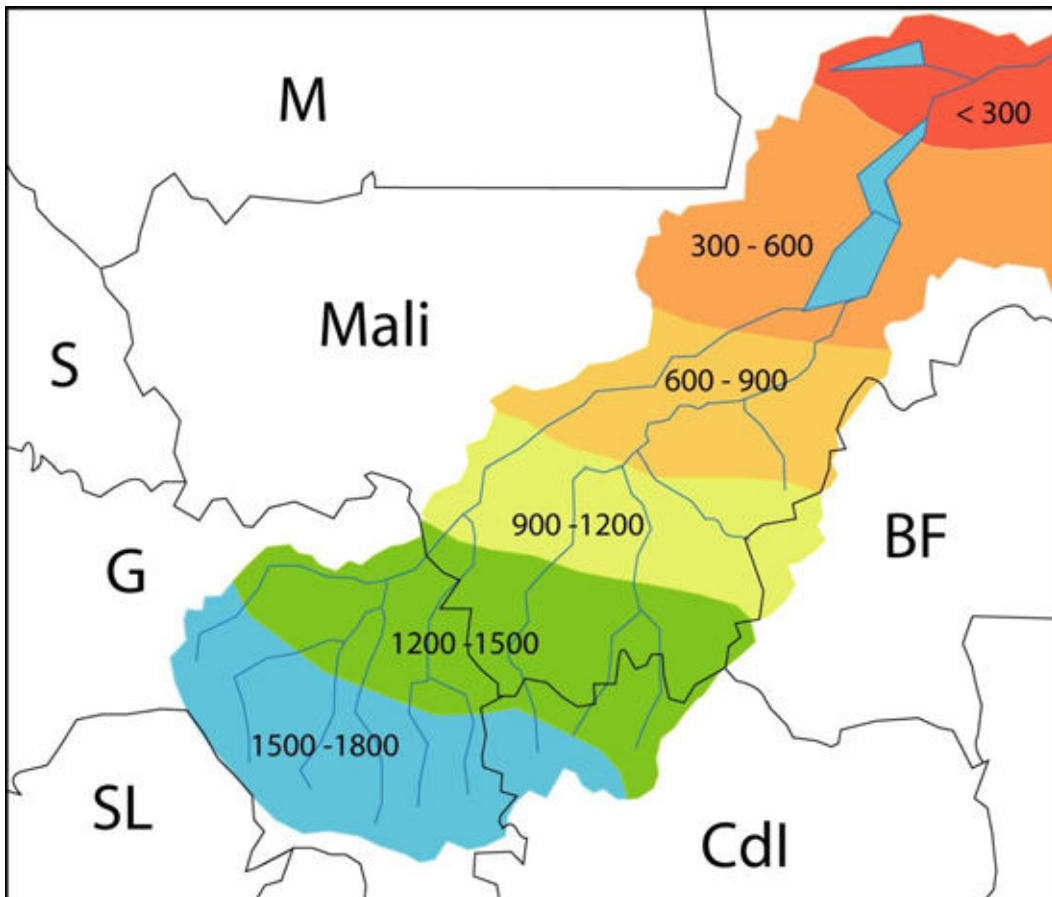


### 4.3 Hydrologie du Fleuve Niger et du Faguibine

Avec une longueur de 4200 km, le Fleuve Niger est le troisième fleuve d'Afrique. Son bassin versant couvre théoriquement quelques 2,11 million km<sup>2</sup> et est partagé par 10 pays. En réalité que quelques 1,1 million km<sup>2</sup> du bassin versant sont productifs et contribuent véritablement aux écoulements. Pour la partie occidentale du bassin versant (Figure 6), celle qui est déterminante pour le système Faguibine, l'essentiel de la production de l'eau (débit<sup>4</sup> moyen de 1300 m<sup>3</sup>/s) se situe dans le massif du Fouta Djallon et des zones forestières de la Guinée pour le Fleuve Niger (70%) et dans le nord de la Côte d'Ivoire et le sud du Mali pour son principal affluent, le Bani (30%).

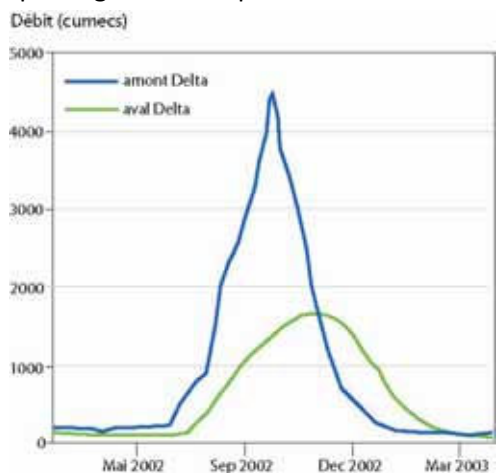
---

<sup>4</sup>Le débit est le volume d'eau transporté par un fleuve au cours d'une durée spécifiée, le plus souvent exprimé en mètres cubes par seconde ou en km cubes par an, ainsi 1300 m<sup>3</sup>/s correspond à 41 km<sup>3</sup>/an.



**Fig. 6** Zonage de la pluviométrie (en mm per an) dans le bassin versant occidental du Fleuve Niger. Sur sa trajectoire à travers la zone sahélienne le fleuve devient rapidement déficitaire (l'évaporation devient plus importante que la pluviométrie).

La pluviométrie dans le Haut Bassin est fortement saisonnière (Mars à Octobre, maximum en Août), ce qui résulte en une onde de crue unimodale qui se propage à l'aval et se trouve fortement atténuée par son épandage dans les plaines inondables du Delta Intérieur. L'hydrogramme se transforme ainsi d'une pointe de crue aiguë à une courbe beaucoup plus douce (Figure 7).



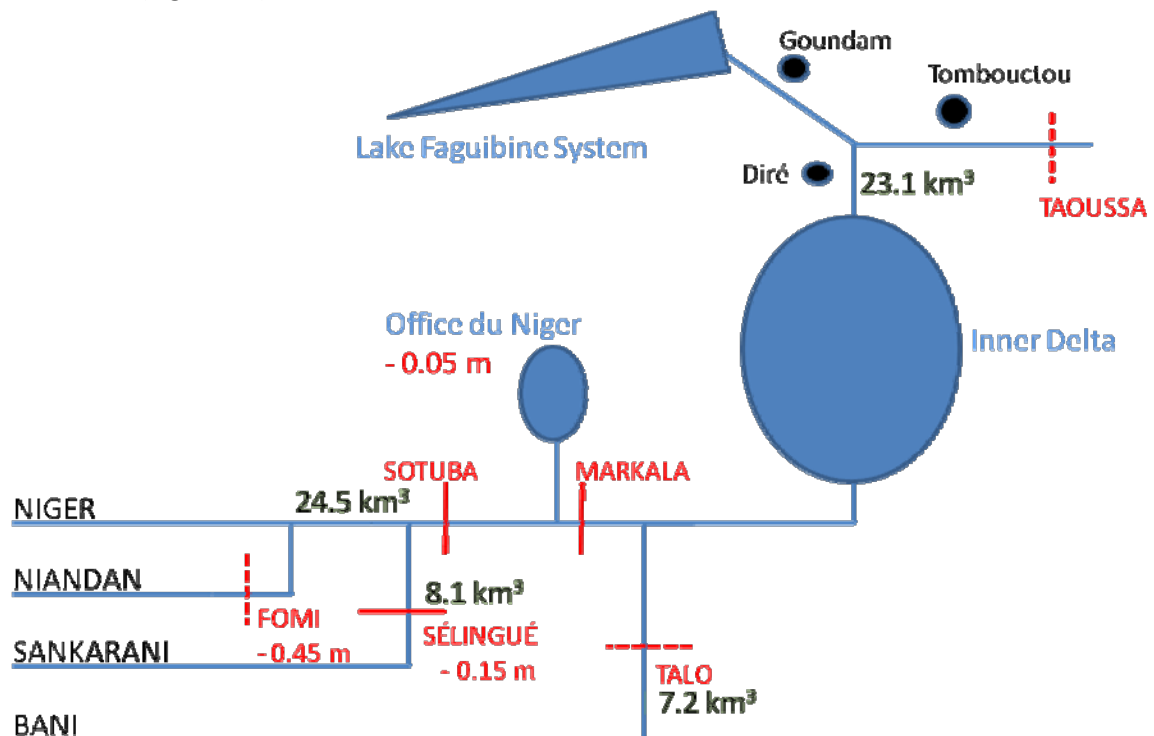
Le Delta Intérieur est un vaste (36000 km<sup>2</sup>) écosystème humide très productif caractérisé par une biodiversité extraordinaire et des systèmes de production sophistiqués pour 1 million de personnes (Zwarts et al. 2005), contribuant près de 10% au PIB du Mali (Kuper et al. 2003) par ses pêcheries (jusqu'à 100 000 tonnes/an, Quensière 1994), ses pâturages pour plusieurs millions de têtes de bétail et son agriculture (50000 à 130000 ha de riz flottant et d'agriculture de décrue, essentiellement du Sorgho).

**Fig. 7** Atténuation de l'onde de crue par le Delta Intérieur en 2002

L'inondation du système Faguibine est déterminée par les événements en deux parties distinctes de du Fleuve Niger:

- le Fleuve Niger en amont de Diré (Figure 8)

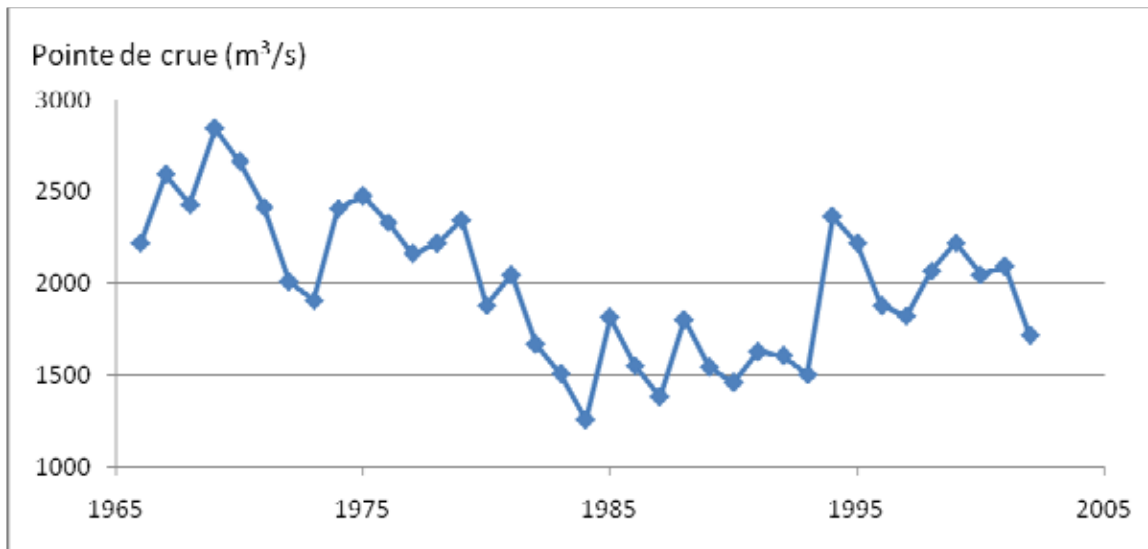
- les différentes connexions entre le Fleuve Niger et les différentes cuvettes du système Faguibine en aval de Diré (Figure 10).



**Fig. 8** Représentation schématique du Fleuve Niger en amont du système Faguibine avec les barrages existants (trait rouge) et planifiés (trait rouge en pointillé), l'impact des barrages et de l'Office du Niger (irrigation) sur la pointe de crue (en rouge), les débits annuels des cours d'eaux principaux surlignés en vert. Le fleuve « perd » quelques 40% de son débit par l'évaporation dans les 10000 à 20000 km<sup>2</sup> de plaines inondables du Delta Intérieur (adapté de Zwarts et al. 2005)

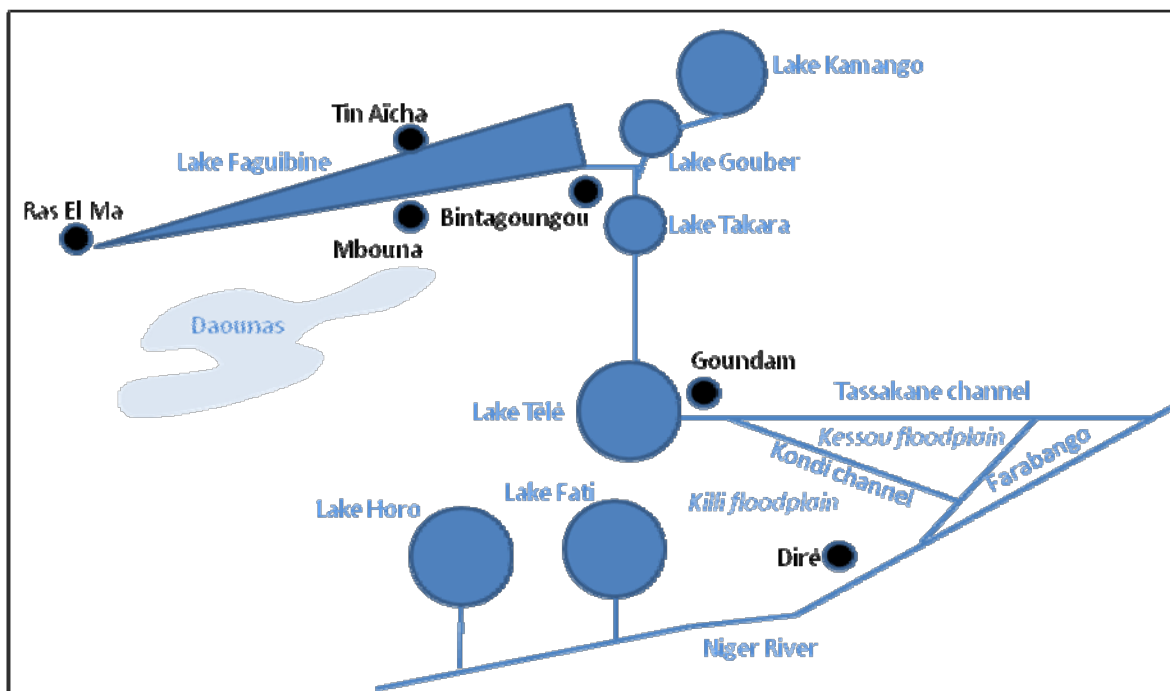
### Amont de Diré

L'essentiel du débit du Niger Supérieur provient des zones pluvieuses de Guinée, de Côte d'Ivoire et du Sud du Mali. A l'image de la tendance au Sahel (Figure 4) la pluviométrie dans ces zones est en baisse ce qui se traduit dans une diminution des débits moyens du Fleuve Niger. D'autres facteurs ont contribué à ces modifications des débits, notamment les interventions humaines telles que les modifications de l'utilisation des sols (principalement la déforestation pour les besoins de l'agriculture mais aussi les brûlis saisonniers pour le renouvellement des pâturages), les prélèvements accrus pour l'irrigation (principalement par l'Office du Niger) ainsi que les barrages hydro-électriques. L'hydrogramme de crue du fleuve s'en trouve affecté et c'est notamment la réduction de la hauteur de la pointe de crue qui inquiète le plus, particulièrement celle très considérable qui résultera de l'importante capacité de stockage du barrage de Fomi en Guinée (Zwarts et al. 2005). Les variables clé qui vont déterminer le potentiel d'inondation du système Faguibine sont la hauteur et la durée de la pointe de crue à Dire (Figure 9), juste en amont du Faguibine (Wesseling et al. 1993).



**Fig. 9** Variation de la pointe de crue à Diré depuis 1966. Les faibles pointes de crue (au-dessous de 2000 m<sup>3</sup>/s) au début des années 1970 et ensuite entre 1980 et 1993 a été un des facteurs principaux ayant causé l'assèchement initial du système Faguibine.

Effectivement, à cause des distances importantes entre le Fleuve et le Lac Faguibine, la hauteur de l'eau aux points d'entrée sera déterminante pour la force avec laquelle l'eau va se propager dans le système. En effet, lors des grandes crues des années 1950 et 1960 on recherchait des solutions pour réduire les débits d'entrée dans le Faguibine. Il ya eu par exemple une proposition pour modifier le pont de Goundam en barrage en faisant un aménagement permettant de mettre des batardeaux entre les piliers.

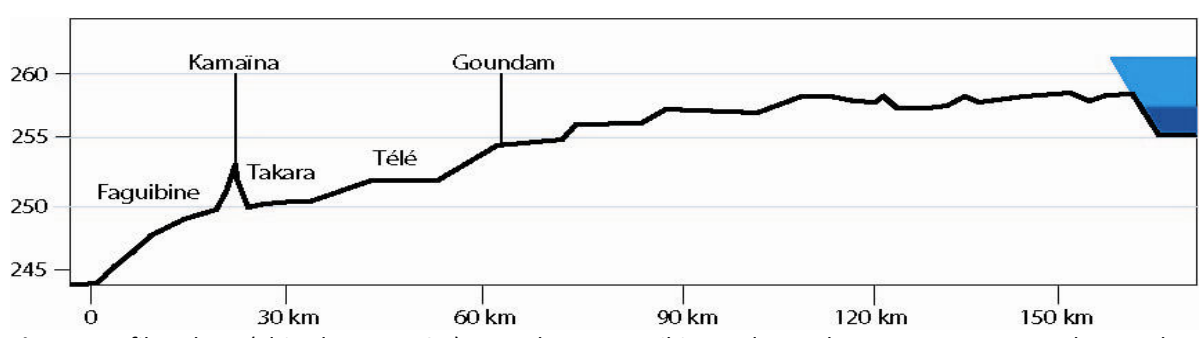


**Fig. 10**

Les cuvettes principales (« lacs ») du système Faguibine et leurs connexions en aval de Diré. Le Farabango est la branche occidentale du Fleuve Niger qui alimente le Kondi et le Tassakane et qui se reverse dans le cours principal du fleuve en aval du Tassakane.

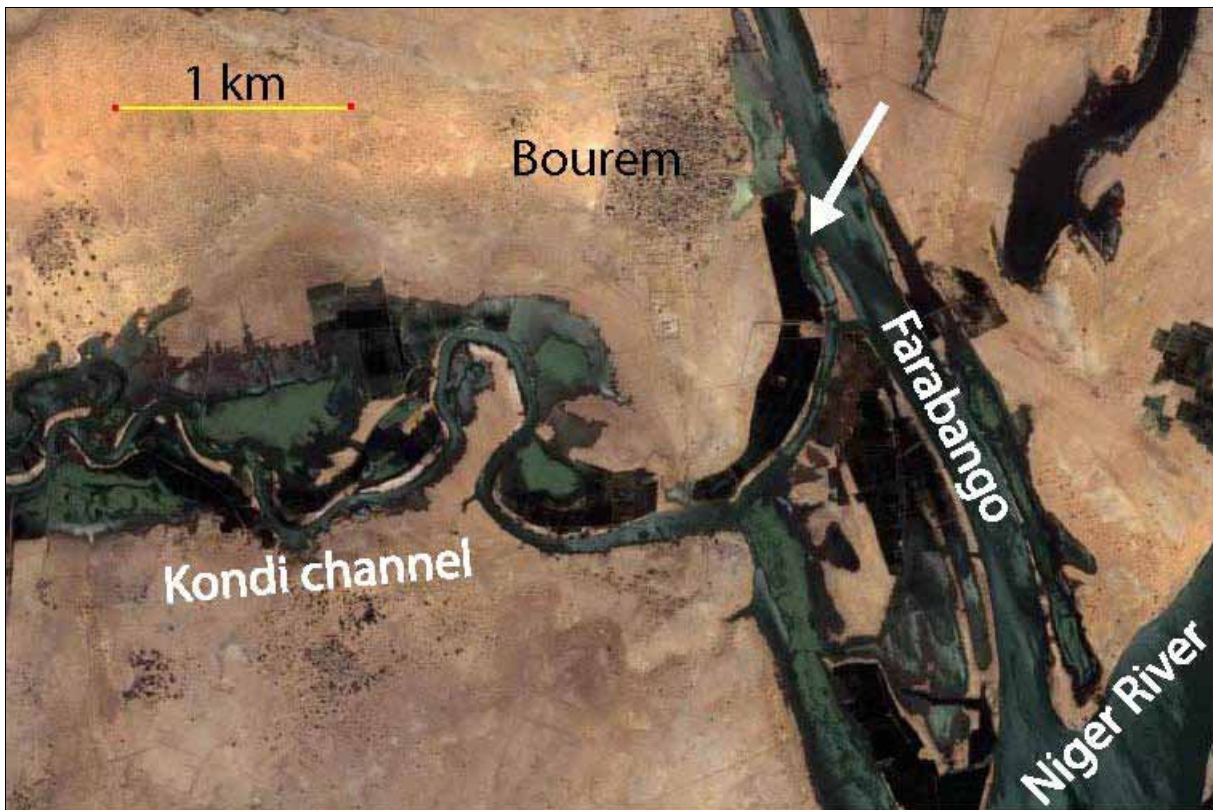
Aval de Diré

Le système Faguibine est connecté à la branche occidentale du Fleuve Niger, le Farabango à quelques km en aval de Diré (Figure 10). A partir des prises d'eau sur le Farabango, deux canaux naturels, le Kondi (64 km) et le Tassakane (104 km), se versent dans deux plaines inondables, le Kessou et le Kondi. Ces deux plaines sont de plus en plus envahies par des dunes qui ralentissent ou bloquent les écoulements. Sur le Tassakane (la branche la plus importante) il existe un seuil rocailleux à Zinzin (ou Djindjin). Les deux marigots se joignent à Kaney pour former le marigot de Goundam. Normalement, les eaux du Kondi arrivent en premier et mettent au moins un mois depuis le fleuve.



**Fig. 11** Profil en long (altitude en m IGN) entre le Lac Faguibine et le Farabango en passant par le Tassakane. En bleu foncé le niveau du fleuve en saison sèche, en bleu clair le niveau moyen en crue (Source: Haskoning & GID 1988b).

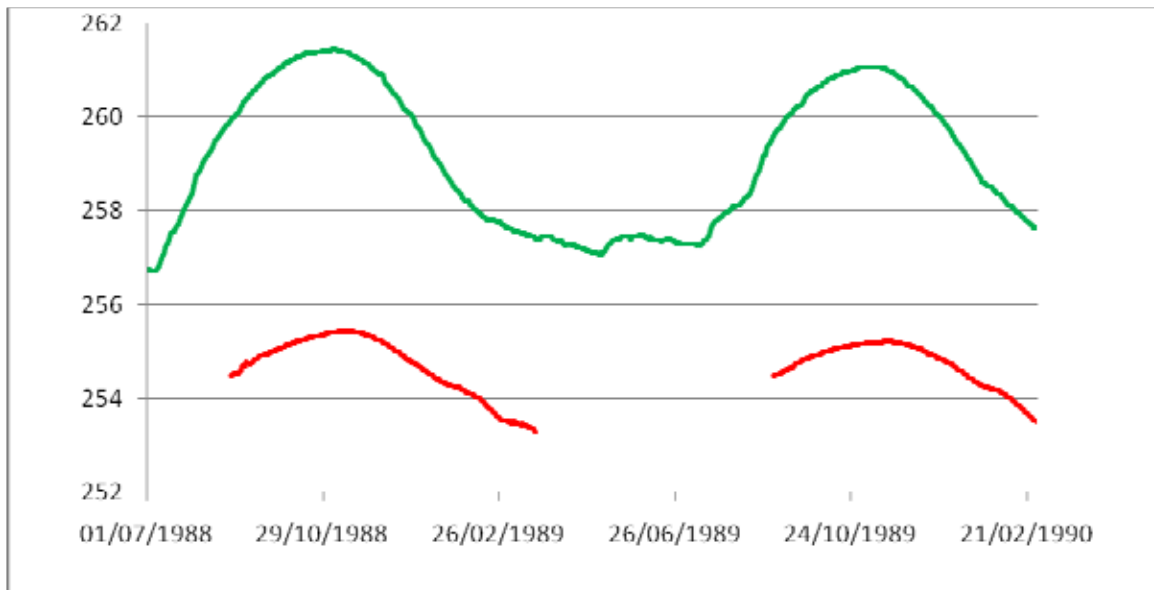
Les deux canaux sont caractérisés par des méandres et un fond assez irrégulier créant plusieurs seuils. Par contre, en aval de Goundam, il ya une pente assez forte vers le Lac télé et le Lac Takara (Figure 11).



**Fig. 12**

Vue aérienne de la prise d'eau du Kondi (flèche blanche au sud-est du village de Bourem Sidi Amar) sur le Farabango. Les méandres du Kondi, les plaines inondables associées (Killi) et les champs irrigués sont visibles (Source: Image Google Earth du 17 Octobre 2007).

Une des interventions principales du projet UNSO (1986-1990) a été de raccourcir le Kondi en créant une nouvelle connexion au Farabango (Figure 12) et en coupant des méandres. Quelques 400000 m<sup>3</sup> de terre ont aussi été enlevés du Kondi afin de faciliter les écoulements. Néanmoins, ces interventions n'ont pas eu les résultats escomptés en matière de superficies inondées au Lac Faguibine. Ces superficies sont restées bien au-dessous des prédictions du modèle hydraulique (Haskoning & GID 1989). Le modèle partait de l'hypothèse que la rugosité des canaux se trouverait réduite par l'enlèvement du sable. Comme les crues étaient très faibles à l'époque, il y avait une très forte compétition pour l'eau dans les canaux et les populations locales y ont installés barrages de pêche, champs et bourgoutières (Wesseling et al. 1993). Quand le projet UNSO a pris fin en 1990 (à cause de l'insécurité), les canaux n'ont plus été entretenus et des dépôts éoliens y ont aggravés les problèmes causés par ces obstacles.



**Fig. 13** Niveaux d'eau à Diré (courbe verte, en haut) et Goundam (courbes rouges, en bas) en m IGN pendant les crues de 1988 et 1989.

Quand le Fleuve Niger atteint 258 m IGN (normalement au mois d'Août), l'eau entre dans le Kondi et le Tassakane. La pointe de crue doit au moins atteindre 261 m IGN pour qu'il y ait un débit suffisamment important à Goundam, capable de remplir Bien évidemment ce débit de remplissage du Télé est aussi conditionné par des écoulements non freinés par des obstacles dans le Kondi et le Tassakane.

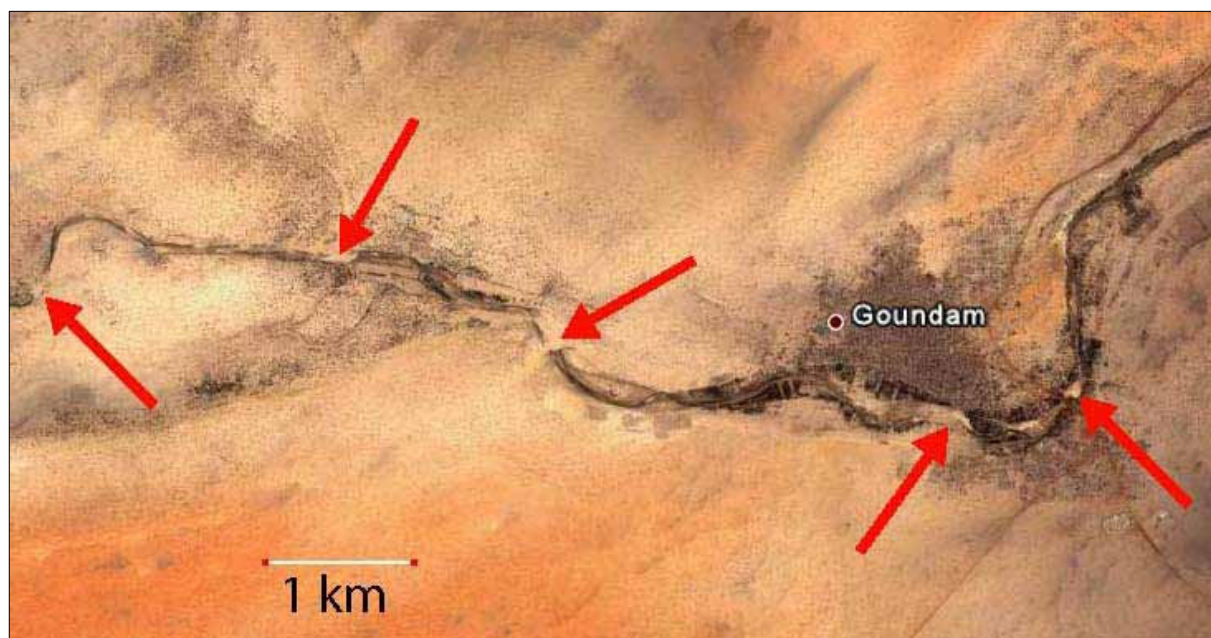
En 1988, l'onde de crue à Diré est resté au-dessus de 262 m IGN pendant 68 jours (Figure 13) ce qui a donné une pointe de crue de 37 m<sup>3</sup>/s à Goundam (volume total des écoulements 246 Mm<sup>3</sup>). Une telle crue est capable de remplir les Lacs Télé et Takara au-delà du seuil de Kamaïna (254 m IGN) en une cinquantaine de jours (sous l'hypothèse d'un taux d'évaporation de 10 mm/jour). A ce moment les eaux ont commencé à se déverser dans le Lac Faguibine où quelques 150 km<sup>2</sup> ont été inondés (un volume total 126 Mm<sup>3</sup> a dépassé Kamaïna et le niveau dans le Faguibine a pu atteindre 245.8 m IGN). En 1989, l'onde de crue à Diré est resté au-dessus de 262 m IGN pendant 27 jours seulement et la pointe de crue n'a atteint que 25 m<sup>3</sup>/s (pour un volume total de 170 Mm<sup>3</sup>). A ce débit le remplissage de Télé-Takara prend 75 jours, beaucoup plus long que la durée de l'onde de crue et donc le seuil de Kamaïna n'a pas été dépassé.

Comme le montre la Figure 9, les pointes de crue de 1988 et 1989 (suite aux interventions UNSO sur le Kondi) étaient faibles par rapport à celles depuis 1994. A condition que les pointes de crue dans le Fleuve se maintiennent autour de 1800 m<sup>3</sup>/s et que l'on pratique une réhabilitation du Kondi pour y garantir des écoulements équivalents à ceux de la situation avant l'abandon du chantier en 1990, il est donc possible de garantir des superficies inondées utiles dans le Lac Faguibine. Les travaux sur les deux canaux (Kondi et Tassakane) par l'enlèvement des dépôts éoliens et des seuils sablonneux (en prenant soin de ne pas toucher au couches d'argiles imperméables), par le recalibrage des sections rétrécies et par la stabilisation des berges est donc la première condition pour l'inondation du Lac Faguibine. Le plus grand défi reste alors l'entretien des canaux et l'engagement des populations locales de ne pas y pratiquer des activités qui freinent les écoulements. Grâce au Programme Mali-Nord de la GTZ (Coopération allemande 2003, 2007 et 2008), qui a créé des périmètres irrigués et des cuvettes en submersion contrôlée en dehors des canaux, les pressions sur le Kondi et le Tassakane se trouvent réduites. Bien évidemment il est important aussi de réduire l'ensablement causé par l'érosion éolienne et hydrique à partir des dunes adjacentes aux canaux



(Figure 13). La fixation de ses dunes par des mises en défens et la restauration active de leur couvert végétal permettra de réduire la mobilisation de ses sédiments à la source, tout en contribuant à l'augmentation des services rendus par les écosystèmes arides (bois de chauffe, pâturage, faune et flore sauvage, pharmacopée traditionnelle, cueillette, etc.).

**Fig. 14** Vue aérienne du marigot de Goundam. Les flèches rouges indiquent des endroits où le sable a envahi le canal



(Source: Google Earth image du 25 Mars 2007).

Les calculs des débits et des volumes ci-dessus sont très approximatifs et demandent d'être confirmés par une modélisation assez pointue en exploitant les relevés topographiques faites par l'OMVF pendant le curage des marigots. Initialement, le modèle Rubicon de Haskoning & GID (1988c) surestimait de 35% les volumes d'eau atteignant Goundam. Des améliorations ont été apportées au modèle ensuite (Haskoning & GID 1989) mais ces ajustements ont probablement été annihilés pendant la période d'insécurité. En 1993, WL Delft Hydraulics (Wesseling et al. 1993) a fait une série de recommandations utiles qui n'ont jamais été suivies à cause de la fin de l'intervention UNSO. Ces recommandations devraient être reprises et des campagnes hydrologiques organisées afin de calibrer et de valider un nouveau modèle hydraulique du système Faguibine (voire une actualisation de l'ancien modèle ancien). Des simulations de différents scénarios pour la section en amont de Diré doivent être couplés au modèle du système Faguibine, afin d'explorer les impacts des changements climatiques et des interventions humaines (modifications dans l'utilisation des terres, prélèvements d'eau et barrages). L'OMVF a déjà entamé la remise en état du réseau hydrométrique (nouvelles échelles limnimétriques) et la formation des lecteurs des hauteurs d'eau. Néanmoins, des campagnes hydrologiques beaucoup plus intenses, y inclus des mesures de débit s'imposent.

#### Le seuil de Kamaina

Le seuil de Kamaina (254 m IGN) se situe entre le Lac Takara et le Lac Faguibine (Figures 11 & 15) et pose un défi particulier aux efforts de restauration. Ce seuil rocailleux est la principale cause du long délai entre l'arrivée de la pointe de crue à Goundam et à Bintagoungou. Effectivement, les lacs Télé et Takara (130 km<sup>2</sup>) doivent être entièrement remplis (nécessitant 120 Mm<sup>3</sup> plus 40 Mm<sup>3</sup> pour compenser l'évaporation) avant

que l'eau ne déborde sur le Lac Faguibine. Le seuil est donc aussi très important pour créer les conditions favorables à l'agriculture de décrue et le pâturage de saison sèche dans le complexe Télé-Takara. Le seuil est déterminant aussi pour le débordement du Lac Faguibine, quand il est plein, vers les Lacs Gouber et Kamango et, exceptionnellement, vers les Daounas (Figure 10), les cuvettes au sud-ouest du Lac Faguibine qui ont connu leur dernière inondation à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.



**Fig. 15** Vue aérienne du seuil de Kamaina à la limite Nord du Lac Takara. Ce seuil limite les débits d'entrée du Lac Faguibine. Ce seuil rocailleux peut être couvert de vastes quantités de sable (flèche rouge) lorsque des pluies intenses sur les collines avoisinantes causent de l'érosion hydrique dans les oueds et dunes. La flèche blanche indique un cheminement alternatif plus à l'Ouest (Source: Google Earth image du 30 Mars 2007).

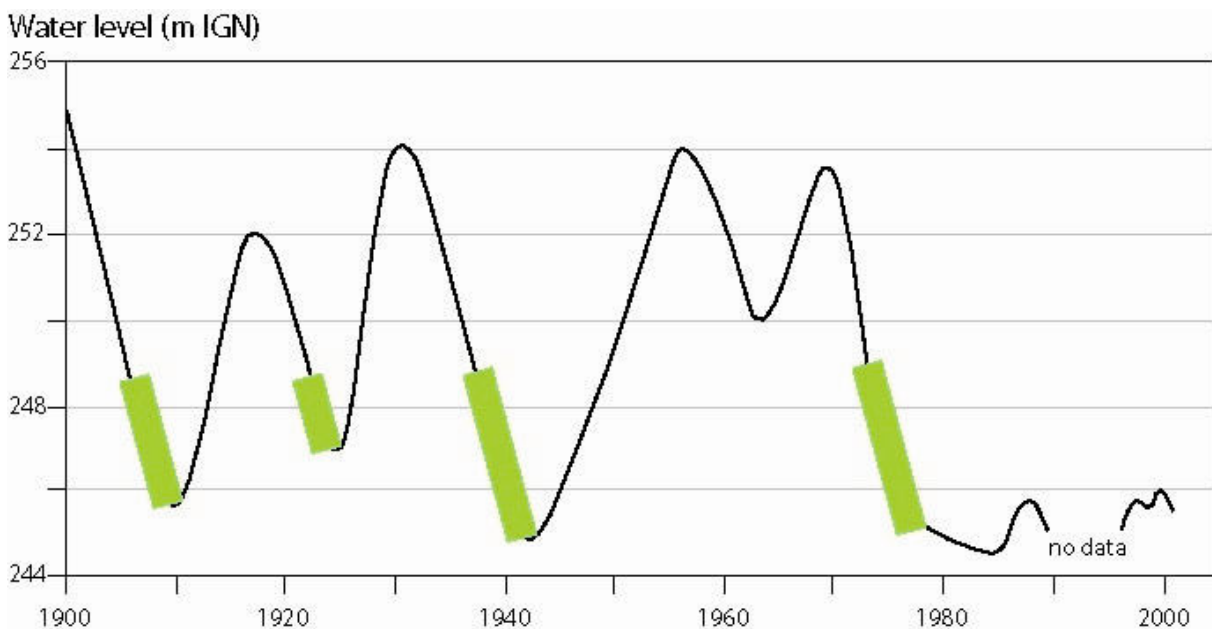
Depuis la sécheresse (et y associé la plus grande intensité des pluies) et la perte de la couverture végétale, ce seuil est le plus souvent couvert par plusieurs mètres de sable (Figure 15) qui bloquent les écoulements. Lors des rares averses les eaux de pluie qui tombent sur les collines créent des torrents qui mobilisent le sable dans les oueds et les dunes au sud-est de Kamaina. Depuis 2002 les villages du système Faguibine s'organisent pour enlever manuellement ce sable. Depuis 2006 cette intervention est coordonnée par l'OMVF avec des appuis du Programme Alimentaire Mondial (PAM). Ainsi, en Octobre 2008, quelque 1000 personnes y ont travaillé pendant 6 jours.

Il ya eu une tentative pour ralentir les écoulements par la mise en place de barrières sur les massifs rocailleux et des barrages filtrants dans les oueds mais toutes ces infrastructures ont été détruites par une pluie particulièrement violente. Les détails de cette intervention ne sont pas connus mais une solution définitive pour la sécurisation de Kamaina, en arrêtant ou en réduisant considérablement les apports de sable, s'impose.



#### 4.4 Dynamique des services rendus par les écosystèmes au Faguibine

A cause de la longueur (quelques 170 km le long du Tassakane) et la complexité des connexions entre le Lac Faguibine et le Fleuve Niger son remplissage complet nécessite une série d'années de fortes crues. De la même façon, quand il est rempli entièrement, son assèchement prend plusieurs années. Pour que le niveau d'eau dans le Faguibine augmente s'une année à une autre il faut que chaque onde de crue soit excédentaire, c'est à dire que le volume d'eau écoulé soit plus important que l'évaporation. Dans le cas inverse le niveau d'eau baissera. De telles séries d'année excédentaires et déficitaires ont été à l'origine des phases de remplissage et d'assèchement du Lac Faguibine pendant le 20<sup>ème</sup> siècle. Le marnage annuel du niveau d'eau détermine la productivité des écosystèmes et donc les activités que les populations environnantes peuvent y mener. Quand le lac était très plein, comme c'était le cas dans les années 1950s et 1960, les communautés locales ont tenté de réduire les écoulements en mettant des batardeaux sur le pont de Goundam.



**Fig. 16** Les conditions optimales pour l'agriculture de décrue (rectangles verts) se rencontrent lorsque, pendant les phases d'assèchement du lac, des superficies importantes de diatomites peuvent être cultivées.

Effectivement, lorsque le niveau dans le Lac Faguibine est soit trop élevé soit trop bas l'agriculture de décrue est impossible (Figure 16), réduisant fortement les options pour l'exploitation par les communautés riveraines, notamment les agriculteurs sédentaires. Les conditions optimales pour l'agriculture de décrue,

sur des superficies entre 180 et 350 km<sup>2</sup>, se rencontrent à des niveaux de remplissage intermédiaires. Les sols dans les zones les plus basses du lac sont constitués par des argiles très fertiles (diatomites) avec un potentiel de rétention de l'eau absolument remarquable. Les infiltrations horizontales par capillarité permettent de cultiver jusqu'à 300 mètres de la limite des inondations et jusqu'à un mètre au-dessus du niveau maximal de l'inondation (Bouard & Tiers 2004). Cette fertilité des sols combinée avec l'extraordinaire capacité de rétention de l'eau a donné lieu à un système de polyculture traditionnelle absolument remarquable. En une même saison chaque parcelle permettra deux récoltes consécutives de céréales (du maïs en Juin et du sorgho en Octobre) ainsi que toute une gamme d'autres espèces spéculations (gombo,



coton, haricots, etc.) sans utilisation d'intrants (Figure 17).

**Fig. 17** La partie sud-est du Lac Faguibine, inondée par la crue de 2007 photographié en août 2008 après la récolte du maïs. A l'arrière plan du sorgho avec du coton au premier plan.

Lorsque le Faguibine est en eau le système devient une importante zone de pêche, avec une production halieutique estimée à 5000 tonnes par an. D'autres fonctions importantes du système sont l'approvisionnement en eau potable pour les collectivités locales et pour l'abreuvement du bétail, la recharge des nappes phréatiques par l'infiltration dans les sols sablonneux et la production de pâturage de saison sèche ("bourgou", *Echinochloa stagnina*) dans les parties les plus basses du Lac Faguibine (70-100 km<sup>2</sup>) et dans la partie occidentale du Lac Télé. Les Lacs Gouber et Kamango à l'Est du Lac Faguibine ne s'inondent qu'à des cotes très élevées (bien au-delà de 250 m IGN) et étaient surtout connus pour la culture du riz.

Le remplissage du Faguibine à sa cote maximale (254 m IGN) demande 4 km<sup>3</sup> d'eau. Si ce remplissage devait se faire en une seule année, cela correspondrait à quelques 17% du débit moyen annuel du Fleuve Niger à Diré (Hassane et al. 2000). Avec un taux d'évaporation annuel estimé à 1.5 m, quelques 1.5 km<sup>3</sup> d'eau devraient être ajoutés annuellement afin de maintenir ce remplissage maximal. Par contre, pour un remplissage "optimal" selon le critère d'une superficie maximale de terres arables inondée et exondée annuellement, le Lac Faguibine ne contiendrait que 0.5 km<sup>3</sup> d'eau et n'en demanderait que 0.65 km<sup>3</sup> par an (65 Mm<sup>3</sup>), ce qui ne représente que 3% du débit moyen annuel à Diré.

Bien évidemment l'agriculture de décrue n'est pas l'unique fonction du système Faguibine et d'autres services rendus par les écosystèmes peuvent être optimisés sous d'autres niveaux d'inondations ou de marnage annuel ou interannuel (pêche, élevage, foresterie, recharge des nappes, fruits, miel et autres produits naturels, viande de brousse, biodiversité, etc.). Une analyse plus approfondie de l'ensemble des services rendus par les écosystèmes du Faguibine sous différents scénarios devrait permettre de déterminer son (ou ses) état(s) préférés). Très probablement il n'existe pas un unique niveau d'eau optimal et le maintien d'une certaine variabilité interannuelle dans les inondations est indispensable au bon fonctionnement du système proche de son état « naturel » et aussi pour éviter que certains types de

végétation dominant (Hughes & Rood 2003). Il est donc nécessaire de procéder à une analyse coûts-bénéfices de différents scénarios d'inondation en utilisant aussi des informations historiques.

L'histoire nous enseigne que le Faguibine a connu des époques plus humides. Ainsi, à la fin du 15<sup>ème</sup> siècle Sonni Ali Ber a envisagé le creusement d'un canal prolongeant le Lac Faguibine vers l'Ouest afin d'utiliser des pirogues pour attaquer la ville de Oualata dans le sud-est de la Mauritanie (Quensière 1994). Ensuite, toujours en alternance avec des périodes plus sèches, d'importantes crues, touchant même la ville de Tombouctou, ont marqué l'époque du 16<sup>ème</sup> au 18<sup>ème</sup> siècle, correspondant à la « petite époque glaciaire » en Europe et inondant même la ville de Tombouctou. Entre 1875 et 1895 des crues exceptionnelles ont encore rempli le Lac Faguibine débordant même sur les Daounas. Ces cuvettes se situent dans l'extension occidentale de la grande dépression (« tayeurt ») dont le Lac Télé est actuellement l'unique partie inondée régulièrement. Des crues aussi importantes ne sont plus produites pendant le 20<sup>ème</sup> siècle et des tentatives pour rétablir la connexion entre le Lac Faguibine et les Daounas lors des crues de 1929-1930 et de 1955-1956 n'ont pas abouties (Brunet-Moret et al. 1986). Les sols de diatomites des Daounas sont similaires à ceux du Lac Faguibine et leur fertilité extraordinaire fait encore partie du folklore local. Néanmoins, il est peu probable que les Daounas, ni même les lacs Gouber et Kamango (qui ne se remplissent que quand le Lac Faguibine est plein) puissent être remis en eau à un coût raisonnable.

Le Lac Faguibine s'est entièrement asséché en 1914 et en 1924, et à nouveau en 1944 et n'a connu que de très faibles inondations la fin des années 1970. Par contre, les séries de très bonnes crues entre 1924 et 1930 (avec en moyenne une hydraulicité de 135% en comparaison avec la moyenne mesurée à Koulikoro, juste en aval de Bamako entre 1907 et 1957) et entre 1951 et 1955 (hydraulicité moyenne de 128%) l'ont entièrement remplis. La pluviométrie locale ne joue qu'un rôle marginal dans le remplissage du Faguibine mais est d'une grande importance pour les zones arides autour du système, notamment pour l'accueil du bétail sur les pâturages des systèmes dunaires après l'hivernage. Entre 1965 et 2000 la pluviométrie annuelle à Goundam n'est plus que de 150 mm en moyenne, une baisse de 30% par rapport aux 4 décennies précédentes.

Entre 1910 et 1915, afin de contrer la tendance à l'assèchement du Faguibine, le pouvoir colonial a tenté d'établir une connexion entre le Lac Fati (Figure 10) et le Lac Télé par le creusement d'un canal Cette tentative a échoué mais les traces restent visibles (Brunet-Moret et al. 1986).

## 4.5 Valeurs de Biodiversité

La biodiversité du système Faguibine avant son assèchement n'a pas fait l'objet d'une étude systématique.

Les zones arides autour du Faguibine ont une végétation sahéenne typique avec relativement peu d'espèces mais dont une grande partie fait l'objet d'une utilisation intensive. Les herbacées annuelles, notamment les légumineuses comme *Indigofera* offrent 'excellents pâturages pendant les quelques mois suivant les pluies. Certaines espèces peuvent être utilisées comme nourriture en cas de disette (cram-cram, *Cenchrus biflorus*). La coloquinte *Citrillus colocynthus* est très apprécié par la faune sauvage, notamment les gazelles mais important aussi dans la pharmacopée. Les herbacées pérennes et les buissons tels que *Leptadenia pyrotechnica* fonctionnent comme des brise-vents. La strate arborée est généralement peu présente mais les différentes espèces d'Acacia sont importantes comme sources de bois, de pâturage aérien et de produits pharmaceutiques, notamment la gomme arabique. Le *Balanites aegyptiaca* produit des fruits

qui peuvent être consommés en cas de disette. Bon nombre de ces espèces ont pratiquement disparus de la zone et pourraient bénéficier d'une mise en défens temporaire.

Les écosystèmes des plaines inondables ont leur propres espèces caractéristiques dont le riz flottant, le bourgou, le vétiver, les nénuphars et différents cypéracées et poacées sont utilisées comme nourriture, pâturage, chaume ou pour la sparterie. Les graines de l'*Acacia nilotica* sont utilisées pour le tannage du cuir et le bois résiste aux termites. Le palmier doum (*Hyphaene thebaica*), qui formait la ripisylve autour du Fleuve Niger et ses défluent, était utilisé pour la construction et la sparterie. La restauration du Faguibine peut offrir des conditions favorables à l'épanouissement de ces espèces.

A l'image du Delta Intérieur, le Faguibine est une zone d'accueil très importante pour les oiseaux migrateurs en provenance de l'Europe. Même pendant la période des faibles inondations le Faguibine peut accueillir des nombres impressionnants. Ainsi, en 1983 plus de 400000 oiseaux d'eau ont été dénombrés, principalement des canards et limicoles paléarctiques (Robertson 2001). Même avec de faibles inondations le système Faguibine accueille en général plus de 20000 oiseaux d'eau et remplit donc les critères pour être classé zone humide d'importance internationale sous la convention de Ramsar. Sa position septentrionale, en lisière du Sahara, en fait un site potentiellement essentiel comme site de gagnage et de repos pour les espèces migratrices. Les études énergétiques de la migration démontrent de plus en plus clairement que le taux de survie et le succès à la reproduction des oiseaux migrateurs dépendent fortement de l'existence de telles aires de repos et de gagnage. Les changements climatiques posent des contraintes de plus en plus importantes aux oiseaux migrateurs, par exemple à cause de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vents de sable. Les réserves énergétiques des migrateurs peuvent se trouver tellement basses que, après avoir traversé le Sahara, ils ne peuvent plus atteindre la Delta Intérieur. La restauration du Faguibine peut donc avoir des impacts positifs sur la dynamique des populations des oiseaux migrateurs. Au Mali, la chasse aux oiseaux d'eau est une importante source de protéines. Selon des sources locales la grue couronnée (*Balearica pavonina*) fréquentait le Faguibine. La population de cette espèce ouest-africaine a chuté de 30 à 40% depuis 1985 (Beilfuss et al. 2007) et elle sera prochainement classée comme vulnérable dans la Liste Rouge de l'UICN. Il existe plusieurs observations récentes de vautours dans le Faguibine (Ascofaré comm.pers.). Lors de la visite de terrain en Août 2008 la présence de plusieurs centaines de Busautour des sauterelles (*Butastur rufipennis*) a été notée.

Le Faguibine se situe dans l'aire de répartition historique de l'Oryx algazelle (*Oryx dammah*), une grande antilope sahéenne en voie de disparition. Le Tilemsi, la zone limitrophe du Faguibine vers la frontière mauritanienne, accueillait probablement une des dernières populations jusque dans les années 1960 (Beudels et al. 2005). La gazelle Dama (*Gazella dama*), espèce qui ne survit plus au Sahel qu'à quelques endroits quasiment inaccessibles, était aussi présente dans la zone. Des populations marginales de la gazelle Dorcas (*Gazella dorcas*) y persistent probablement encore. Le potentiel de la zone pour la réintroduction de l'Oryx algazelle et de la gazelle Dama est à évaluer. Des facteurs déterminants seront le soutien des communautés locales à une interdiction absolue de la chasse et des mesures pour la mise en défens de certaines zones de pâturage (avec un accès à l'eau), par exemple dans les Daounas.



## 4.6 Populations, activités et migrations

La majeure partie du système Faguibine, couvrant 3360 km<sup>2</sup>, se situe dans le cercle<sup>5</sup> de Goundam. En 1998, la population en était estimée à 131 406 habitants, actuellement probablement autour de 170000. Quinze communes du Faguibine se trouvent dans le cercle de Goundam, 3 dans le cercle de Diré et 1 village dans le cercle de Tombouctou.

La Région de Tombouctou est parmi les plus pauvres du Mali et les indicateurs du bien-être humain y sont particulièrement bas (Tableau 1) même par rapport à la moyenne au Mali.

	Tombouctou	Mali
Population rurale	74%	70%
Nombre d'enfants par femme	7.9	6.7
Mortalité Infantile (<1 an/1000 naissances)	198.3	122.5
Mortalité infanto-juvénile (< 5 ans)	314.3	237.5
Couverture de la vaccination <2 ans	27%	30%
Retard de croissance < 3 ans	41%	30%
Access à l'eau potable	27%	48%
Scolarisation des 6 à 15 ans	21%	26%
Hommes adultes illettrés	98.5%	69.3%
Femmes adultes illettrés	88.4%	81.1%
Dépense annuelle par habitant (\$US)	52	183

**Table 1.** Quelques caractéristiques de la population de la Région de Tombouctou Région en comparaison avec le reste du Mali

Le Lac Faguibine se trouve au cœur de la zone de contact entre les populations arabo-berbères, traditionnellement éleveurs et transhumants et les populations d'agriculteurs sédentaires de l'Afrique subsaharienne (Figure 18). En réalité la situation est assez complexe avec un mélange de différentes tribus, fractions et castes socioprofessionnelles d'origines diverses. De façon très simplifiée :

- les bords occidentaux et septentrionaux sont sous domination de tribus berbères Touareg et Maures avec un saupoudrage d'Arabes. Les occupations principales sont l'élevage mobile et le commerce (tradition féodale avec des bella, caste de « sans-terres »)
- la partie méridionale du Lac Faguibine est sous le contrôle de populations de langue Sonrai, généralement des agriculteurs sédentaires d'origine diverse mais aussi de tradition féodale avec des castes de « sans-terres »

<sup>5</sup> Le cercle est l'unité administrative entre la commune et la région. Le Mali compte 8 régions dont Tombouctou, région la plus vaste et dont la densité de la population (moins de 2 habitants/km<sup>2</sup>) est la plus faible.

- autour de connexions avec le Fleuve Niger des populations de langue Sonrai et Pulaar, sédentaires ou mobiles, agriculteurs et éleveurs
- lors des inondations la présence de populations de pêcheurs mobiles (Bozo, Somono, etc.) en provenance du Delta Intérieur.

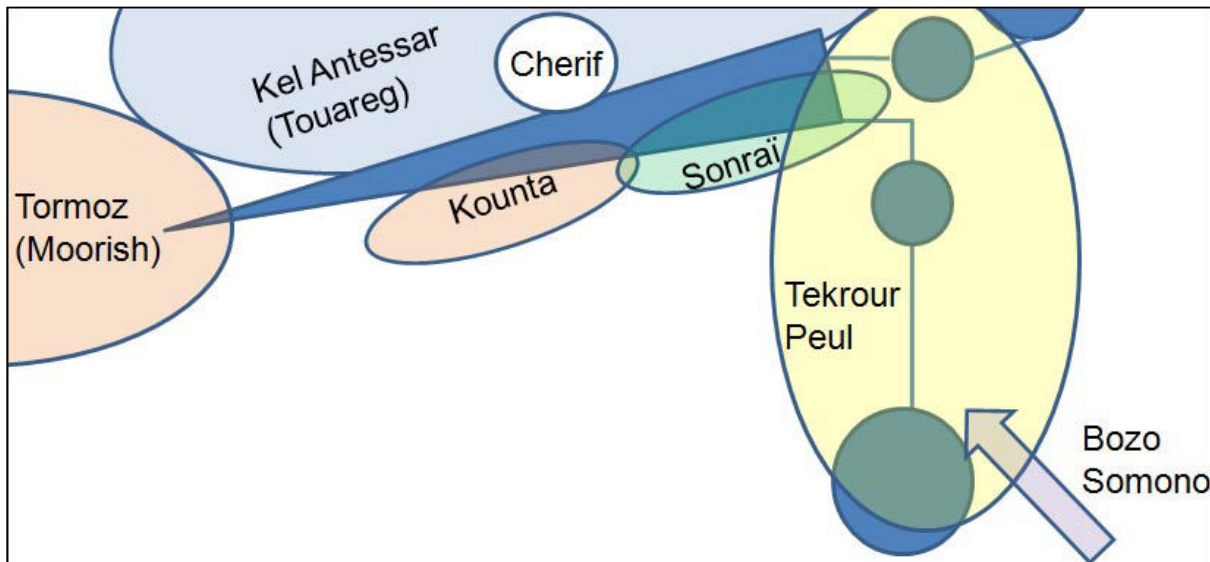


Fig. 18 Représentation schématique des populations dominantes du Faguibine

A l'image de l'évolution dans l'ensemble du Sahel, les spécialisations socioprofessionnelles autrefois très strictement observées, se perdent de plus en plus et la plupart des habitants sont devenus agriculteur-éleveur, pêcheur-agriculteur, etc. Ce phénomène a été accompagné par une certaine perte des échanges socio-économiques traditionnels, par exemple l'échange de céréales contre du bétail, le pâturage des troupeaux sur les chaumes après la récolte, etc. Les sociétés autrefois hautement hiérarchisées, autant chez les nomades que chez les sédentaires, ont aussi quelque peu perdu de leur rigidités, en partie par l'expérience commune des camps de réfugiés où tous faisaient le rang pour la nourriture. Néanmoins, les castes traditionnellement en bas de l'échelle hiérarchique sont généralement les plus vulnérables (Macko 2007).

Pendant la sécheresse près de la moitié de la population a quitté le Faguibine (Figure 3) et ceux qui sont restés ne pouvaient presque plus pratiquer leurs activités traditionnelles. L'insécurité, qui a pratiquement vidé la zone de ses populations au début des années 1990, a aussi contribué à une certaine perte de la mémoire individuelle et collective des pratiques de l'exploitation des ressources. Les nouvelles générations ont peu participé à la gestion et à l'exploitation traditionnelle des ressources. La génération qui a encore vu et vécu un système Faguibine plein d'eau a presque disparu. Il en ressort que la restauration du Faguibine posera de nombreux défis aux communautés et qu'un important effort doit être consenti à la communication sociale autour des pratiques ancestrales et nouvelles d'exploitation et de gestion.

La remise en eau du Faguibine va très certainement augmenter les risques liés aux maladies hydriques (paludisme, bilharziose, amibiase, etc.) et des campagnes de sensibilisation, d'information et de prévention seront nécessaires. On peut aussi s'attendre à un retour massif des populations ayant migré vers les centres urbains. Cela peut contribuer à une incidence plus forte du HIV-SIDA. La population féminine et jeune doit



être considérée comme particulièrement vulnérable à cause de leur taux de scolarisation et d'alphabétisation très faible, des pratiques de polygamie et de leur pauvreté. Un effort majeur de prévention est indispensable.

## **4.7 La restauration des écosystèmes des plaines inondables**

### Interventions antérieures dans le Faguibine

Dans les années 1980, le Bureau des Nations Unies pour la zone soudano-sahélienne (UNSO) est venu appuyer le gouvernement du Mali pour l'actualisation du "Schéma Directeur de la Mise en Valeur du Système Lac Faguibine". Le projet UNSO/MLI/85/X05 était programmé pour une exécution en 3 phases de 2 ans chacune avec un démarrage fin 1986. La première phase envisageait la restauration des activités traditionnelles basées sur l'exploitation des ressources dépendantes des crues avec l'intention d'encourager le retour des populations ayant migré en dehors du système (Haskoning & GID 1988a). Pendant cette phase les études détaillées, nécessaires à la mise en œuvre des deux autres phases, seraient aussi menées à bien. La deuxième phase envisageait une maîtrise partielle de l'eau, y inclus la remise en eau des Lacs Gouber et Kamango (avec des objectifs sociaux plus que économiques). La troisième phase allait aboutir à une maîtrise totale de l'eau, l'intensification de l'agriculture et l'extension des superficies cultivées en adéquation avec le retour des populations, le tout accompagné d'un programme de développement rural intégré.

Le rapport d'évaluation (PNUD 1990) estime que l'approche de la première phase, notamment le recalibrage des canaux d'adduction d'eau au Faguibine était techniquement valable. Les faiblesses principales du projet étaient la faible collaboration avec les institutions locales et surtout la faible participation des collectivités locales. Les opérations de fixation des dunes n'avaient pas été conçues comme des interventions de gestion communautaire des ressources naturelles. Aussi, les perceptions et les besoins des populations dans les zones des interventions prioritaires, notamment la plaine du Kessou, étaient en décalage avec celles des populations cibles en aval de Goundam.

Pour la préparation, la mise en œuvre et le suivi des interventions le projet a surtout fait appel à des consultants, des entreprises privées et des départements techniques nationaux. Cet approche manquait de flexibilité, n'arrivait pas à capitaliser les expériences et n'aboutissait pas à une coordination effective des différentes interventions. Certains départements techniques nationaux n'ont pas fourni les services contractualisés en temps voulu, ni à un niveau technique acceptable. La collaboration avec certains départements techniques nationaux étaient au-dessous des attentes à cause d'un manqué de clarté sur leur rôle dans le projet. Le rôle du gouvernement, à la fois agence d'exécution à travers les départements techniques et chargé de la validation des études techniques n'était pas suffisamment clarifié, de même pour ses relations avec l'agence de développement.

La mise en œuvre du Project a rencontré quelques difficultés:

- l'appui du Programme Alimentaire Mondial (PAM) au surcreusement manuel n'a pourvu qu'à la moitié des besoins en 1989 et n'a pas contribué du tout en 1990. Le manque de familiarité avec les procédures du PAM en était la cause principale.
- le coordinateur du projet était basé à Bamako pendant les 2 phases du projet, en l'absence d'une présence permanente sur le terrain le projet a manqué de suivi et de coordination

- les photos aériennes au 1/17000 et leur analyse altimétrique n'ont jamais été reçues, ni validés par la Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie (DNCT)
- certains relevés topographiques du Kondi et du Tassakane, exécutés en 1990, n'étaient pas utiles
- les campagnes hydrologiques entre 1987 et 1990 ont été des succès. Celle de 1991 a été perturbée par l'insécurité. La Direction Nationale de l'Hydraulique n'a pas calé les échelles au niveau IGN, l'échelle du Lac Faguibine n'a pas été mise en place
- les expériences conduites par la station des recherches agricoles de Diré (1989-1990) sur les variétés de semences dans les Lacs Télé et Faguibine n'ont pas aboutis
- l'étude agro-socio-économique conduite par l'Institut de l'Economie Rurale a apporté des informations utiles pour l'objectif général du projet mais manquait d'informations directement exploitables pour une participation accrue des communautés locales. L'analyse de l'enjeu de l'accès à la terre était insuffisante
- suite à la baisse considérable de l'hydraulicité du Fleuve Niger l'ouvrage de maîtrise des eaux, conçu pour limiter les inondations excessives du système Faguibine était devenu obsolète
- il était prévu d'enlever tous les seuils dépassant 258 m IGN dans le Kondi. Quelques 335000 m<sup>3</sup> ont ainsi été enlevés mais de nombreux autres seuils, d'un volume estimé à entre 50000 et 80000 m<sup>3</sup>, ont persisté. L'absence d'alternatives à l'agriculture dans le marigot en était la cause principale.
- entre 1987 and 1990 une baisse considérable des débits a été constatée dans le Tassakane. Quelques 35000 m<sup>3</sup> ont été enlevés manuellement en 1990-1991 ce qui semble avoir eu des résultats positifs
- le programme de fixation des dunes n'a pas clarifié le droit d'utilisation, ni la propriété des arbres plantés, l'approche a été répressive plutôt que coopérative
- le système interne de suivi-évaluation était faible.

Néanmoins, il y a eu des résultats probants. Ainsi, en 1990 plus de 100 Mm<sup>3</sup> d'eau se sont déversés dans le Lac Faguibine en dépit d'une faible crue (260,95 m IGN à Diré). Ce volume est comparable à celui qui a atteint le Lac Faguibine lors de la crue plus forte de 1988 (261,44 m IGN à Diré). Cette différence a été attribuée au recalibrage des canaux d'adduction. Par contre, le modèle a sous-estimé l'infiltration qui semble plus forte suite à une série d'années sèches. Ainsi le volume considérable de la crue de 1990 s'est entièrement infiltré avant d'atteindre les zones les plus basses du Lac. Lors de ses 2 phases exécutées le projet a donc abouti à un résultat très partiel sur l'objectif de sa première phase. La Kondi a été raccourci de 5 km et recalibré, ce qui a apporté plus d'eau au Lac Faguibine pour un niveau de crue donné. Par contre, les résultats étaient bien en-deçà des attentes basées sur la modélisation. Aussi, l'efficacité des interventions hydrauliques a été faible puisque les populations de la plaine de Kessou n'avaient d'autre alternative que de cultiver dans les canaux.

L'insécurité dans la zone a coupé court au projet après 2 phases. Les fonds restants ont été utilisés entre 1991 et 1993 dans la préparation d'une troisième phase qui n'a, semble-t-il, jamais été mise en œuvre.

Suite au retour de la paix en 1995 les interventions dans le Faguibine ont été essentiellement conduites par le programme GTZ Mali-Nord en collaboration avec l'Union Européenne et le Programme Alimentaire Mondial. Pendant la phase d'urgence (1995-1999) ce programme a surtout ciblé le retour des réfugiés, la reconstruction des infrastructures sociales et la mise en place de l'agriculture irriguée le long du Fleuve Niger. Pendant la deuxième phase (2000 to 2002), la GTZ et le KfW ont investi 6,66 MEuros (Coopération allemande 2003) pour compléter les infrastructures et renforcer les travaux sur l'agriculture irriguée et la

submersion contrôlée sur une zone bien plus vaste que le Faguibine. Dans le système Faguibine, le programme c'est surtout concentré sur la zone de Diré et du Kessou en mettant en place 1000 ha de terres irriguées. La troisième phase (2003-2005) a encore renforcé les activités sur l'agriculture irriguée et la submersion contrôlée pour un montant total de 8,72 MEuros (Coopération allemande 2007). Quelques 38% de ces investissements ont été consentis dans la zone de Diré et du Kessou, dans la partie amont du Faguibine. Il y avait aussi une importante composante de microfinance (Coopération allemande 2008).

Le programme Mali-Nord a eu des impacts positifs sur les revenus locaux, a contribué à réduire la pauvreté et a amélioré la sécurité alimentaire (Dillon 2007, 2008). En permettant aux utilisateurs de pomper l'eau des canaux du Kondi et du Tassakane pour des cultures irriguées en dehors de ces canaux le programme a réduit la pression sur les canaux eux-mêmes. Effectivement, avant cette intervention les utilisateurs n'avaient aucune alternative à l'installation de barrières et diguettes à l'intérieur des canaux pour l'agriculture, la culture du bourgou et la pêche. Bon nombre d'autres aspects du programme Mali-Nord sont d'une grande utilité pour les interventions futures dans le Faguibine, par exemple les accords négociés avec les communautés pour l'entretien des infrastructures, les approches sur le foncier, etc. Le Système d'Information Géographique (SIG) mis en place par le programme peut être élargi pour y inclure des données sur les ressources naturelles et les écosystèmes.

La Région de Tombouctou est une zone prioritaire pour les interventions par la coopération décentralisée avec la Région Rhône-Alpes en France. Des efforts importants ont été consentis dans l'analyse du secteur agro-pastoral dans le Faguibine qui a fait l'objet d'un excellent rapport par Séverine Bouard & Sophie Tiers (2004). Ces efforts ont aussi abouti à l'élaboration d'un schéma d'aménagement des ressources pastorales du Cercle de Goundam (VSF-CICDA 2006) basé sur une large consultation des parties prenantes et une cartographie des ressources pastorales (VSF-CICDA 2005). Le SIG élaboré dans ce cadre est très complémentaire avec celui du programme Mali-Nord puisque des zones plus septentrionales sont couvertes. Le schéma d'aménagement propose un investissement total de 2,7 M\$US dont quelques 40% ciblent les zones humides du Faguibine (y inclus les Lacs Horo et Fati). Les autres investissements concernent les zones arides aux alentours avec la création de points d'abreuvement permanents par le surcreusement des mares, la stabilisation des dunes, la réhabilitation des puits et leur équipement avec des pompes solaires. Le plan propose des actions de sensibilisation sur la prévention des conflits entre agriculteurs et éleveurs dans les zones humides, la sécurisation des passages pour le bétail et l'amélioration de la gestion du pâturage sur les chaumes et les bourgoutières, la mise en place de la pisciculture et des expériences sur la gomme arabique.

A l'heure actuelle le financement de ces interventions ne semble pas acquis. Bon nombre pourraient être repris en tant qu'activités de restauration des écosystèmes dans le projet OMVF-PNUE.

#### La restauration des écosystèmes dépendants des crues

Au Mali la restauration des écosystèmes humides se sont surtout concentrés sur le Delta Intérieur et mises en œuvre par l'UICN et Wetlands International avec des appuis des Pays-Bas, de la Suède et de la Suisse. L'approche initiale était de restaurer les écosystèmes ayant perdu leur productivité à cause de la surexploitation et de la mauvaise gestion, sans intervenir sur l'hydraulique (Gawler & Bérédogo 2002). Les projets UICN ont accumulé une richesse d'expériences dans la planification de la gestion des ressources renouvelables et la communication sociale en langues locales, la mise en place de forums d'échange entre acteurs avec des objectifs divergents (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs), la négociation d'accords de gestion

locaux pour des ressources spécifiques (y inclus le paiement pour des services rendus par les écosystèmes, par exemple l'accès au bourgoutières), la restauration des forêts inondées, la coopération avec les services techniques décentralisés, le renforcement des capacités et la formation sur la base des besoins exprimés, etc. Les projets de Wetlands International ont beaucoup enrichi les connaissances sur les oiseaux d'eau et sur les liens entre les crues, les pêches et les oiseaux d'eau. Récemment l'UICN s'est attelé à la mise en œuvre des plans de gestion élaborés dans les phases précédentes, y inclus des interventions sur l'hydraulique qui permettant à la crue d'inonder les forêts autour de Youwarou et Farimaké (UICN 2004).

Deux interventions hydrauliques pour la restauration des plaines inondables au Sahel dans deux contextes différents ont été bien documentées et peuvent inspirer les démarches dans le Faguibine. Au début des années 1990 le bas-delta du Fleuve Sénégal en Mauritanie (Hamerlynck & Duvail 2003) et les plaines inondables du Waza-Logone dans le Nord Cameroun (Loth 2004) ont fait l'objet d'interventions pour leur remise en eau après leur assèchement par des projets de riziculture en amont. Les deux projets ont suivi l'approche participative pour la planification de la gestion des ressources renouvelables, se sont basés sur la modélisation hydrologique pour évaluer les impacts de différents scénarios de crue (Duvail & Hamerlynck 2004), ont pu constater des impacts positifs substantiels sur les revenus des populations locales, ont été accompagnés par des projets de recherche pluridisciplinaires et un suivi intensif permettant l'adaptation rapide de la gestion aux résultats, ont mis l'accent sur le renforcement des capacités des institutions locales et ont été contraints à gérer divers conflits entre utilisateurs locaux mais aussi avec des migrants attirés par le retour de la productivité dans une zone restreinte dans un contexte de détérioration partout ailleurs. Les leçons tirés de ces expériences semblent très pertinents pour le projet Faguibine et, entre autres, mettent en exergue l'importance de la gestion intégrée des ressources en eau sur l'ensemble du bassin versant.

Un des enjeux importants dans cette approche intégrée, y inclus un dialogue sur les politiques de l'eau, aussi bien pour le Delta Intérieur que pour le Faguibine, est le potentiel des débits environnementaux pour le maintien de la productivité dans les écosystèmes en aval des barrages par la pratique des crues artificielles. Cet approche a été testé dans les plaines inondables de Kafue sur le Zambèze où le nouveau plan de gestion du barrage de Itzhi-tezhi en Zambie prévoit des lâchers d'eau pour le soutien aux écosystèmes dépendants des crues, les activités des populations et la biodiversité qui y sont associées (Pittock et al. 2006). La tendance vers une maîtrise accrue de l'eau dans le Haut Bassin du Fleuve Niger et son stockage dans des retenues peut, dans un avenir proche, nécessiter des lâchers afin d'apporter un soutien de la crue naturelle dont la hauteur est un facteur clé dans l'effort de restauration du Faguibine. Ces interventions deviendront encore plus nécessaires si les conditions de sécheresse se durcissent. Il est donc très important pour le Mali de participer pleinement dans le processus d'élaboration du plan d'action pour le développement durable du Bassin du Fleuve Niger dans le cadre de l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger (ABN-NBA 2007). La nécessité d'équilibrer le développement dans le Haut Bassin (barrages et prélèvements) avec les besoins de conservation du Delta Intérieur est perçue comme un enjeu prioritaire dans la gestion intégrée des ressources en eau faisant l'objet la première phase d'évaluation et d'analyse. La formulation actuelle de cet enjeu suggère qu'il y a un choix à faire entre le développement et la conservation. Le projet de restauration du Faguibine défend une vision différente : investir dans la conservation à travers la restauration des écosystèmes est une approche efficace de développement durable. D'où l'importance pour le projet Faguibine d'encourager en premier lieu un dialogue national sur les politiques de l'eau au Mali et d'ensuite faciliter le transfert des résultats vers le niveau régional.

## 4.8 Politiques nationales et environnement institutionnel

Sous l'impulsion de l'assemblée régionale de Tombouctou, le gouvernement du Mali, à travers son Ministère de l'Agriculture, a développé un document de projet intitulé "Etude de Faisabilité du Projet d'Aménagement et de Mise en Valeur du Système Faguibine" (Ministère de l'Agriculture, 2005). Ce document fait référence à une série de stratégies et politiques nationales :

1. *Le Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP)*
2. *Le Schéma Directeur du Secteur du Développement Rural (SDDR)*
3. *La stratégie Nationale de Sécurité Alimentaire (SNSA)*
4. *La stratégie Nationale de Développement de l'Irrigation (SNDI)*
5. *La Politique Nationale de développement de l'élevage au Mali*
6. *La Politique Nationale de Protection de l'Environnement (PNPE)*
7. *La politique de décentralisation*

Le document de projet a donc été ancré dans des stratégies qui visent la réduction de la pauvreté, l'amélioration de la production et une meilleure gestion de l'environnement. Le PNUE reconnaît l'importance de ce cadre stratégique et politique pour la mise en œuvre de la restauration du Faguibine. Depuis 2005 différents processus découlant de ce cadre stratégique et politique ont été engagés, y inclus sur le plan régional. La proposition de projet actualisé doit donc tenir compte de ces évolutions et chercher à appuyer ces démarches institutionnelles, notamment :

- *Plans d'Action Nationaux*

Le Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) et la révision la plus récente du Programme National de Lutte contre la Désertification sont particulièrement pertinents pour le projet de restauration du Faguibine, qui répond clairement aux priorités nationales.

- *Gestion Intégrée des Ressources en Eau*

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) est un processus participatif de planification et de mise en œuvre visant le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des autres ressources connexes, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte de façon équitable sans compromettre la pérennisation des écosystèmes vitaux. Le Mali s'est résolument engagé dans ce processus sous la coordination de la Cellule GIRE basée à la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH). Le projet de restauration du Faguibine s'attèlera à maximiser les synergies avec ce processus et assurera la promotion de la participation des utilisateurs de l'eau. La réussite du projet dépendra en grande partie de la compréhension pluridisciplinaire des enjeux et de la mise en place d'interventions trans-sectorielles sur l'eau.

- *La Convention de Ramsar, le Delta Intérieur et le Système Faguibine*

La Convention de Ramsar sur les Zones Humides signée à Ramsar, en Iran, en 1971, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. En 2004, à l'occasion de la Journée Mondiale des Zones Humides, le gouvernement du Mali a classé le Delta Intérieur du Fleuve Niger dans son intégralité (4 119 500 hectares) comme site Ramsar, un des plus étendus du monde entier. Ce classement, qui intègre le système Faguibine, pose donc un défi et des opportunités au projet de

restauration qui se doit d'appliquer les lignes directrices agréées par la communauté internationale pour la gestion de cette zone humide.

- *Agence du Bassin du Fleuve Niger (ABfN)*

L'Agence du Bassin du Fleuve Niger (ABfN) a été créée en 2002 avec pour mission la sauvegarde du fleuve Niger, de ses affluents et de leurs bassins versants, sur le territoire de la République du Mali et la gestion intégrée de ses ressources. Basé au Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement l'ABfN veille à la sauvegarde du fleuve Niger en tant qu'entité vitale du pays, protège ses berges et bassins versants contre l'érosion et l'ensablement et en préserve les écosystèmes terrestres et aquatiques. Dans la pratique il s'agit de:

- o renforcer les capacités des divers utilisateurs dans la gestion des ressources du fleuve, de ses affluents et de leurs bassins versants
- o promouvoir une gestion rationnelle des ressources en eau pour les différents usages
- o contribuer à la prévention contre les risques naturels (inondations, érosion, sécheresse), à la lutte contre les pollutions et nuisances et au maintien de la navigabilité du fleuve
- o échanger et coopérer avec les organismes techniques similaires des pays riverains concernés
- o mettre en place des mécanismes de collecte de fonds des utilisateurs de l'eau et des pollueurs.

Les objectifs de l'ABfN sont donc très étroitement liés aux objectifs du projet de restauration du Faguibine, qui en est en fait une application dans un sous-bassin spécifique. L'ABfN sera par conséquent un partenaire essentiel et aussi un bénéficiaire du projet à travers des appuis appropriés.

- *Le processus d'intercommunalité*

Sur le plan administratif les ressources renouvelables du Faguibine se répartissent sur 3 cercles et 20 communes. Des modalités pour une coopération entre les collectivités territoriales pour la gestion de ces ressources ont été définies en 2006<sup>6</sup> dans le cadre législatif spécifique de l'intercommunalité. Sur la base d'une vision commune entre les autorités et les populations des différentes collectivités des objectifs de développement partagés peuvent être réalisés grâce à la mise en commun des efforts.

- *Le Plan Stratégique de Développement Régional de Tombouctou 2008-2015 (PSDR)*

Elaboré en 2007 ce document est le résultat d'une concertation entre tous les acteurs régionaux : élus, administrations, départements techniques, organisations socioprofessionnelles, société civile, partenaires techniques et financiers. Le développement du PSDR de Tombouctou a été initié par l'Assemblée Régionale avec un appui technique par des commissions thématiques créées au sein du *Comité Régional* et des *Comités Locaux de Planification du Développement* (CRDP and CLDP). Le document décrit les orientations et les stratégies régionales en matière de développement social, économique et environnemental pour 2008-2015 sur la base d'une vision commune établie entre les différentes parties prenantes.

En conclusion, un cadre institutionnel et politique approprié existe déjà et le projet pourra contribuer à sa mise en œuvre en matière de réduction de la pauvreté, de développement rural intégré, de sécurité alimentaire, de développement de l'élevage, de protection de l'environnement, de la décentralisation, de l'adaptation aux changements climatiques, de lutte contre la désertification, de gestion intégrée des ressources en eau, de l'intercommunalité, etc. Le projet est en phase avec les priorités nationales et régionales et est conforme au Plan Cadre des Nations unies pour l'Aide au Développement (PNUAD 2007) et

---

<sup>6</sup> Decret N-06-436 du 16 Octobre 2006 déterminant les modalités de la coopération entre les collectivités territoriales du Mali.

contribuera aux efforts consenti par la coordination des Nations unies à Bamako pour la mobilisation des ressources en faveur des objectifs et des priorités pour le développement définis par le Mali.

## 4.9 Questions en suspens

L'hypothèse soutend la restauration du système Faguibine est : si on enlève les « dunes » qui bloquent les écoulements de l'eau dans les canaux entre le Fleuve Niger et les Lacs Télé et Faguibine, les fonctions des écosystèmes seront rétablis à un niveau qui convient à « tous les acteurs ». Cette hypothèse a besoin d'être clarifiée sur le plan socio-économique. Qui étaient les acteurs à l'origine ? Comment chaque groupe d'acteurs tirait-il des bénéfices des services rendus par les écosystèmes du Faguibine inondé ? Comment était organisé l'accès aux ressources ? Existait-il des mécanismes qui garantissaient un accès aux groupes vulnérables (par exemple, les bella, les femmes) ? Est-ce que la configuration a changé depuis et comment ? Est-ce qu'il y a eu des conflits par rapport aux ressources ? Quel type de conflit, à quelle échelle ? Autour de quelles ressources ? Une analyse approfondie des acteurs (parties prenantes) est donc indispensable.

Des hypothèses alternatives doivent être considérées et falsifiées ou du moins être analysées de façon suffisamment approfondie pour pouvoir être écartées comme risque majeur d'échec du projet :

- Même si certains services rendus par les écosystèmes ont été perdus (pêches) ou fortement réduits (agriculture de décrue) un nouvel ensemble de services s'est constitué et apporte des bénéfices à certains groupes d'acteurs. Ainsi les forêts d'*Acacia radiana* qui ont colonisés le fond du lac créent des conditions favorables à l'élevage des dromadaires et des chèvres, produisent du bois et permettent à la biodiversité, par exemple les gazelles, de s'épanouir. L'émigration des pêcheurs et des agriculteurs a ainsi diminué la pression sur les écosystèmes et ce qui a permis aux éleveurs nomadisant, un des groupes les plus vulnérables avec le moins d'options pour d'autres sources de revenus, d'améliorer leur bien-être. La remise en eau du Faguibine risque donc de détruire ces nouveaux services rendus par les écosystèmes avec un risque accru de situations conflictuelles, en particulier si les mécanismes de règlement traditionnels ne peuvent être rétablis (par exemple à cause de l'immigration de groupes non-traditionnels, spéculateurs, commerçants). Une partie de la population locale perçoit effectivement déjà la restauration comme une énième intervention qui ne va bénéficier que aux agriculteurs et va encore plus marginaliser les éleveurs (Mohamed 2008). En faisant une analyse approfondie des acteurs et en s'assurant d'une participation inclusive de toutes les parties prenantes et de toutes les strates sociales dans la planification et la gestion on peut arriver à mettre en place des mesures spécifiques pour les groupes les plus vulnérables. L'évaluation des écosystèmes et l'analyse coûts-bénéfices aidera les parties prenantes à comprendre les choix qui sont à faire entre différentes options et de proposer des compensations aux perdants.
- Les modifications de la pluviométrie dans le Haut Bassin, le stockage accru de l'eau dans les retenus de barrages et l'augmentation des prélèvements pour l'agriculture irriguée vont faire baisser la hauteur et la durée de la pointe de crue à Diré de façon à ce que, même si tous les obstacles dans les canaux sont enlevés, les superficies inondées dans le Faguibine seront insuffisantes pour une restauration durable des services rendus par les écosystèmes. En engageant l'ensemble de la société malienne dans un dialogue sur les écosystèmes dépendants des crues et d'ensuite porter les résultats de ce débat au niveau régional, des mesures pourront être prises pour garantir une pointe de crue suffisamment importante. Par exemple par une gestion intégrée des bassins versants, par des lâchers et des crues artificielles à partir des barrages, par une augmentation de l'efficacité de

l'eau utilisée dans l'irrigation, etc. Une autre approche pourrait être d'encore élargir les canaux d'adduction d'eau pour qu'ils puissent amener des quantités suffisantes. La faisabilité et l'efficacité de ses mesures pourra être exploré par la modélisation.

- La remise en eau du Faguibine peut avoir des impacts négatifs sur les écosystèmes et les utilisateurs en aval (par exemple pendant la grande sécheresse les écoulements du fleuve se sont arrêtés à Niamey). Une étude d'impact doit donc analyser les effets jusqu'au delta au Nigéria. Selon les calculs préliminaires, il est possible d'aboutir à des superficies inondées considérables avec des quantités raisonnables (que quelques % du débit moyen à Diré). Le Faguibine ne prélève de l'eau qu'en saison de crue tandis que la majorité des problèmes en aval seront probablement liés à une diminution des débits d'étiage. Ces impacts potentiels peuvent être analysés par la modélisation. Suite au dialogue national les questions en suspens peuvent être portées au niveau régional.
- Des améliorations en services rendus par les écosystèmes peuvent être réalisés à moindre coût en terme de quantités d'eau requises et de coûts des infrastructures par la restauration de sections du Delta Intérieur ou d'autres lacs plus en amont en rive gauche (Tanda, Kabara, Tagadji, Horo, Fati) et en rive droite (Korarou, Aougoundou, Niangaye - Dô – Garou- Haribongo). Deux autres hypothèses peuvent y être associées :
  - Le remplissage durable du Faguibine ne sera possible qu'en fermant les affluents des lacs des rives gauche et droite en amont du Faguibine. Une analyse coût-bénéfice détaillée de ces interventions serait nécessaire, tenant compte du fait que, par exemple, les lacs en rive droite sont essentiels pour la survie de la population des éléphants du Gourma.
  - Le remplissage durable du Faguibine ne sera possible que par la construction du barrage de Taoussa. Une étude d'impact approfondie de ce barrage tant sur l'amont que sur l'avalCes différents enjeux peuvent être analysés par la modélisation et faire l'objet du dialogue national sur les usages actuelles et futures de l'eau du Fleuve Niger. La restauration du Faguibine peut devenir un modèle pour des interventions similaires sur d'autres lacs et sur d'autres écosystèmes dépendants des crues en Afrique et au-delà.
- Un processus tectonique est en train de soulever la rive gauche du Fleuve. Des interventions sur les connexions avec les lacs sont vouées à l'échec à moyen et long terme. Le Faguibine se situe en surface d'une importante faille dans le craton ouest-africain qui s'étend vers l'Est à partir du fossé de Nara. Selon El Abbas et al. (1993) cette faille a été active pendant le Quaternaire. Cette activité tectonique est attestée par la présence d'une plage à 15 m d'altitude sur l'île de Taguilem dans la partie nord-est du Lac Faguibine et par la présence de laves à la surface des diatomites des Daounas. Svensen et al. (1983) ont contesté cette hypothèse et expliquent les anomalies de la température en surface par la combustion de matières organiques dans le sous-sol. Il ne s'agirait donc pas de laves. L'existence du processus tectonique est donc peu probable et même si c'était le cas les changements se joueraient à des échelles de temps qui ne peuvent affecter les efforts de restauration.

#### **4.10 La restauration des écosystèmes du Faguibine**

La proposition de remettre en eau le Faguibine n'est pas nouvelle. A chaque fois que le système s'est asséché elle refait surface, notamment en 1905 avec le projet du canal entre les Lacs Fati et Télé. Il est pratiquement certain que d'autres interventions hydrauliques ont été tentées depuis des temps immémoriaux mais dont il ne reste aucune trace écrite. L'intervention d'envergure la plus récente est celle conduite par le Gouvernement du Mali avec un appui de l'UNSO à la fin des années 1980 et au début des



années 1990. Ce projet a été un échec pour plusieurs raisons notamment le fait qu'il a coïncidé avec une série de crues particulièrement faibles entre 1983 et 1993 (Figure 9) et avec une sécheresse extrême qui a causé l'effondrement des écosystèmes, des activités des populations et des mécanismes de régulation sociale. Tous ces facteurs ont contribué à l'émergence des violences et à l'insécurité qui ont sévi dans la zone. En plus, l'approche du projet n'était pas suffisamment participative et ne tenait pas compte des stratégies de survie des populations dans la partie amont du système.

Néanmoins on peut considérer que l'intervention UNSO a démontré que, du moins en théorie, la remise en eau était possible même lorsque les crues sont très faibles. Avec le retour de la paix les utilisateurs des parties du Faguibine les plus en aval ont ranimé le concept et le Gouvernement du Mali a pris les devants en se lançant dans un effort de restauration d'envergure essentiellement financé par ses propres moyens. Déjà en 2002 les communes du Faguibine s'étaient organisées entre elles pour dégager les sables qui bloquaient le seuil de Kamaïna, en 2005 un document de projet intitulé « Etude de Faisabilité du Projet d'Aménagement et de Mise en Valeur du Système Faguibine » a été élaboré et en 2006 une autorité, mandaté par le gouvernement pour diriger la restauration, a été mis en place, « l'Office pour la Mise en Valeur du Système Faguibine » (OMVF). L'estimation des coûts de la première phase de restauration est près de 20 millions d'Euros (28 M\$US). Le projet a 4 composantes principales :

- l'aménagement et la gestion des ressources hydrauliques pour sécuriser la production agricole et pastorale tout en restaurant et en préservant l'écosystème par l'alimentation en eau de 325 km<sup>2</sup> supplémentaires, l'aménagement de 400 hectares de périmètres irrigués dans la vallée des cours d'eau, l'aménagement de 500 hectares de mares de submersion et de décrue, l'aménagement de 15 hectares d'oasis en zone nomade exondée, le suivi hydrologique des cours d'eau, la restauration et la protection des chenaux naturels et des lacs contre l'ensablement
- le développement des productions animales et végétales améliorer la sécurité alimentaire et les revenus des populations par une étude diagnostique sur les systèmes de production, des actions de recherche-développement, des appuis au conseil agricole, la mise à disposition de semences adaptées, l'amélioration de l'équipement des producteurs, des appuis à la protection des cultures contre les maladies et les déprédateurs, des appuis au développement des filières porteuses et à la commercialisation, l'amélioration de l'alimentation du cheptel, l'amélioration de la santé animale, l'appui à la pêche et la protection de la faune sauvage
- le désenclavement par la construction de pistes rurales, l'installation d'un télé-centre communautaire polyvalent et d'une radio rurale
- le renforcement institutionnel par le renforcement des capacités des organisations paysannes, l'appui à l'éducation et à la formation des ruraux, l'appui à la mise en place d'un système d'approvisionnement en intrants/équipements des producteurs, l'appui à l'émergence d'organisations féminines fortes, l'appui à l'émergence d'un système financier décentralisé et l'appui à l'unité de gestion du projet.

Ce document de projet s'attaque donc à des défis majeurs au développement dans le Nord Mali. Néanmoins, les impacts prévisibles des changements climatiques semblent insuffisamment pris en compte. Afin de pérenniser les acquis du projet certains enjeux devraient être traités de façon plus explicite : les conflits potentiels autour des ressources restaurées, le développement de mécanismes de gestion capables d'accommoder les intérêts divergents des différents acteurs, la mise en place d'un système cohérent de suivi, les aspects institutionnels et la gouvernance.

L'OMVF a entamé la mise en œuvre du projet depuis avril 2006 à travers les activités suivantes :

- le curage des axes hydrauliques sur 30,48 km par le déblayage de 267000 m<sup>3</sup> de sédiments dont 162,000 m<sup>3</sup> par voie mécanique (avec le soutien de KfW) et 105000 m<sup>3</sup> manuellement (avec le soutien du PAM)
- le transport et le régalage de 115000 m<sup>3</sup> à distance des axes
- la plantation de 168000 pieds d'Eucalyptus
- la fixation de 10,4 ha de dunes en *Euphorbia balsamifera*
- l'enlèvement de toutes les barrières de pêche dans les axes hydrauliques et dans les lacs
- des tests de différentes variétés de sorgho en collaboration avec l'Institut d'Economie Rurale
- la production sur 10 ha de semences de riz NeRiCa (à distribuer aux agriculteurs)

Les résultats principaux ont été :

- une date plus précoce du début des écoulements à partir du Farabango vers le système Faguibine par le Kondi et le Tassakane facilitant ainsi le transport fluvial et permettant un démarrage de la campagne agricole à une date plus propice, notamment dans les périmètres irrigués de riz et de blé dans les plaines du Killi et du Kessou
- une augmentation de la durée et des superficies inondées dans les lacs
- un meilleur accès à l'eau pour les populations locales et pour le bétail (réduction de la durée de l'étiage dans les marigots et les lacs)
- en 2007 une extension des superficies en agriculture de décrue de 7200 ha (par rapport à 2006) et une augmentation de la production de céréales de 19000 tonnes avec une nette amélioration de la sécurité alimentaire
- en 2008 une extension des superficies en agriculture de décrue à près de 19000 ha et dont la production est estimée à 50000 tonnes
- le retour de plusieurs centaines de familles précédemment contraintes à l'exode rural
- la réalimentation de la nappe phréatique
- l'amélioration de la production halieutique.

En réponse à la requête formulée par le Gouvernement du Mali, le programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNEU) envisage contribuer à la restauration et à la gestion durable du système Faguibine pour le bien-être humain dans une approche en 3 phases. Le produit principal de la première phase sera l'élaboration, en se basant sur le document de projet de 2005, d'une intervention plus globale qui corrige les insuffisances dudit document et décrites précédemment. Pendant cette première phase un appui sera aussi fourni aux efforts de restauration en cours, au renforcement des capacités des institutions locales appropriées ainsi qu'à la préparation d'un processus participatif de planification de la gestion du Faguibine dans son intégralité. En parallèle un appui sera fourni à un dialogue national sur l'eau et sur les services rendus par les écosystèmes y afférents, avec comme objectif d'ancrer l'intervention dans le développement des politiques de l'eau et d'ainsi en sécuriser la pérennité. De cette façon la première phase complétera le document de projet existant tout en développant des approches probablement mieux adaptés à la pérennisation des impacts positifs sur le bien-être des populations et sur la biodiversité.

Pendant les deuxième et troisième phases (à condition d'en sécuriser les financements) ces deux axes d'intervention (terrain et processus politique) seront renforcées avec la mise en œuvre intégrale de la restauration du Faguibine par la planification participative de sa gestion et par la facilitation du transfert des

résultats du dialogue national aux instances régionales dans le cadre du « Plan d'action de développement durable du bassin du fleuve Niger » de l'ABN-NBA.

D'après les résultats préliminaires des efforts de restauration entrepris par l'OMVF il semble que la remise en eau soit faisable en principe. Néanmoins, beaucoup d'incertitudes persistent par rapport au potentiel (échelle, portée, niveau) de restauration et de maintien des divers services rendus par les écosystèmes du Faguibine dans le contexte des changements climatiques prévisibles et des interventions humaines programmées dans le bassin du Fleuve Niger, tant en amont qu'en aval (notamment le barrage de Taoussa). Certaines études plus approfondies sont donc indispensables. Les interventions en matière de gestion des écosystèmes est, en majeure partie, spécifique au contexte et il est donc prudent de les tester *in situ* en collaboration avec les acteurs locaux afin d'en évaluer l'efficacité écologique et socio-économique avant de les appliquer à plus grande échelle. Les manipulations/modifications des écosystèmes peuvent avoir des conséquences imprévisibles et négatives difficiles à maîtriser. Par exemple, les interventions actuelles dans le Faguibine ont considérablement prolongées la période sur laquelle l'eau est présente dans le système, notamment dans le Kondi et le Tassakane. Cette arrivée précoce de l'eau permet aux populations de démarrer la campagne d'agriculture irriguée, une activité relativement nouvelle, à une date plus propice. Il est très pratique aussi d'avoir de l'eau devant chez soi plus longtemps pour l'eau potable, pour l'abreuvement du bétail et pour le transport fluvial. Néanmoins, cette présence de l'eau sur de longues périodes comporte un risque de développement de plantes aquatiques envahissantes. Le prolongement artificiel de l'inondation augmente aussi les risques liés aux maladies hydriques. Auparavant les seuils naturels protégeaient le Faguibine de cette présence de l'eau sur de longues périodes. De plus, cette arrivée précoce et cette présence prolongée de l'eau à la décrue n'ont aucune incidence sur les débits qui doivent transiter vers les parties les plus productives et les plus en aval du système où les besoins en eau sont les plus pressants (Wesseling et al. 1993). L'analyse coûts-bénéfices sera donc un exercice complexe et il est indispensable d'assurer un suivi rapproché d'un large éventail d'indicateurs sur de assez longues périodes afin de détecter des changements à un stade précoce qui permet d'intervenir à temps.

La planification participative de la gestion des ressources renouvelables demande une préparation intense par une équipe pluridisciplinaire. Les acteurs (et leurs besoins, revendications et stratégies) doivent être connus, des systèmes de suivi et de gestion des savoirs doivent être opérationnels (pour pouvoir adapter la gestion aux résultats), la communication sociale doit être initiée et maintenue à un niveau approprié et une plateforme de négociation doit être mise en place. Cette plateforme de négociation (dont la forme doit être adaptée au contexte) doit être perçue comme un forum où tous les points de vue de l'ensemble des acteurs peuvent être exposés de façon libre, être discutés et donner lieu à des interventions selon le principe du moindre mal. En plus, les moyens pour la mise en œuvre doivent être disponibles (sinon on discute dans le vide). Un plan de mise en œuvre bien structuré (le document de projet) avec un calendrier précis doit être élaboré et ce programme doit être validé par une assemblée représentative. Les interventions sur le site du Faguibine doivent s'intégrer dans des processus plus larges (bassin versant, nation, sous-région) qui s'adressent à l'eau et à la pérennisation des services rendus par les écosystèmes pour le bien-être humain. C'est sur l'ensemble de ces points que le PNUF propose d'apporter sa contribution pendant la première phase.

Le détail des interventions à proposer pour la deuxième phase doit être élaboré pendant la première phase mais ces interventions seront de toute façon très proches de celles envisagées dans le document de projet de 2005 avec néanmoins une attention particulière à la gestion intégrée des ressources en eau pour les

besoins de l'ensemble des parties prenantes, y inclus les groupes vulnérables. Ces interventions ne devraient pas se focaliser sur la production agricole mais s'adresser à un plus vaste ensemble de services rendus par les écosystèmes capables d'impacter positivement sur les différentes dimensions du bien-être humain. La pérennisation des résultats sera un souci primordial et permanent.

Le processus participatif de planification et de négociation sera lent et long. C'est déjà le cas dans des contextes bien plus simples mais dans le Faguibine avec sa grande diversité culturelle et sociale, ses disparités énormes entre acteurs dans leurs niveaux d'information, d'éducation et de pouvoir ce ne sera certainement pas une mince affaire. De nombreux nouveaux enjeux, idées et opportunités vont sans doute émerger pendant ce processus. Très probablement ils ne pourront être pris en compte et incorporé de façon adéquate que lors d'une la troisième phase (de consolidation).

#### **4.11 Informations manquantes**

L'identification de projet a dû se faire sur une courte période et avec des informations limitées. L'équipe n'a eu qu'un accès limité ou néant à des informations pourtant disponibles en théorie, notamment les données hydrologiques, les informations sur les interventions précédentes dans le Faguibine et dans des écosystèmes similaires au Mali, aux photos aériennes et aux images satellite, aux levés topographiques et aux informations sur la biodiversité (en particulier les dénombrements d'oiseaux d'eau). Ces blancs peuvent être comblés pendant la première phase du projet.

Données hydrologiques : une requête pour obtenir les séries de données complètes (au moins journalières) des hauteurs d'eau de toutes les échelles limnimétriques pertinentes sur le Fleuve Niger, en particulier Diré et Koryoume et de toutes les échelles du Faguibine (Bourem, Goundam, Ras El Ma, Alfao, Bintagoungou, Fati, Horo, etc.), les données des 4 campagnes de mesures de débit entre 1987 et 1991, etc. a été adressée à la Direction Nationale de l'Hydraulique ces informations n'ont pas été transmises.

Informations sur les interventions précédentes : selon Zwarts et al. (2005) des digues ont été aménagées dans plusieurs lacs dans les années 1980 et 1990, logiquement pour rehausser le niveau maximal de l'eau pour une quantité donnée (et relativement faible) en provenance du Fleuve Niger. Par exemple les Lacs Tanda (1987), Kabara (1987), Fati (1991), Takadji (1991) et Horo (1994). Plus récemment aussi dans le Lac Télé. Très peu de documents sur l'intervention appuyée par l'UNSO n'ont pu être consultés (à l'exception d'une petite sélection fournie par Deltares, ex WL Delft Hydraulics). Il est néanmoins essentiel de pouvoir disposer des informations détaillées des études de faisabilité, des rapports techniques et d'avancement du projet, des évaluations des impacts sur les niveaux d'eau, sur les écosystèmes et sur les activités des populations. En 1990 l'Institut de l'Economie Rurale a mené une étude agro-socio-économique sur le Faguibine, elle devrait être retrouvée et analysée. De nombreux ONG ont menés des études, des projets et des interventions au Faguibine et ses zones périphériques. Qu'une petite partie du travail extraordinairement intéressant de Vétérinaires sans Frontières n'a pu être consultée.

Photos aériennes et images satellite : L'intervention UNSO semble avoir disposé d'une couverture aérienne au 1/17000. La comparaison diachronique avec des images satellite récentes serait une source d'information très intéressante. Leur analyse pourrait par exemple permettre d'identifier des zones dunaires d'où sont originaires les sables qui se déposent dans le Faguibine, peut-être même sur la rive droite du Fleuve. L'analyse peut aussi aider dans l'identification des zones pour les interventions prioritaires, très dégradées ou

au contraire avec un potentiel de résultat immédiat. Les images satellite sont indispensables aussi pour l'analyse des liens entre les données hydrologiques historiques et les superficies inondées ou productives.

Valeurs de biodiversité : Depuis plusieurs années l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) a contribué aux dénombrements aériens des oiseaux d'eau dans les zones humides principales du Mali, y inclus le Faguibine. En principe ces données sont disponibles (African Waterbird Census database) et leur analyse en mise en relation avec les données hydrologiques et de télédétection peut donner des indications sur les impacts des inondations sur la productivité (analyse par groupe fonctionnel, oiseaux piscivores, granivores, etc.) et sur leur importance pour les oiseaux d'eau.

En conclusion, une quantité importante d'informations pertinentes n'a pas été parcourue ni analysée. Leur analyse approfondie pendant la première phase 1 peut enrichir les réflexions sur ce qui est faisable et utile et quelles interventions spécifiques pourraient justifier les investissements envisagés.

## 4.12 Références

- ABN - NBA 2006. Etude d'élaboration du plan directeur de lutte contre l'ensablement dans le bassin du Niger. Bilan-Diagnostic Régional. SOFRECO. 222 p.
- ABN-NBA 2007. Elaboration d'un plan d'action de développement durable du bassin du fleuve Niger. Phase 1 Evaluation et Analyse. Rapport final.
- Beilfuss, R.D., Dodman, T. & Urban, E.K. 2007. The status of cranes in Africa in 2005. *Ostrich* 78 (2): 175-184.
- Beudels, R.C., Devillers, P., Lafontaine, R-M., Devillers-Terschuren, J., Beudels, M.O. 2005. (Eds). *Sahelo-Saharan Antelopes. Status and Perspectives. Report on the conservation status of the six Sahelo-Saharan Antelopes. CMS SSA Concerted Action. 2d edition. CMS Technical Series Publication N°11, 2005. UNEP/CMS Secretariat, Bonn, Germany.*
- Borrini-Feyerabend, G., Pimbert, M., Farvar, T., Kothari, A. & Renard, Y. 2004. *Sharing Power. Learning by doing in co-management of natural resources throughout the world*, IIED and IUCN/ CEESP/ CMWG, Cenesta.
- Bouard, S. & Tiers, S. 2004. *Le lac Faguibine, un espace agropastoral au Nord Mali : dynamiques agraires, gestion des ressources naturelles et stratégies des acteurs. Mémoire ESAT2-DIAT, option AGIR. 150p.*
- Brunet-Moret, Y., Chaperon, P., Lamagat, J.P. & Molinier, M. 1986. *Monographie hydrologique du Fleuve Niger. Tome 2, Cuvette lacustre et Niger Moyen. ORSTOM, Paris, 505 pp. + cartes + annexes.*
- Coopération allemande 2003. *Rapport final sur les programmes Mali-Nord IV et V (2000-2002). PN 1999.656.09 + PN 2001.655.71. GTZ-KfW Bamako, 18 pp. + annexes.*
- Coopération allemande 2007. *Rapport final sur le programme Mali-Nord VI (2003-2005). PN 2003-65-105. GTZ-KfW Bamako, 17 pp.*
- Coopération allemande 2008. *Programme Mali-Nord. 6 pp.*
- DHI-BIRL 2007a. *Etablissement du modèle de gestion du bassin du Niger. Rapport intermédiaire R2. ABN-NBA, Niamey, 58 pp.*
- DHI-BIRL 2007b. *Rapport d'avancement N°3 et rapports des « 5 scénarios ». Rapport intermédiaire R3. ABN-NBA, Niamey, 78 pp.*
- Dillon, A. 2007. *Mesurer l'impact du programme Mali-Nord. Etude sur la pauvreté et la sécurité alimentaire au Nord Mali.*
- Dillon, A. 2008. *Access to Irrigation and the Escape from Poverty. Evidence from Northern Mali. IFPRI Discussion Paper 00782.*
- DNHE 1988. *Etude Hydrologique. Système d'alimentation du Lac Faguibine. UNSO/MLI/85/X05. Ministère du Développement Industriel et du Tourisme. Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie, Bamako, 9 pp.*
- Duvail S. & Hamerlynck O., 2003. *Hydraulic modelling as a tool for the joint management of a restored wetland: sharing the benefits of managed flood releases from the Diama dam reservoir. Hydrology and Earth System Sciences, 7 (1): 133-146.*
- El Abbas, T., Person, A., Gérard, M., Albouy, Y., Sauvage, M., Sauvage, J.-F. & Bertil, D. 1993. *Arguments géophysiques et géologiques en faveur de manifestations volcaniques récentes dans la région du Lac Faguibine (Mali). C.R. Acad. Sci. Paris, 316, série II : 1303-1310.*
- Gawler, M. & Bériodogo, B. *Final evaluation. Support project for wetland management in the Inner Delta. Final Report. Artemis services 26 pp. + annexes.*
- Hamerlynck O. & Duvail S., 2003. *The rehabilitation of the delta of the Senegal River in Mauritania. Fielding the ecosystem approach. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, pp. 88.*

- Haskoning & GID 1988a. Mise en valeur du système du Lac Faguibine : Etude de Pré-faisabilité. Rapport final. Tome 1. Synthèse. Chapitre 1. Objectif et Cadre du Projet. Haskoning & Groupement d'Ingénieurs Conseil pour le Développement. PNUD, Bamako, 15 pp.
- Haskoning & GID 1988b. Mise en valeur du système du Lac Faguibine : Etude de Pré-faisabilité. Rapport final. Tome 3. Annexe A: Topographie-Hydrologie. Haskoning & Groupement d'Ingénieurs Conseil pour le Développement. PNUD, Bamako, 65 pp.
- Haskoning & GID 1988c. Mise en valeur du système du Lac Faguibine : Etude de Pré-faisabilité. Rapport final. Tome 3. Annexe C: Modèle de simulation. Haskoning & Groupement d'Ingénieurs Conseil pour le Développement. PNUD, Bamako, 9 pp.
- Haskoning 1989. Mise en valeur du système du Lac Faguibine. Rapid appraisal of the 1987-1989 hydrological data and assessment of the impact on the recommended hydraulic works in the Kondi. Pp. 5 + annexes.
- Hassane, A., Kuper, M. & Orange, D. 2000. Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'onde de la crue du delta intérieur du Niger, au Mali. *Sud Sciences et Technologies* 5 : 16-31.
- Hilhorst, T. 2008. Local governance institutions for natural resource management in Mali, Burkina Faso and Niger. KIT Working Papers Series G1. Amsterdam: KIT
- Hughes, F.M.R. & Hood, S.B. 2003. Allocation of river flows for restoration of floodplain forest ecosystems: a review of approaches and their applicability in Europe. *Environmental Management* 32: 12-33.
- IPCC 2007. Climate change 2007 : Synthesis report. International Panel on Climate Change. Working Group contributions to the Fourth Assessment Report. Valencia, Spain 12-17 November 2007.
- Kanji, S.T., Verchot, L. & Mackensen, J. 2006. Climate change and variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector. UNEP ICRAF
- Kuper, M., Mullon, C., Poncet, Y. & Benga, E. 2003. Integrated modelling of the ecosystem of the Niger river inland delta in Mali. *Ecological Modelling* 164: 83-102.
- Loth, P. (Ed.) 2004. The return of the water : restoring the Waza Logone floodplain in Cameroon. IUCN, 156 pp.
- Macko, A. 2007. Etude sur la situation de la communauté Bellah de Gourma Rharous. Coopération allemande Programme Mali-Nord. GTZ-KfW, 21 pp.
- Mahé, G., Olivry, J.C., Dessouassi, R., Orange, D., Bamba, F. & Servat, E. 2000. Relations eaux de surface – eaux souterraines d'une rivière tropicale au Mali. *C.R. Acad.Sci, Série Iia* 330 : 689-692
- Ministère de l'Agriculture 2005. Etude de faisabilité du projet d'aménagement et de mise en valeur du système Faguibine. Groupement Hydropacte/Sadiconsult, Bamako, 56 pp. + annexes.
- Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales 2002a. Etudes de protection environnementale des chenaux d'alimentation du système Faguibine. Rapport Final. SADI Consult SARL – Ingénieurs Conseil 2002a. 45 pp. + annexes.
- Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales 2002b. Etudes hydrologiques des chenaux d'alimentation des lacs et mares du système de Lac Faguibine. Rapport Final. SADI Consult SARL – Ingénieurs Conseil 2002a. 24 pp. + annexes.
- Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales 2007. Le Région de Tombouctou : Situations actuelles, perspectives régionales pour demain. Plan Stratégique de Développement Régional 2008-2015.
- Mohamed, A.M. 2008. A draft report on the United Nations mission to the Sahel undertaken 31st May-6th June 2008.
- OMVF 2008. Note sur le système Faguibine. Goundam 10 pp.

- Pittock J., Lehner, B. & Lifeng, L. 2006. River basin management to conserve wetlands and water resources. In: Bobbink, R., Beltman, B., Verhoeven, J.T.A. & Whigham, D.F. (Eds.). *Wetlands: functioning, biodiversity conservation, and restoration*. Springer Ecological Studies 191: 169-196.
- PNUD 1990. Mission d'évaluation en profondeur du projet de Mise en Valeur du Système Faguibine Conclusions et Recommandations. PNUD, Bamako, pp. 10.
- PNUAD 2007. Plan Cadre des Nations unies pour l'Aide au Développement PNUAD 2008-2012. Gouvernement de la République du Mali & Système des Nations unies au Mali, Bamako, 13 pp. + annexes.
- Robertson, P. 2001. Mali. In Fishpool L.D.C. & Evans, M.I. (Eds.). *Important Bird Areas in Africa and Associated Islands: Priority sites for conservation*. Birdlife Conservation series N° 11: 557-566.
- Svensen, H., Dysthe, D.K., Bandlien, E.H., Sacko, S., Coulibaly, H. & Planke, S. 2003. Subsurface combustion in Mali: Refutation of the active volcanism hypothesis in West Africa. *Geology* 31 (7): 581-584.
- UICN 2004. Projet d'appui à la gestion des écosystèmes inondables dans quatre terroirs du Delta Intérieur du Fleuve Niger (Mali). UICN, Bamako, 38 pp. + annexes.
- UNEP 2008. Africa: Atlas of our changing environment. Division of Early Warning and Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- VSF-CICDA 2005. Cartographie des ressources pastorales du Cercle de Goundam, Région de Tombouctou. Agronomes et Vétérinaires sans Frontières.
- VSF-CICDA 2006. Schéma d'aménagement des ressources pastorales du Cercle de Goundam, Région de Tombouctou. Agronomes et Vétérinaires sans Frontières.
- Wesseling, J.W., Boiten, W. & Meerendonk, E. van. 1993. Mise en valeur du Système du Lac Faguibine: Mission d'expertise hydraulique. Rapport de mission Novembre 1993. WL Delft Hydraulics, pp. 69.
- Wong, C., Roy, M. & Duraiappah, A.K. 2005. Connecting poverty and ecosystem services. Focus on Mali. UNEP IISD, 27 pp.
- Zwarts, L., Beukering, P. van, Kone, B. & Wymenga, E. 2005. Le Niger, une artère vitale. Gestion efficace de l'eau dans le Bassin du Haut Niger. RIZA, Wetlands International, IVM, A&W Consultants. 270 pp. + annexes.

#### **Références potentiellement importantes non references not seen**

- Devautour 1980. Monographie du Cercle de Goundam.
- Mourgues, G. 1933. Le Moyen Niger et sa boucle dans la région de Tombouctou. (not seen but according to Brunet-Moret et al. 1986 would seem to contain interesting observations on the degree of filling of the Niger associated lakes between 1908 and 1930)
- Orange D., Arfi, R., Kuper, M., Morand, P. & Poncet, Y. (Eds.) 2002. *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles dans les Zones Inondables Tropicales'*, IRD Editions, Paris, France. Collection Colloques & Séminaires.
- PDIZL (Projet de Développement Intégrée en Zone Lacustre) (1998). Schéma d'aménagement des terroirs d'attache du cercle de Goundam : Développement pastoral et lutte contre la pauvreté. PDIZL MLI/93/006 – Phase III, Tonka. DNAMR. 53 pp. (VSF, Lyon).



### Annexe 3 Images satellite du Faguibine



Lac Faguibine rempli (Janvier 1974)



Lac Faguibine à sec (en Octobre 2006)