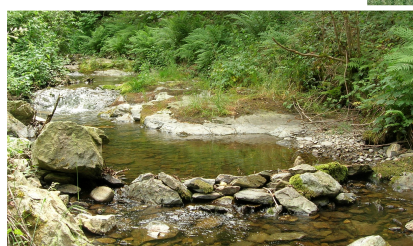


## EVALUATION DES IMPACTS DES BARRAGES SUR LE MILIEU AVAL

### ETUDE DE DEUX PROJETS :

LA VIDANGE DU BARRAGE DE COTATAY (DEPARTEMENT DE LA LOIRE, FRANCE),  
L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE KALETA (GUINEE MARITIME).



Rapport de stage 2006 - IUP IMACOF



Maître de stage : Loïc Trébaol - Consultant indépendant environnement et ressources des milieux aquatiques.



## Contexte du stage

La troisième année d'IUP IMACOF (Ingénierie des Milieux Aquatiques et Corridors Fluviaux), permet de mettre en application les connaissances acquises au cours de la formation, par l'intermédiaire d'un stage en milieu professionnel.

J'ai réalisé ce stage, de mars à août 2006, en tant qu'assistant de Loïc Tréabol, consultant indépendant dans le domaine de l'environnement et des milieux aquatiques.

L'objectif qui m'a été donné était de travailler principalement sur l'élaboration de deux dossiers d'Evaluation des Impacts Environnementaux de projets liés à des barrages dans des contextes différents : le dossier d'incidence "Loi sur l'eau" de la vidange du barrage de Cotatay dans le département de la Loire, et l'étude d'impact du projet de barrage hydroélectrique de Kaléta sur le fleuve Konkouré en Guinée.

Parallèlement à ces deux études, j'ai contribué à la préparation d'assistance technique pour la vidange de deux retenues en France (barrage de l'Ondénon dans le département de la Loire, barrage de Dardennes dans le Var), mais aussi à l'élaboration de documents pédagogiques pour une formation à l'évaluation environnementale.

J'ai pu également participé à l'évaluation du plan de gestion environnementale d'un projet pétrolier off-shore au large de la Mauritanie.

En plus de ces études, j'ai pu collaborer au fonctionnement de l'entreprise en contribuant à plusieurs tâches diverses, tel que l'élaboration de proposition financière et méthodologique en réponse à des appels d'offre, la comptabilité des notes de frais,...

Suite à ce stage, je continuerais à travailler au sein du bureau, pour participer à l'assistance des vidanges de barrages citées précédemment, mais également pour élaborer un nouveau dossier d'incidence au titre de la "Loi sur l'eau" d'une vidange de barrage.

# Sommaire.

<b>Contexte du stage.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction. ....</b>	<b>8</b>
<b>1 Le projet de vidange du barrage de Cotatay (département de la Loire, France). ...</b>	<b>10</b>
1.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de vidange.....	11
1.2 L'état de référence du site et de son environnement.....	11
1.2.1 Le barrage de Cotatay.....	13
1.2.2 La retenue. ....	14
1.2.3 Le Cotatay et son bassin versant. ....	15
1.3 L'opération de vidange en projet. ....	20
1.3.1 Abaissement et vidange jusqu'à la prise basse.....	20
1.3.2 Vidange du culot.....	20
1.3.3 Assec de la retenue.....	21
1.4 Evaluation des impacts prévisibles sur le milieu aval. ....	22
1.4.1 Les incidences hydrauliques. ....	22
1.4.2 Incidences sur la qualité des eaux. ....	23
1.4.3 Risque d'entraînement des vases. ....	24
1.4.4 Incidences sur le peuplement piscicole. ....	24
1.4.5 Incidences sur les usages de l'eau. ....	25
1.4.6 Incidences des travaux.....	25
1.5 Définition des mesures correctrices et de suivi.....	26
1.5.1 Mesures avant vidange. ....	26
1.5.2 Mesures pendant la vidange. ....	27
1.5.3 Mesures après la vidange ....	33
<b>2 Projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta (Guinée Maritime). ....</b>	<b>35</b>
2.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de barrage de Kaléta. ....	36
2.1.1 Directives de la Banque Africaine de Développement. ....	36
2.1.2 Réglementation Guinéenne.....	36



<b>2.2</b>	<b>Etat de référence de l'environnement.....</b>	<b>36</b>
2.2.1	Caractéristiques générales du milieu fluvial. ....	38
2.2.2	Caractéristiques générales du milieu estuarien. ....	44
<b>2.3</b>	<b>L'opération d'aménagement hydroélectrique en projet.....</b>	<b>50</b>
<b>2.4</b>	<b>Evaluation des incidences sur le Konkouré aval et son delta. ....</b>	<b>51</b>
2.4.1	Incidences sur l'hydrologie du fleuve et de l'estuaire. ....	51
2.4.2	Modification des débits. ....	51
2.4.3	Marnages liés au fonctionnement de l'usine. ....	51
2.4.4	Incidences sur la dynamique hydrologique estuarienne. ....	51
2.4.5	Incidences sur la qualité des eaux. ....	51
2.4.6	Incidences sur le transport solide et les dynamiques sédimentaires.....	52
2.4.7	Incidences sur la végétation et la faune. ....	52
2.4.8	Incidences sur les activités humaines. ....	53
<b>2.5</b>	<b>Définition des mesures d'atténuation et de suivi du milieu aval. ....</b>	<b>53</b>
2.5.1	Mesure d'atténuation des impacts prévisibles de Kaléta.....	53
2.5.2	Mesures de suivi environnemental. ....	54
	<b>Conclusions et réflexions. ....</b>	<b>57</b>

## **Index des photographies;**

Photo. 1-1 - Vue du parement amont du barrage. ....	13
Photo. 1-2 - L'ouvrage brise charge.....	14
Photo. 1-3 - La retenue de Cotatay vus depuis le barrage. ....	15
Photo. 1-4 - Le Cotatay dans le secteur engorgée. ....	16
Photo. 1-5 - Le Cotatay dans l'ancienne vallée industrielle. ....	17
Photo. 1-6 - Le seuil jaugeur de l'ouvrage brise-charge. ....	27
Photo. 1-7 - L'ouvrage brise-charge et l'ancien bief aval. ....	30
Photo. 1-8 - Seuil jaugeur amont pour la mesure des apport à la retenue. ....	32
Photo. 2-1 - Le Konkouré aux chutes de Kaléta .....	38
Photo. 2-2 - Végétation et cultures sur les versant de la vallée du Konkouré. ....	42
Photo. 2-3 - Pêche traditionnelle au filet maillant sur le Konkouré. ....	43
Photo. 2-4 - La mangrove dans le delta du Konkouré. ....	47
Photo. 2-5 - Bateaux de pêche et bois de mangroves exploité. ....	49
Photo. 2-6 - Station limnimétrique de Douala Firi Firi en aval de Kaléta . ....	55

## **Index des figures**

Figure 1-1 - Le bassin versant du Cotatay et son réseau hydrographique. ....	12
Figure 1-2 - Evolution du niveau de la retenue sur la période de 1997 à 2005. ....	14
Figure 1-3 - Débits moyens mensuels entrant dans la retenue .....	18
Figure 1-4 - Descente du plan d'eau pendant la vidange .....	20
Figure 1-5 - Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange contre l'entraînement des vases (variante B). ....	29
Figure 1-6 - Aménagement du bassin de réception et de l'ancien bief aval contre l'entraînement des vases. ....	31
Figure 2-1 - Bassin versant du Konkouré en Guinée.....	37
Figure 2-2 - Comparaison entre les débits naturels reconstitués du Konkouré et régulés par le barrage de Garafiri .....	40
Figure 2-3 - Le delta du Konkouré. ....	45
Figure 2-4 - Emplacement du projet de barrage de Kaléta .....	50

## **Index des tableaux**

Tableau 1-1 - Temps de remplissage du culot en fonction des débits d'apport du Cotatay ..	21
Tableau 1-2 - Temps de remplissage de la prise basse à la prise haute en fonction des débits d'apport. ....	21
Tableau 1-3 - Estimation des temps de vidange.....	22
Tableau 2-1 - Caractéristiques des principaux bras du Konkouré .....	44
Tableau 2-2 - Caractéristiques morphométriques et hydrauliques du réservoir du projet Kaleta.....	50

## **Introduction.**

Des barrages sont aménagés sur les cours d'eau depuis des milliers d'années afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable des populations, d'irriguer des champs, maîtriser les crues, produire de l'énergie hydraulique, ou alimenter l'industrie.

À partir de 1950, les gouvernements, ou le secteur privé dans certains pays, ont construit un nombre croissant de barrages proportionnellement à la croissance démographique et au développement économique. Il existe ainsi près de 45 000 grands barrages (hauteur sur fondaison supérieure à 15 m) à travers le monde, et près de 800 000 petits barrages. Actuellement, il existe 160 à 320 nouveaux projets de grands barrages dans le monde par an.

Avec le vieillissement, les problèmes d'entretien et de sécurité des barrages deviennent un sujet de préoccupation croissant.

En France, le nombre de barrage "intéressant la sécurité publique" est d'environ 550, et sont soumis à des procédures de suivi et d'inspection réglementaires

Toutefois malgré les nombreux avantages que fournissent les barrages, ceux-ci génèrent de nombreuses incidences sur leur environnement, d'autant plus lorsque aucune mesure correctrice ou d'accompagnement n'est mise en place.

Dans ce cadre, le choix du thème du présent mémoire s'est porté, en concertation avec mon maître de stage (Mr. Trébaol), sur la présentation successive de deux études d'évaluations des impacts environnementaux (EIE) de projets liés aux barrages :

- le projet de vidange du barrage de Cotatay dans le département de la Loire (France),
- le projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta sur le Konkouré (Guinée).

Il s'agira en particulier de se focaliser sur les incidences prévisibles sur le milieu aval dans ces deux contextes environnemental et humain très différents l'un de l'autre.

Pour cela, chacun des projets va être présenté selon la démarche du rapport d'étude d'impact, document s'intégrant dans les procédures d'EIE, et dont le but est d'éclairer les choix et les prises de décision des administrations ou des financeurs, sur la faisabilité des projets soumis à autorisation.

Au regard des lois nationales ou des directives internationales, les rapports d'études d'impact présentent une base commune, qui sera utilisé pour chacun des deux projets présentés.

En premier lieu, les limites de l'aire d'étude seront définies, ainsi que l'état de référence de l'environnement en relation avec le projet et ses activités connexes. Il s'agit de présenter les composantes physique, biologique et humaine du milieu.

Ensuite, le projet et plus particulièrement ses composantes en interaction avec le milieu seront définies. Le premier cas correspondra à la vidange du barrage de Cotatay et à ses modalités de gestion, le second étant la mise en place du barrage au fil de l'eau de Kaléta sur un secteur de chutes naturelles sur le fleuve Konkouré.

L'objectif de ces deux premières parties est d'identifier et hiérarchiser les impacts prévisibles résultant de l'interaction du projet sur l'ensemble des composantes du milieu. Cette évaluation sera focalisée sur les incidences sur le milieu aval, qui diffèrent particulièrement selon les contextes, et qui peuvent être directes ou indirectes, temporaires ou permanentes, et aux effets cumulatifs.

En dernier lieu, il sera proposé un programme de mesures à établir pour éliminer, réduire ou limiter les effets négatifs du projet, ou au contraire pour les préserver et les développer lorsque ils sont positifs pour le milieu et les usages qui en sont fait. Ces mesures peuvent être technique (transformation du projet ou de ses modalités de fonctionnement, aménagements supplémentaires,...), sociopolitique (mise en place de comité, réglementation,...) ou économique (dédommagement financier, investissement,...).

Aussi, afin d'introduire chacun des deux projets, le cadre réglementaire et institutionnel dans lesquels ils s'inscrivent sera présenté succinctement. En effet, qu'il s'agisse de lois nationales ou de directives internationales, chacun des projets est soumis à une réglementation leur imposant une procédure d'évaluation des impacts environnementaux afin de pouvoir être validé.

Pour finir, la conclusion ces deux contextes permettra de donner plusieurs réflexions sur les barrages et leurs incidences générales sur les hydrosystèmes aval et les composantes humaines associées.

Le but de ce mémoire est ainsi de présenter succinctement les incidences sur les milieux aval, et les mesures possibles pour y remédier, de projets liés aux barrages, sur la base de deux dossiers d'étude d'impact s'intégrant dans des procédures d'évaluations des impacts environnementaux.



## **1 Le projet de vidange du barrage de Cotatay (département de la Loire, France).**

---



## **1.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de vidange.**

Les barrages en France sont soumis à un cadre réglementaire précis que se soit du point de vue de leur construction, des modalités de fonctionnement et de la protection des populations et de l'environnement.

Propriété de la Commune de Chambon-Feugerolles (département de la Loire - France), le barrage de Cotatay est classé « *intéressant la sécurité publique* ».

A ce titre, il est soumis à des visites annuelles de contrôle et à des inspections décennales, dont la prochaine est prévue en 2008, avec "*examen des parties habituellement noyées de l'ouvrage (...), effectuées en principe après vidange complète de la retenue* " (Circulaire n°70-15 du 14 août 1970 modifiée par circulaire n°TE/8562 du 29 septembre 1983).

Une telle opération présente un grand nombre d'impacts et d'effets possibles sur le milieu aval, en raison d'un apport artificiel en eau dans le cours d'eau. Ces incidences sont plus ou moins marquées selon les conditions du milieu (BV, retenue,..) et les modalités de gestion de la vidange.

Compte tenu de ces effets potentiels, de la superficie de la retenue (> 1 ha) et de la catégorie du cours d'eau récepteur (1ère catégorie), le projet de vidange du Cotatay est soumis à autorisation préfectorale au titre de la Loi sur l'eau (rubrique 2.6.2 du décret n° 93-743 du 29 mars 1993).

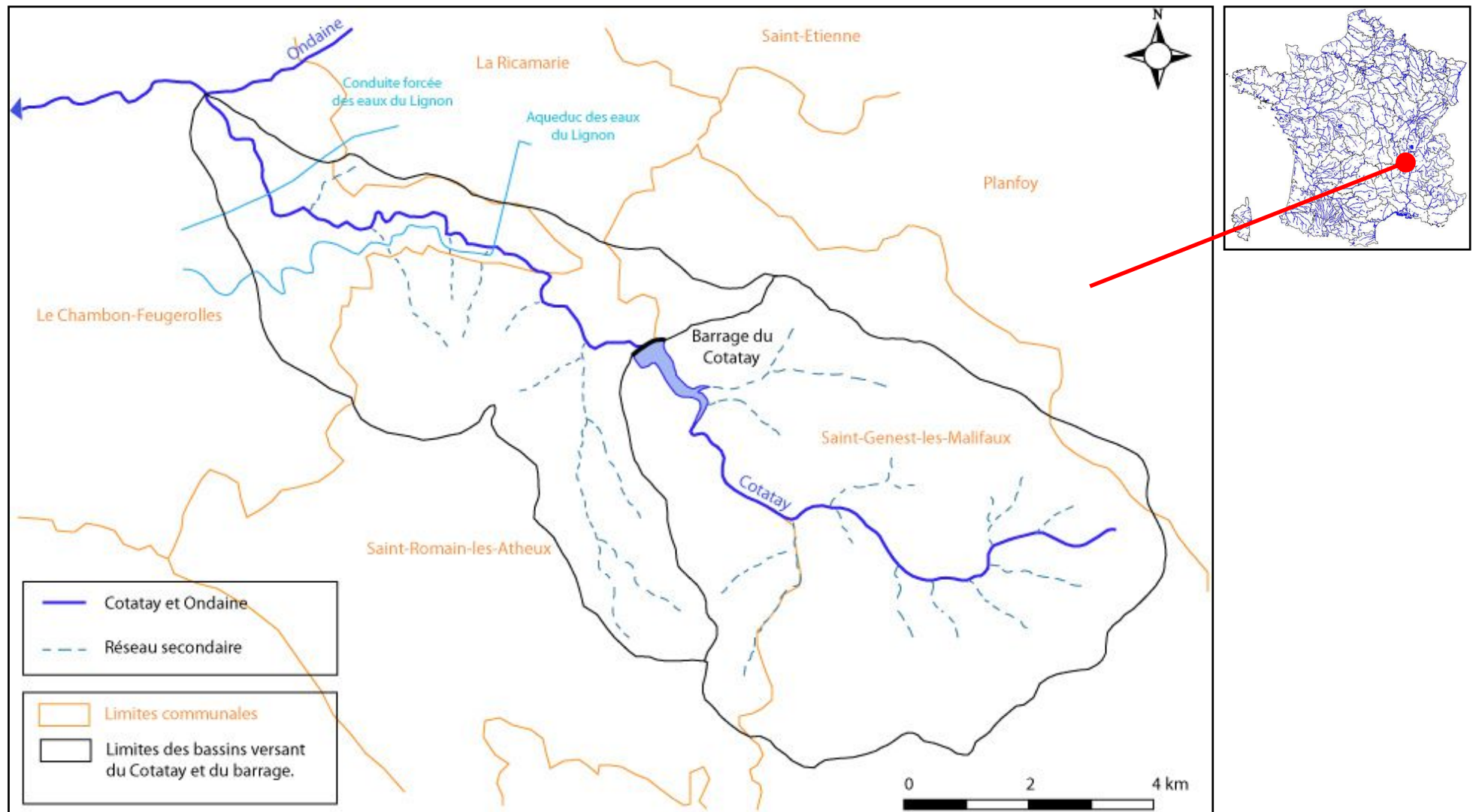
Cette demande d'autorisation doit être accompagnée d'un document d'incidence, qui doit évaluer "compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris le ruissellement ...". Il sera précisés "s'il y a lieu les mesures compensatoires ou correctives envisagées"

Ces mesures peuvent être instaurées en accord avec l'Arrêté Ministériel du 27 août 1999 qui fixe les "*prescriptions générales applicables aux opérations de vidange de plan d'eau soumises à déclaration*", qui sert habituellement de base pour les vidanges de plans d'eau soumise à autorisation.

Le dossier sera soumis à un l'examen par les services administratifs, qui aboutira à l'autorisation préfectorale si le projet proposé est conçu de façon rigoureuse sur les plans environnemental et économique.

## **1.2 L'état de référence du site et de son environnement.**

L'état de référence présente l'ensemble des éléments du site et de son environnement qui risquent d'interférer avec le projet d'opération de vidange, et dont la compréhension est nécessaire pour évaluer impacts aval prévisibles, à savoir l'aménagement existant (barrage et retenue) ainsi que le cours d'eau aval dans son état actuel.



**Figure 1-1 - Le bassin versant du Cotatay et son réseau hydrographique.**



## 1.2.1 Le barrage de Cotatay

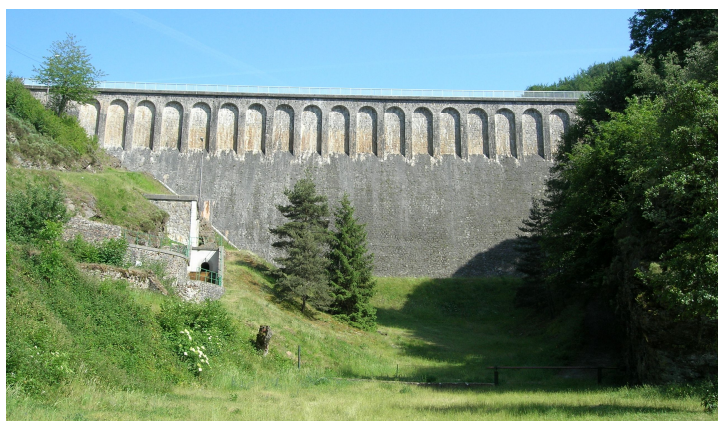
### 1.2.1.1 Localisation et situation administrative.

Le barrage du Cotatay, mis en eau en 1905, est situé sur le ruisseau du même nom, affluent rive gauche de l'Ondaine (affluent rive droite de la Loire), à une dizaine de kilomètre au sud-ouest de Saint Etienne dans le département de la Loire (42) (*Figure 1-1*).

Propriété de la Ville de Chambon-Feugerolles, le barrage de Cotatay constitue actuellement la principale ressource en eau potable des 14 000 habitants de la commune située à cinq kilomètres en aval. Le barrage et l'usine de potabilisation sont exploités en régie, et actuellement la consommation moyenne d'eau annuelle est de l'ordre de 1 000 000 m<sup>3</sup>.

### 1.2.1.2 Description générale de l'ouvrage.

Le barrage de Cotatay est un ouvrage de type poids en maçonnerie, d'une hauteur de 38,50 m au dessus du fond naturel du cours d'eau. La crête, d'une longueur de 118 m à la cote 703,50 m NGF, est aménagée avec une voie de passage de 4,60m (*Photo. 1-1*).



**Photo. 1-1** - Vue du parement amont du barrage.

Le barrage est équipé de deux prises d'eau, situées à 14 m et 24 m de profondeur, insérées dans des enceintes maçonnées protégées par des grilles. Chacune débouche sur une conduite ( $\varnothing 500$ ) protégée par une crépine. La conduite supérieure (714 m NGF) est utilisée pour le captage en eau brute pour l'AEP, et la basse (703,5 m NGF) pour la vidange du plan d'eau (COYNE ET BELLIER, 1981).

La chambre des vannes, en pied de barrage, est équipé d'un système by-pass qui permet de mettre en communication les deux conduites. Ce système permet d'utiliser exceptionnellement la prise basse pour l'alimentation en eau brute, et à l'inverse de vider partiellement la retenue par la prise haute.

Les eaux de vidange se déversent dans un ouvrage brise-charge, constitué par une fosse de dissipation d'énergie, suivie d'un seuil avec une chute de trois mètres et d'un bassin de réception. Elles sont ensuite restituées dans le Cotatay par une conduite souterraine à travers le fond de vallée (COYNE ET BELLIER, 2006).



**Photo. 1-2 - L'ouvrage brise charge**

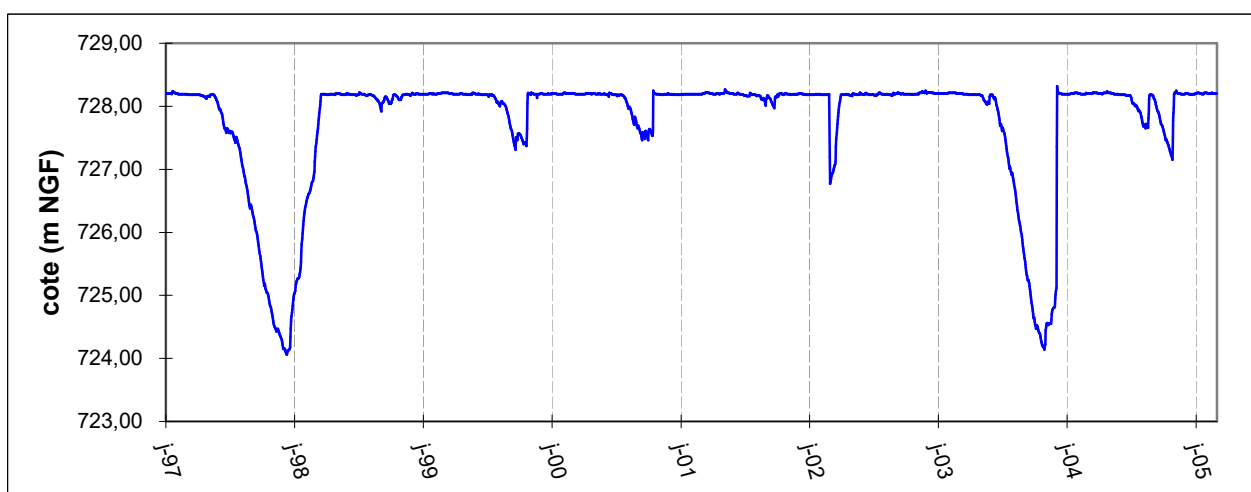
En dehors des périodes de déversement de l'évacuateur de crue, le barrage doit restituer au ruisseau du Cotatay un débit réglementaire de 13,6 l/s correspondant au 1/10<sup>e</sup> du module. La restitution est réalisée par un dispositif de dérivation, munie d'une vanne de réglage, sur la conduite de distribution d'eau brute. Un seuil jaugeur permet de contrôler le débit sortant.

### **1.2.2 La retenue.**

A la cote normale d'exploitation, la retenue est d'une longueur de 860 m, et d'une superficie de sept hectares pour un volume de 920 000 m<sup>3</sup>.

#### **1.2.2.1 Evolution du niveau de la retenue.**

De manière générale, la retenue se situe à la cote normale 728,10 m NGF. En fin d'été - début d'automne, elle connaît un abaissement qui selon les années est plus ou moins marqué (d'une vingtaine de centimètres à près de 4m) et retrouve son niveau normal entre le début d'automne et le printemps (*Figure 1-2*).



**Figure 1-2 - Evolution du niveau de la retenue sur la période de 1997 à 2005 (Coyne et Bellier).**



**Photo. 1-3** - La retenue de Cotatay vue depuis le barrage.

#### 1.2.2.2 Etat d'envasement de la retenue.

La cuvette présente un profil étroit et encaissé, correspondant à l'ancienne vallée naturelle. La base visible du parement amont est située à la cote 697,78 m NGF (O'CAN, 1997), et le fond de l'ancien talweg est maximum à la cote 695 m NGF à 10 en amont du parement (SOGETRAM, 1982). Le fond de la retenue en amont du barrage était constitué de sédiments très fluides et de gravais.

Lors du dernier contrôle décennal, réalisé en 1997 par inspection subaquatique, les deux enceintes apparaissaient en bon état, les grilles n'étant pas endommagées et parfaitement dégagées (O'CAN, 1997, COYNE ET BELLIER, 1997). Les abords de la prise basse, à près de huit mètres du fond naturel, étaient recouverts de vases fluides, sur une épaisseur maximale d'une vingtaine de centimètres.

Aucune analyse n'a été effectuée, mais compte tenu des caractéristiques du bassin versant (BV) (boisements, agriculture extensive, pas d'industrie), il n'y a pas lieu de craindre des concentrations significatives en métaux lourds et micropolluants organiques. Aussi, ce fond de retenue n'a pas de raison de s'être envasé significativement depuis les deux dernières inspections.

### 1.2.3 **Le Cotatay et son bassin versant.**

#### 1.2.3.1 Le réseau hydrographique.

Le Cotatay est un cours d'eau de 10,5 km de long et d'orientation générale sud-est / nord-ouest, pour un bassin versant de 18,5 km<sup>2</sup> (Figure 1-1).

Il prend sa source à une altitude d'environ 1070 m dans le massif granitique du Pilat, et coule dans une vallée encaissée avec une pente relativement forte de 53,1 m / km. Il reçoit plusieurs petits affluents en rive gauche, tous intermittents.

A sa confluence avec l'Ondenon, il forme l'Ondaine, laquelle rejoint la Loire à une dizaine de kilomètres en amont du barrage de Grangent.

Le barrage de Cotatay est implanté sur des micaschistes à 4,5 km de la source, et reçoit les eaux d'un bassin de 10,8 km<sup>2</sup>, soit près de 60% du bassin versant du Cotatay.

#### 1.2.3.2 Occupation du sol.

Le bassin versant en amont de la retenue est principalement occupé par des boisements, aussi bien sur les versant encaissés de la vallée que sur les hauts plateaux, mais également par quelques zones de prairies et de cultures (liées à l'élevage bovin extensif) sur les plateaux à faibles pentes.

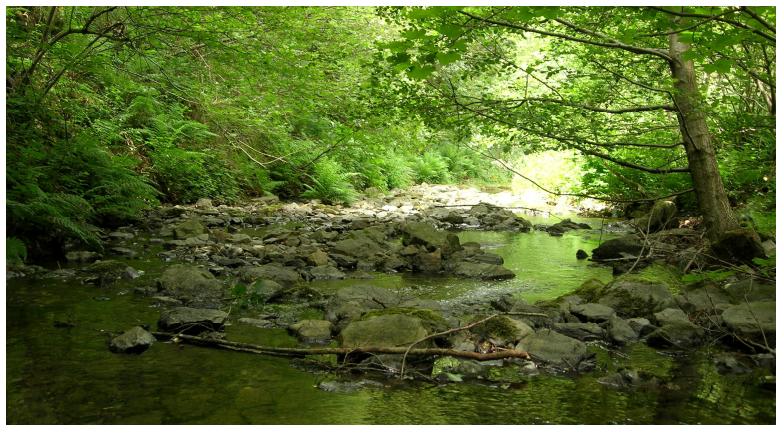
Quelques hameaux et habitations dispersées sont présentes et il n'y a pas de d'activités industrielles.

Le cours d'eau en aval du barrage peut être divisé en trois secteurs :

##### *La vallée engorgée.*

Ce secteur est compris entre le barrage et le premier pont sur le cours d'eau, pour une longueur de près d'un kilomètre.

Le cours d'eau s'écoule, dans un lit de blocs et graviers, en fond de vallée encaissée, boisée et peu anthropisée (*Photo. 1-4*). Il est bordé en rive droite par un chemin d'accès au barrage pour les véhicules de service, et emprunté par les promeneurs.



**Photo. 1-4** - Le Cotatay dans le secteur engorgée.

##### *L'ancienne vallée industrielle.*

Ce secteur, de près de 2,8 km de long, se situe entre le premier pont en aval du barrage et l'entrée de la zone urbaine du Chambon-Feugerolles, et est bordé par de nombreuses habitation et anciens ateliers.

Cette partie de la vallée a longtemps utilisé l'eau de la rivière dans le cadre d'activités industrielles (métallurgie, moulins,...). Actuellement les ateliers sont fermés et font place à de nombreuses habitations. Les biefs ont été abandonnés, mais certains restent utilisés comme bassins d'agrément, seul usage actuellement du Cotatay aval.



Le cours d'eau s'écoule sur un substrat grossier (blocs et graviers), et plusieurs petits seuils artificiels permettent le prélèvement d'eau pour les bassins d'agrément. L'entretien régulier réalisé par l'association de riverains, empêche la formation massive d'encombres.

Plusieurs secteurs de berges sont aménagés avec des enrochements ou des murs bétonnés de protection des rives et de la route contre les crues.



**Photo. 1-5 - Le Cotatay dans l'ancienne vallée industrielle.**

*Le secteur urbain du Chambon-Feugerolles.*

Ce tronçon, de 1500 m de long, se situe dans l'agglomération du Chambon-Feugerolles. Il est fortement urbanisé avec de nombreux passages sous des ponts routiers, et de nombreuses protections de berges.

#### 1.2.3.3 Climat et précipitations.

Le climat sur le bassin versant est essentiellement de type continental, avec des hivers secs et froids, et des étés chauds.

Les précipitations moyennes annuelles au droit du barrage sont de l'ordre de 900 mm. Les périodes les plus humides étant la fin du printemps (pluies de printemps), l'été (épisodes orageux) et le début de l'automne. L'hiver est relativement plus sec avec des précipitations sous forme neigeuse (*Coyne et Bellier, données de suivi de 1997 à 2005*).

#### 1.2.3.4 Hydrologie.

Le régime du ruisseau est nettement pluvial, et les crues les plus importantes sont de type torrentiel.

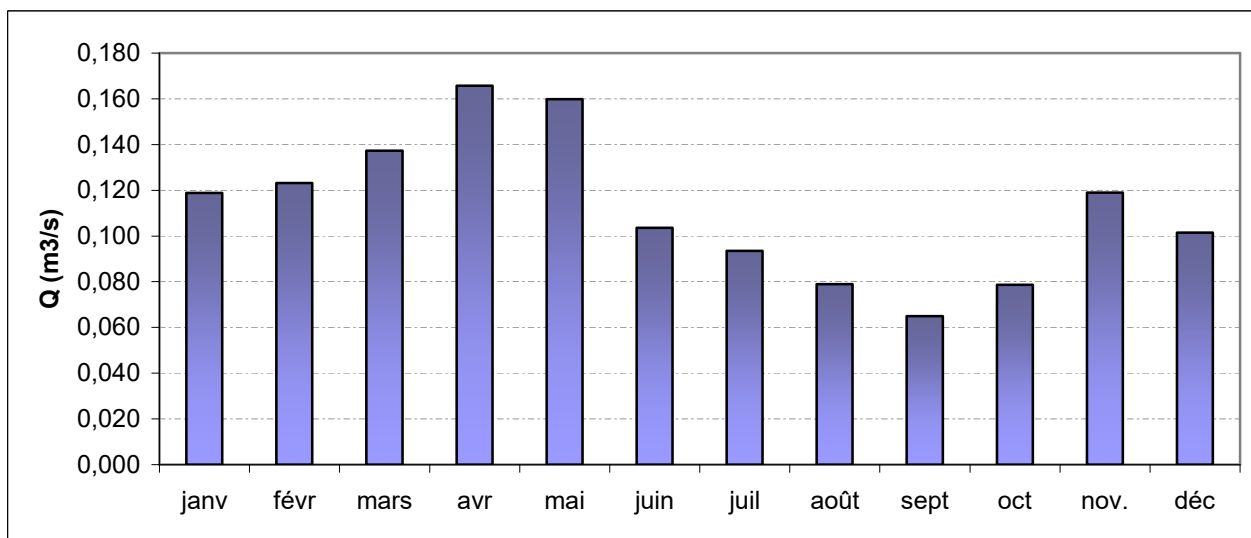
*Les apports à la retenue.*

Le débit moyen interannuel (module) calculé sur la période d'octobre 1999 à février 2005 est de 117 L/s. Les débits instantanés mesurés sont généralement compris entre 50 L/s et

200 L/s (médiane : 112 L/s). Le maximum journalier mesuré est en mai 2001 pour une valeur de 949 L/s, et le minimum est en septembre 2003 pour 14 L/s.

Les deux mois d'hydraulicité maximale sont au printemps avec avril et mai (débits de l'ordre de 160 L/s). L'étiage est maximum de juillet à septembre avec un apport mensuel moyen de 83 L/s (*Figure 1-3*).

Le mois de septembre, période prévue pour la vidange et l'assec de la retenue, présente un débit moyen interannuel de 65 L/s sur la période 2000-2004. Toutefois le débit de septembre a varié de 16 L/s pour l'année 2003 et 150 L/s pour l'année 2002.



**Figure 1-3 - Débits moyens mensuels entrant dans la retenue (de nov. 1999 à fév. 2005)**  
(Coyne et Bellier)

*Le cours d'eau en aval du barrage.*

Le cours d'eau en aval du barrage, hors période de déversement, est alimenté par le débit réservé réglementaire de 13,6 L/s (un dixième du module), et par le débit des affluents intermittents.

#### 1.2.3.5 La qualité des eaux

*La retenue.*

Les eaux de la retenue de Cotatay sont acides et peu minéralisées (pH < 7, conductivité < 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), avec très peu de matières organiques (oxydabilité très faible), et de matières en suspension. Les teneurs en nitrates sont faibles, et la teneur en azote ammoniacal est assez faible avec de très rares pics de concentrations (en moyenne une fois par an).

Les concentrations en peuplements bactériens sont quasi nulles, et en entière conformité par rapport aux limites de qualité (SAUNIER & ASSOCIES, 2005).

*Le Cotatay aval.*

La qualité des eaux du Cotatay aval, à la sortie du secteur engorgée, est de bonne qualité en sens du SEQ Eau pour la période 2003-2004. L'ensemble des paramètres mesurés (matières organiques et oxydables, matières azotées et phosphorées, MES,...) y présente des concentrations très faibles (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*).

Toutefois, en amont de la confluence avec l'Ondénon, la rivière présente une dégradation sensible de la qualité d'eau, d'autant plus importante en début d'automne.

#### 1.2.3.6 La qualité hydrobiologique du Cotatay.

En sortie du secteur engorgé en 2003, le Cotatay était caractérisé par un IBGN de 17/20 (G.I. : 9 - taxon indicateur : *Perlodidae*), pour n'être plus que de 12/20 (G.I. : 6 - taxon indicateur : *Sericostomatidae*) à l'amont de la confluence avec l'Ondénon (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*), traduisant une dégradation de la qualité du cours d'eau

#### 1.2.3.7 Peuplements piscicoles et gestion halieutique.

Le cours d'eau, ainsi que la retenue du Cotatay sont classés en première catégorie piscicole.

La retenue présente ainsi un peuplement piscicole constitué par la truite fario et les petites espèces d'accompagnement (vairons et goujons). La pratique de la pêche à la ligne y est autorisée depuis les rives, en dehors des réserves de pêche (225 m en amont et 50 m en aval de l'ouvrage), deux jours par semaines (samedi et lundi), pour une période d'ouverture de pêche s'étalant de mi-mars à mi-septembre. L'empoisonnement y est interdit.

Le Cotatay en sortie du secteur de vallée engorgée, au niveau typologique B2 (Zone à truite supérieure), le peuplement est caractérisé uniquement par la truite fario, dont la forte densité ( $\approx 7000$  ind. / ha) et la biomasse (197 kg/ha) traduisent un milieu de qualité et une forte dynamique de population. L'essentiel des individus sont de petites taille ( $< 160$  mm) en raison d'un faible niveau trophique. Le chabot ainsi que le vairon devraient également être présents, mais n'ont pas été retrouvés lors des pêches (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004 - MERIAS, 2004*).

A l'amont de la confluence avec l'Ondénon, au niveau théorique B3 (zone à truite), présente un peuplement piscicole de truites et de vairons. La densité (1860 ind./ha) et la biomasse (80 kg/ha) de la truite sont toutefois légèrement en dessous du potentiel théorique (*MERIAS, 2004*). Le goujon et la loche sont indicateurs d'un certain niveau d'enrichissement en matières organiques. La présence du gardon et du chevaine est probablement liée aux sorties du bassin de Carrot au peuplement cyprinicole (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*).

La pêche se pratique principalement dans la vallée engorgée en aval du barrage, et est gérée par l'AAPPMA "l'Amicale des pêcheurs du Chambon". Aucun rempoissonnement n'a eu lieu dans les années récentes.

### 1.3 L'opération de vidange en projet.

Le barrage de Cotatay est soumis à des visites décennales, avec inspection des parties envoyées si possible après mise en assec de la cuvette. L'inspection de 1997 ayant été réalisée en subaquatique par dérogation administrative, la prochaine prévue pour 2008 nécessitera une vidange de la retenue, projet soumis à autorisation préfectorale.

L'opération sera réalisée selon les modalités suivantes :

#### 1.3.1 **Abaissement et vidange jusqu'à la prise basse**

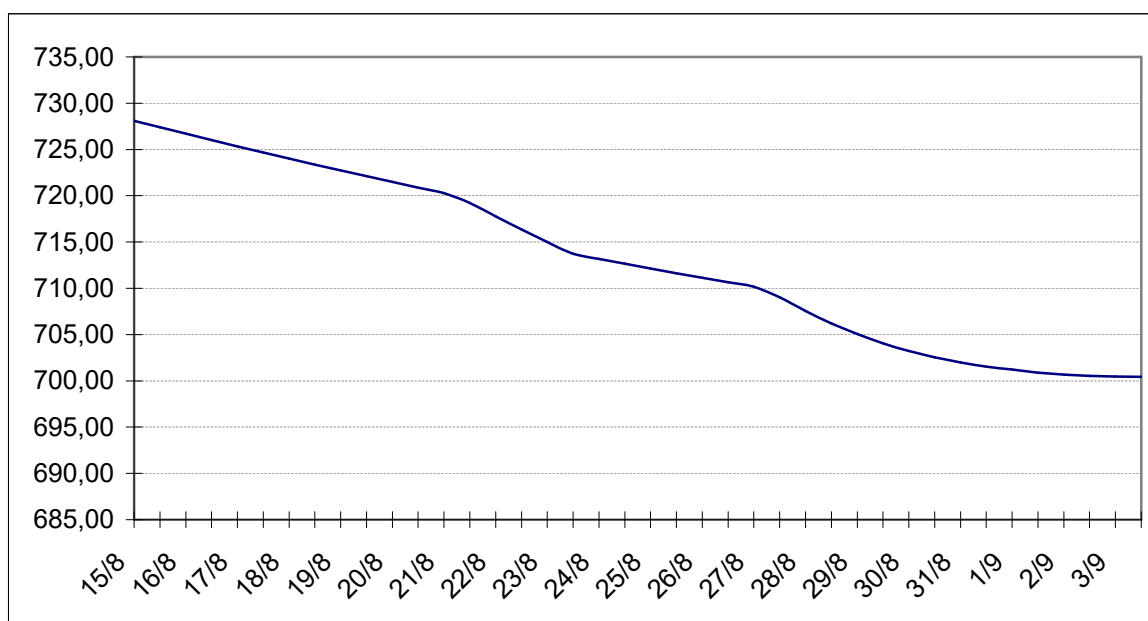
Pendant la période estivale, le plan d'eau sera abaissé jusqu'au niveau de la prise haute (714 m NGF), puis vidangé jusqu'à la prise basse (703,5 m NGF).

Selon les modalités de vidanges prescrites, la vidange entre les cotes 714 et 703,5 s'étalera sur une quinzaine de jours, de telle façon que la vitesse d'abaissement du plan d'eau reste à tout moment inférieure à 10 cm/s (*Figure 1-4*)

#### 1.3.2 **Vidange du culot**

A la fin de la vidange de la retenue par la prise basse (703,40 m NGF), il devrait subsister à la cote 703,4 m NGF, un plan d'eau résiduel qui s'étendra au fond du talweg sur une longueur de 200 m environ. Sa profondeur maximale à 10 m en amont de la retenue sera d'environ 8 m, et le volume est estimé à près de 15 000 m<sup>3</sup>.

Afin de permettre l'inspection de la base du parement, un pompage du culot sera réalisé en trois jours pour un débit de près de 30 L/s, pour une vitesse d'abaissement limitée au maximum.



**Figure 1-4 - Descente du plan d'eau pendant la vidange (communication Coyne et Bellier)**



### 1.3.3 Assec de la retenue

La durée de la phase d'assec sera déterminée par les résultats de l'inspection du parement amont (nécessité ou pas de réaliser des travaux).

Le temps de remplissage du culot jusqu'à la prise basse est fonction des apports amont. Il est évalué à deux jours et demi pour un débit moyen mensuel de septembre de 65 L/s calculé sur la période 2000-2004.

Toutefois il est à savoir que ce temps de remplissage présente de grandes variabilités, proportionnellement au débit, avec des apports moyens de 16 L/s en 2003 à 150 L/S en 2002 (*Tableau 1-1*).

**Tableau 1-1** - Temps de remplissage du culot en fonction des débits d'apport du Cotatay (ces estimations sont basées sur un volume de 15 000 m<sup>3</sup>, et sans restitution en parallèle)

Module moyen (L/s)	Durée de remplissage (j)
20	8,5
50	3,5
65	2,5
100	1,5
150	1

Le temps estimé de remplissage jusqu'à la cote de la prise haute, avec une restitution en parallèle de 13,6 L/s, est également fonction des apports (*Tableau 1-2*).

**Tableau 1-2** - Temps de remplissage de la prise basse à la prise haute en fonction des débits d'apport.

(ces estimations sont basées sur un volume de 125 000 m<sup>3</sup> au dessus de la prise basse, avec un débit réservé de 13,6L/s).

Module moyen (L/s)	Durée de remplissage (j)
20	72
50	28
65	22
100	14
150	9

#### **1.4 Evaluation des impacts prévisibles sur le milieu aval.**

L'évaluation environnementale vise à identifier et caractériser les impacts prévisibles d'un projet dans le but de définir et proposer des mesures pour en atténuer les effets.

Dans le cas présent, il s'agit de présenter les incidences de l'évacuation de la masse d'eau de la retenue sur les composantes environnementales et humaines du Cotatay aval. Ces impacts pouvant varier, et être d'intensités différentes, selon les différentes phases de l'opération de vidange, il sera nécessaire de les définir pour chacune d'entre elles.

##### **1.4.1 *Les incidences hydrauliques.***

Pendant la période choisie pour la vidange (fin d'été - début d'automne) et pour l'assec, le Cotatay est habituellement en étiage, où il est principalement alimenté par le débit réservé restitué au barrage.

##### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau.

Pendant l'opération de vidange par les prises d'eau, le cours d'eau sera soumis à des débits beaucoup plus importants qu'en temps d'étiage.

**Tableau 1-3 - Estimation des temps de vidange**

Débit max - en début de vidange	1080 l/s
Débit max - en fin de vidange	25 l/s
Débit moyen des apports à l'étiage	65 l/s
Débit moyen annuel des apports	136 /s
Débit moyen des apports en hautes eaux	166 l/s
Débit de pointe de crue décennale	9100 l/s

Le débit maximal de vidange (1000 l/s) est environ 16 fois plus important que le débit moyen d'étiage des apports à la retenue et 7 fois plus important que le débit moyen de hautes eaux. Il reste cependant très inférieur au débit de crue décennale.

Le débit de vidange étant bien inférieur à celui d'une crue décennale, les écoulements dans le lit du Cotatay ne devraient pas provoquer d'incidences hydrauliques sur le milieu aval, à condition que le lit soit bien dégagé.

##### Pendant la phase de pompage du culot.

Le débit de pompage du culot serait inférieur à 30 L/s pendant environ trois jours. Il sera du même ordre de grandeur, voire légèrement inférieur, au débit d'étiage habituel à cette saison. Les incidences hydrauliques ne seront pas notables.

#### Pendant la phase d'assec.

La prise basse étant située à environ 8 mètres au dessus du fond naturel de la retenue, les apports se retrouveront bloqués dans le culot.

S'il est nécessaire de maintenir la retenue en assec en dessous ce niveau pour travaux sur le bas du parement, il y a lieu d'envisager que le pompage se poursuive pour évacuer les apports en eaux. Il s'agira d'une situation similaire à celle de la phase de vidange du culot.

#### Pendant la phase de remplissage.

A la fermeture des prises d'eau, le débit aval sera interrompu jusqu'à ce que la prise d'eau basse puisse assurer la restitution du débit réservé de 13,6 L/s.

### **1.4.2 Incidences sur la qualité des eaux.**

#### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau

En début de vidange par la prise haute, le Cotatay recevra des eaux soutirées de la couche située à une profondeur de 14 m par rapport au niveau normal, caractérisées par une bonne qualité physico-chimique et bactériologique.

#### En fin de vidange par la prise basse

Le Cotatay sera alimenté par les eaux des couches plus profondes, de températures plus basses et probablement moins oxygénées qu'en surface. Cette eau sera très vite réoxygénée en sortie de conduite dans le brise charge des eaux de vidanges, puis en circulant dans le lit en pente et caillouteux.

En ce qui concerne l'ammoniaque, on sait que la fraction non ionisée ou dissociée de l'ammoniaque ( $\text{NH}_3\text{-H}$ ) est toxique pour les poissons. Le pourcentage de  $\text{NH}_3\text{-H}$  par rapport au  $\text{NH}_4$  total augmente avec la température et le pH (loi de Trussel). Le seuil minimal acceptable habituellement pris comme référence par le CSP est de 0,025 mg/l de  $\text{NH}_3\text{-H}$ .

#### Pendant la phase de pompage du culot

Le pompage du culot pour l'inspection de la base du parement est la phase est la plus critique pour le milieu aval.

En effet, les eaux de pompage risquent d'être chargées en MES, désoxygénée et riches en ammoniaque. Cela pourrait entraîner une dégradation certaine du milieu aval.

#### Pendant la phase d'assec et de remplissage

En cas de non restitution des eaux durant la phase d'assec et de remplissage sur une durée trop longue, les eaux stagnantes dans les trous d'eau du milieu aval vont rapidement se

dégrader (augmentation de la température, développement d'algues, évolution des paramètres physico-chimiques,...).

Aussi, si un pompage est réalisé afin de maintenir un assec, les incidences prévisibles seraient identiques à celles de la vidange du culot par pompage.

#### **1.4.3 Risque d'entraînement des vases.**

L'entraînement des vases provoquerait une dégradation du milieu aval à court terme liée à une turbidité importante, et à plus long terme liée au colmatage des fonds.

##### Pendant la vidange par les prises d'eau

Le risque d'entraînement de vases est relativement limité car les prises d'eau sont situées respectivement à 19 m et 8,4 m au dessus du fond naturel de la retenue, dont l'envasement ne semble pas être important. De plus une fosse de décantation de 8 m<sup>3</sup> dans la prise basse limite d'autant plus ce risque, mais il est à noter que son comblement est inconnu.

Les essais réguliers de vanne de la prise haute mettent en évidence une eau trouble en début d'opération et une eau claire après quelques minutes, phénomène lié à la création d'un cône d'aspiration de la vase accumulée dans et aux abords des prises d'eau.

Le risque d'entraînement massif de vases durant la phase de vidange par les prises d'eau semble donc peu probable. Toutefois à l'ouverture des vannes des prises d'eau, il devrait se produire un phénomène identique lors des essais de vannes régulier, c'est à dire l'aspiration des sédiments au voisinage des enceintes.

##### Pendant le pompage du culot.

Le risque d'entraînement de vases sera très important, par le phénomène d'érosion régressive de la masse des sédiments, avec mise en suspension de fines, à plus forte raison suite à un épisode pluvieux.

##### Pendant l'assec.

Le risque de remise en suspension des vases est maximal, car les pentes dénudées sont soumises aux possibles précipitations et aux ruissellements. Plus la durée d'assec sera longue, plus la remise en suspension des fines sera inévitable.

De plus les apports continus en eau par le Cotatay, entraîneront invariablement une certaine quantité de vases jusqu'au pied du parement amont.

Dans le cas d'une mise en assec sur une grande période, un pompage en continu sera nécessaire, avec un risque d'entraînement important.

#### **1.4.4 Incidences sur le peuplement piscicole.**

Les dispositifs de prise d'eau étant équipés de crépines, aucune dévalaison de poissons de la retenue vers le milieu aval ne sera possible.

#### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau

La vidange aura dans un premier temps un impact positif sur la vie aquatique (soutien d'étiage avec une eau de bonne qualité, fraîche et bien oxygénée).

De nombreux habitats inaccessibles à cette période seront alors mis à disposition du peuplement piscicole, et l'ensemble du Cotatay en aval du barrage sera compatible avec la vie aquatique.

#### Pendant les phases de pompage du culot et d'assec

Les eaux restituées risquent d'être de mauvaise qualité (chargées en MES, désoxygénées, concentrées en ammoniac), et donc d'avoir des incidences négatives sur le milieu aval si des mesures d'atténuation ne sont pas mises en œuvre (dispositifs de filtration,...)

En cas d'entraînement de vases ou de mauvaise qualité d'eau (essentiellement durant la vidange du culot), les eaux de vidanges pourraient avoir pour conséquences la mortalité de nombreux poissons.

#### Pendant de remplissage

En cas de rupture d'alimentation en eau du Cotatay pendant la phase de remplissage, les écoulements risquent de s'interrompre et le poisson ne pourra trouver refuge que dans les poches d'eau à la qualité plus ou moins dégradée.

#### **1.4.5 Incidences sur les usages de l'eau.**

Les prises d'eau particulières des bassins d'agrément ne seront pas affectées pendant la première partie de la vidange, le risque étant présent particulièrement durant la vidange du culot.

Pendant l'assec et le remplissage, s'il y a interruption des écoulements, ces bassins ne pourront plus être alimentés par le Cotatay. Si leur exutoire est ouvert, ils se videront dans le Cotatay avec le risque d'entraînement de vases.

#### **1.4.6 Incidences des travaux.**

Dans le cas de travaux prévus sur le barrage, et si des précautions ne sont pas prises, une pollution du milieu aval peut être occasionnée par le déversement accidentel de lait de ciment, de carburant ou d'autres produits présentant un danger pour l'écosystème.

## **1.5 Définition des mesures correctrices et de suivi.**

L'objectif final d'un document d'incidence d'une opération de vidange est d'établir un programme de mesures nécessaires pour garantir la protection de l'hydrosystème et des activités humaines liés au projet.

Dans le cas présent, les mesures s'articuleront autour et tout au long des différentes phases de la vidange.

### **1.5.1 *Mesures avant vidange.***

#### **1.5.1.1 Réunion(s) de concertation et d'information.**

Au moins deux réunions de concertation seront organisées avec les acteurs techniques directement concernés par l'opération (Ville du Chambon-Feugerolles, Fédération de Pêche, CSP, DDAF, DDE, syndicat de riverains...), la première un à deux mois avant le début de la vidange et la deuxième quelques jours avant le début de l'opération.

Il s'agira notamment de réactualiser le calendrier de vidange en fonction des conditions hydrologiques et climatiques, et de préciser les modalités de mise en oeuvre et de coordination de la vidange et des mesures d'accompagnement (gestion piscicole, suivi de la qualité des eaux ...) ainsi que les responsabilités de chacun.

#### **1.5.1.2 Diagnostic de qualité des eaux de fond de la retenue**

Avant le début de vidange, la connaissance de la qualité des eaux en fond de retenue permettrait de préciser les incidences sur le milieu aval, et d'en tenir compte le cas échéant en gérant la fin de vidange en conséquence.

Pour cela, des prélèvements dans la colonne d'eau sont nécessaires, pour l'analyse in situ des paramètres température, oxygène dissous et pH. Eventuellement les paramètres ammoniacque et conductivité pourront faire l'objet d'analyse en laboratoire.

#### **1.5.1.3 Calibrage du seuil jaugeur.**

Afin de pouvoir estimer à tout moment le débit effectif de vidange, il sera possible d'utiliser le seuil jaugeur situé dans l'ouvrage brise-charge (*Photo. 1-6*). Pour cela, il sera nécessaire d'établir en premier lieu l'abaque de la relation "hauteur lame d'eau / débit" de cet aménagement existant.



**Photo. 1-6 - Le seuil jaugeur de l'ouvrage brise-charge.**

#### **1.5.1.4 Entretien des chenaux d'écoulement.**

Il est impératif que le cours d'eau aval, jusqu'à la confluence avec l'Ondaine, soit nettoyé et dégagé des encombrants afin d'éviter tout risque de formation d'encombres et par conséquent de débordement de la rivière.

L'ancienne vallée du Cotatay, régulièrement entretenue par l'association de riverains, n'aura pas besoin de faire l'objet d'actions particulières.

Le secteur en gorges, en aval immédiat du barrage, n'a pas été entretenu depuis plus d'une dizaine d'année. Une reconnaissance exhaustive de ce secteur est recommandée afin de procéder si nécessaire, à un nettoyage des encombres. Ceci pourrait être réalisé par l'association de riverains, déjà responsable du tronçon en aval, avec l'appui de la commune du Chambon-Feugerolles.

### **1.5.2 *Mesures pendant la vidange.***

#### **1.5.2.1 Suivi de l'abaissement de la retenue et des débits de vidange**

Un suivi journalier de l'abaissement du niveau sera réalisé afin de vérifier le bon déroulement de l'opération, mais également afin de réactualiser le calendrier de vidange en cas de besoins. Le suivi des débits sera réalisé par lecture au seuil jaugeur du brise-charge.

#### **1.5.2.2 Suivi de la qualité des eaux à l'aval du barrage**

Dès l'ouverture de la conduite de prise basse, la qualité des eaux de vidange sera suivie conformément à l'arrêté ministériel du 27 août 1999.

#### ***Prélèvement et analyses.***

Le prélèvement se fera à l'aval immédiat du dispositif de filtration des MES, par exemple au point de restitution des eaux de vidanges dans le Cotatay. Les analyses porteront sur les

paramètres réglementaires (oxygène, MES et ammoniacque) et sur la température et le pH afin de calculer la concentration en ammoniacque non ionisé.

Les paramètres O<sub>2</sub> dissous, température et pH seront mesurés in situ. Les analyses (NH<sub>4</sub>, MES, pH) seront effectuées soit au laboratoire municipale de Saint Etienne, soit dans un laboratoire installé dans la chambre des vannes, ou encore à la station d'épuration d'Unieux si le SIVO accepte de mettre son laboratoire à disposition de la commune du Chambon-Feugerolles.

#### *Fréquences des analyses.*

- toutes les trois heures pendant les phases critiques de l'opération, à savoir les heures qui suivront l'ouverture de la vanne de fond, et pendant le pompage des phases de vidange du culot et d'assec.
- une fois tous les deux jours en dehors de phases critiques, sauf évolution préoccupante des paramètres.

#### *Suivi des paramètres.*

Dans le cas où les analyses dépasseraient les seuils définis (arrêté ministériel : MES > 1 g/l - NH<sub>4</sub> > 2 mg/l - oxygène dissous < 3 mg/l ; CSP : ammoniacque non ionisé NH<sub>3</sub> < 0,025 mg/l), ou s'il est constaté des mortalités de poisson dans le milieu aval, la Ville du Chambon-Feugerolles avertira immédiatement les autorités responsables (DDAF et CSP) et fera cesser la vidange dans l'attente d'une décision. Les modalités de la vidange pourront alors être reconsidérées (arrêt ou ralentissement de l'abaissement du plan d'eau).

#### 1.5.2.3 Surveillance du milieu aval

Une surveillance du milieu aval, des écoulements et de la formations d'encombres pourra être effectuée par l'association de riverains (observation de la couleur de l'eau, du comportement du poisson, etc...).

#### 1.5.2.4 Dispositifs contre l'entraînement des vases.

Le risque d'entraînement de vases sera important durant toute la durée du pompage dans le plan d'eau résiduel en fin de vidange et pendant la phase d'assec. Pour limiter ce risque d'aspiration de vases, il s'agira de s'assurer en premier lieu que la crépine de la pompe soit impérativement maintenue en sub-surface par un dispositif flottant.

Par ailleurs, il y aura lieu d'aménager un dispositif de filtration des MES en aval de la restitution des eaux de vidanges. Plusieurs configurations sont proposées :



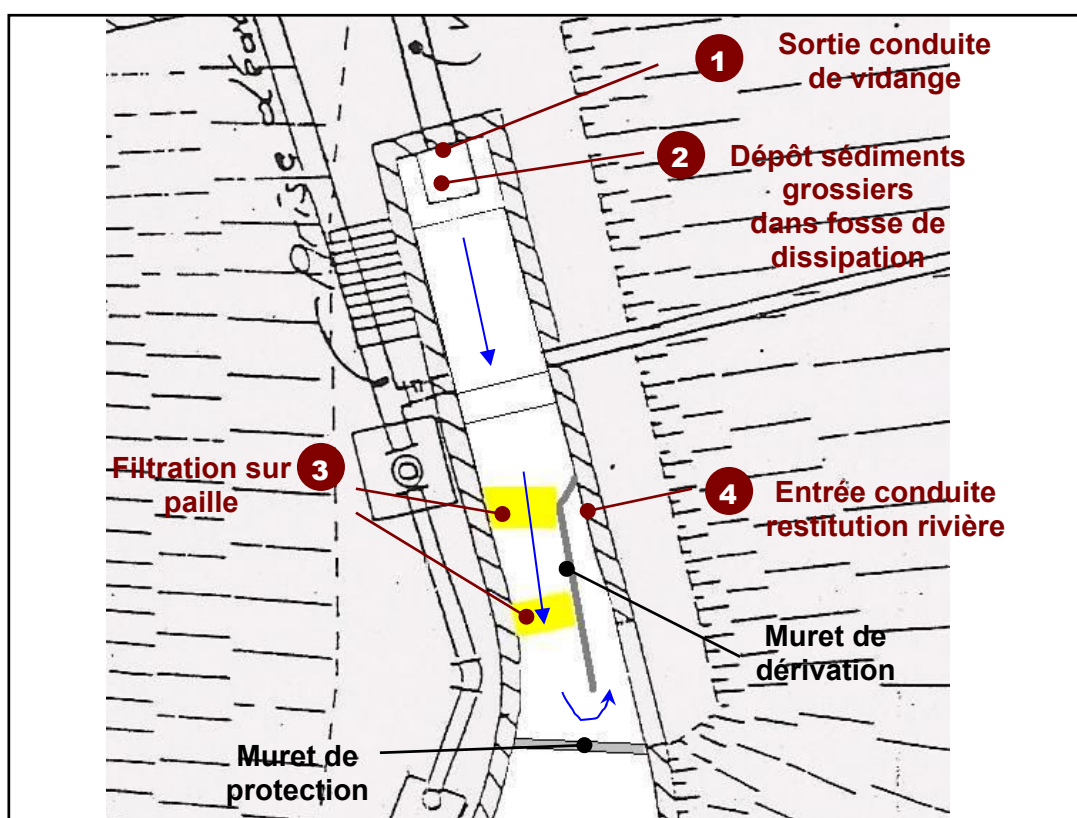
### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange (variante A)*

Cette mesure consisterait en la mise en place de bottes de paille filtrante devant les grilles des conduites restitution, tout en s'assurant qu'elles ne puissent être entraînées dans la conduite de restitution au Cotatay.

### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange (variante B)*

Cette mesure consiste à mettre en place une cloison provisoire centrale, en ciment à prise rapide, dans le bassin de réception. Le but est de conduire l'eau de façon circulaire jusqu'à l'entrée grillagée de la restitution au Cotatay (*Figure 1-5*).

Une ou plusieurs séries de bottes de pailles filtrantes seront installées dans la largeur entre ce mur provisoire et le mur droit de l'ouvrage, empêchant ainsi la charge sédimentaire fine de s'échapper vers l'aval.



**Figure 1-5 - Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange contre l'entraînement des vases (variante B).**  
(Les flèches en bleu représentent le circuit des l'écoulements)

#### 1.5.2.5 Aménagement du bassin de réception et du bief aval

Cette mesure s'appuie sur l'existence de l'ancien bief dans la continuité du brise-charge (*Photo. 1-7*), et ne sera possible que si la commune du Chambon-Feugerolles acquiert la propriété du bief, ou le cas échéant l'accord du propriétaire. Le but est d'utiliser cette zone végétalisée pour créer un bassin de décantation et de filtration.

##### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange.*

Il s'agira de bloquer temporairement la conduite de restitution au Cotatay présente dans le bassin permettant ainsi à une faible lame d'eau de se déverser dans l'ancien bief aval.

Une ou plusieurs séries de bottes de paille filtrantes seraient également à positionner en travers du bassin et permettront ainsi de retenir une première partie des vases.

##### *Aménagement du bief aval.*

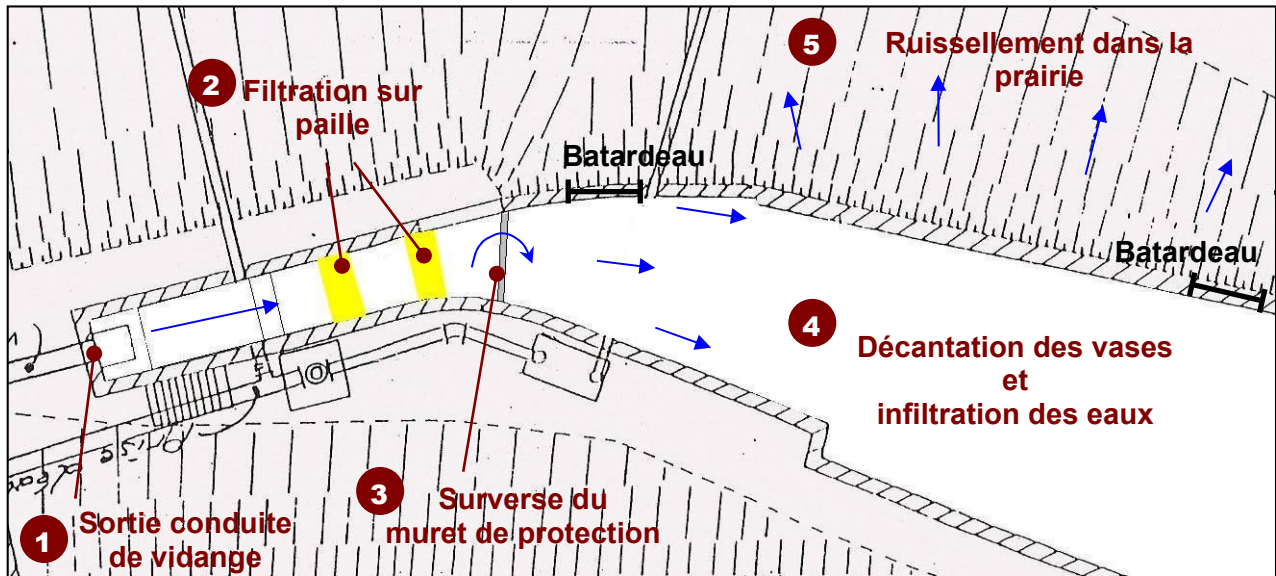
Il sera nécessaire de bloquer les deux brèches, situées dans le mur rive gauche du bief, à l'aide de batardeaux temporaires ou pérennes. L'eau ainsi bloquée dans ce réservoir pourra se décanter, puis s'infiltrer dans le sol et les murs. La végétation présente facilitera et accentuera ce phénomène. Les eaux pourraient ainsi s'écouler dans la prairie en pied de barrage, ou même s'y infiltrer, pour rejoindre le Cotatay.



**Photo. 1-7 - L'ouvrage brise-charge et l'ancien bief aval.**

Il pourrait être envisagé de réaliser un terrassement à l'intérieur du bief, pour y créer une succession de ressauts afin de mettre en place plusieurs petits bassins, facilitant d'autant plus la décantation. Cette opération devant être réalisée assez tôt pour permettre à la végétation de s'y développer à nouveau.

A noter que dans le cas de forts dépôts de sédiments dans le bief, la récupération des vases et leur élimination (après analyses préalables en laboratoire) seront à réaliser. Afin de faciliter cette opération, l'enlèvement des blocs de pierres et des monticules de terre est nécessaire, tout en faisant attention à ne pas déstabiliser le mur droit du bief.



**Figure 1-6 - Aménagement du bassin de réception et de l'ancien bief aval contre l'entraînement des vases.**

#### 1.5.2.6 Gestion piscicole

Etant donné la protection des prises d'eau (grilles et crépines), la conception d'un système anti-dévalaison et de récupération du poisson en aval du barrage n'est pas nécessaire.

Il s'agira toutefois de s'assurer qu'il n'y a pas de mortalité significative des peuplements piscicoles dans le Cotatay aval, où dans un tel cas l'arrêt de la vidange serait nécessaire afin d'adapter les modalités de la vidange.

#### 1.5.2.7 Dispositif de dérivation du cours d'eau

Afin que le cours d'eau aval soit alimenté en eau pendant les phases d'assec et de remplissage du culot jusqu'à la prise basse, il pourrait être établi un dispositif de restitution des apports hydrologiques dans la retenue au Cotatay vers l'aval du barrage.

A partir de la cote 703,4 m NGF, la prise basse pourra permettre la restitution des eaux vers l'aval, et aucun système annexe de restitution ne sera alors nécessaire.

Plusieurs configurations sont proposées :

##### *Pompage en continu.*

Aucun dispositif supplémentaire n'est mis en place. La vidange du plan d'eau résiduel sera programmée en fonction du calendrier de l'inspection de la base du parement amont, afin de limiter au plus juste la durée du maintien en assec.

Le fond de retenue sous la base du parement n'étant pas sujet à inspection, il n'est pas nécessaire de vider le culot entièrement. Aussi, un volume résiduel sera ainsi toujours présent, et si les conditions d'envasement le permettent, un pompage continu de restitution à l'aval pourra être réalisé avec le matériel utilisé pour le pompage du culot.

Si l'inspection de la base du parement amont (par Coyne et Bellier et DDE Loire) n'établit pas la nécessité de réaliser des travaux, le remplissage de la retenue sera effectué immédiatement après.

#### *Aménagement d'un batardeau dans la retenue.*

Cette mesure consiste en la mise en place d'un batardeau temporaire en amont dans la retenue, à une cote supérieure de celle de la prise de vidange (703,5 m NGF). Une connexion entre ces deux points par un tuyau souple permettra une restitution par gravité des apports amont vers le Cotatay en aval du barrage.

Ce dispositif devra être compatible avec les objectifs de qualité des eaux de restitution, et empêcher l'entraînement de vases.

Pour la phase de remplissage du culot, ce débit de restitution pourra continuer à être effectif, mais limité dans la mesure du possible à la valeur du débit réservé établi pour le barrage (13,6 L/s). Toutefois, dans le cas d'une telle mesure, le retour du niveau d'eau à la cote de la prise basse serait considérablement augmenté.

La réalisation d'une telle mesure serait à envisager particulièrement dans le cas d'un assec de longue durée, en raison d'une nécessité de réaliser d'importants travaux sur le barrage.

#### *Dérivation du Cotatay depuis l'amont de la retenue.*

Cette mesure consiste dans le captage des apports en eau en amont de la retenue au niveau du seuil jaugeur amont. Un dispositif d'entonnement permettrait de collecter les eaux avant leur écoulement dans la retenue, empêchant ainsi l'entraînement de vases par ruissellement sur le sol de la cuvette asséchée.



**Photo. 1-8 -** *Seuil jaugeur amont pour la mesure des apports à la retenue.*

Les eaux seraient ainsi dirigées par gravité, et par l'intermédiaire d'une conduite souple de plus de 700 m de long, soit à l'une des deux enceintes de prise d'eau du barrage, soit au niveau de la vanne de décharge du déversoir de crue.

Comme pour précédemment, la durée de la phase de remplissage jusqu'à la prise basse serait considérablement augmentée si un débit minimum de restitution à l'aval était toujours réalisé en parallèle.

Une telle mesure serait ainsi également à envisager notamment dans le cas d'un assec de la retenue de longue durée pour d'importants travaux sur le barrage.

#### **1.5.2.8 Mesures concernant les travaux**

La Ville établira pour la(les) entreprise(s) chargée(s) des travaux un cahier des charges comportant des clauses liées à l'environnement et à la sécurité : accès réglementé, stockage des carburants interdit sur le site, évacuation de tous les déchets (résines, jointure...), nettoyage du chantier pour éviter l'entraînement de matériaux dans la retenue ou le cours d'eau en cas de forte pluie, nettoyage et remise en état des lieux en fin de chantier.

### **1.5.3 *Mesures après la vidange***

#### **1.5.3.1 Remise en état du cours d'eau**

Dans le cas peu probable où il serait avéré que la vidange de la retenue est à l'origine de dégradations du milieu en aval du barrage (déstabilisation de berges, ouvrages hydrauliques dégradés,...), la commune mettrait en oeuvre des mesures afin de pouvoir y remédier.

Si malgré toute les précautions mises en place, le lit du Cotatay aval présentait des signes importants de colmatage attribués à l'opération et si le service de la police des eaux l'exige, un lâcher d'eau sera effectué au cours de l'hiver par ouverture des vannes de vidange dans le but de nettoyer le fond.

## **Synthèse.**

Le projet de vidange de la retenue de Cotatay, soumis à autorisation préfectorale, peut générer un grand nombre d'incidences sur l'ensemble du milieu aval, principalement du point de vue de l'hydrosystème, les usages de la rivière étant quasi inexistant.

Les risques majeurs sont ceux de la dégradation de la qualité du cours d'eau par le lâcher des eaux pouvant être de mauvaise qualité physico-chimique, mais également par l'entraînement massif de vases. Ces risques sont particulièrement importants en fin de vidange quand la retenue présente un volume d'eau de fonds, mais également lors de la phase d'assec où les pentes dénudées sont soumises aux aléas climatiques.

Les mesures d'atténuation s'articulent donc principalement autour de ces deux incidences prévisibles principales. Il s'agit donc particulièrement de dispositifs de filtration des matières en suspensions et de contrôle de la qualité d'eau. En cas de problèmes, la vidange devra être stoppée et les modalités de gestion de l'opération modifiées en concertation avec l'ensemble des parties prenantes.

Ce présent rapport ne se focalisant que sur les impacts sur les milieux aval, les incidences sur le plan d'eau du Cotatay n'ont pas été abordées. Ces dernières correspondent principalement à la concentration du peuplement piscicole dans le plan d'eau résiduel en fin de vidange avec un risque de mortalité élevé, et le risque de sécurité pour le public face à une cuvette aux pentes abruptes et glissantes.

Ces impacts doivent cependant être présentées et évaluées, ainsi que les mesures adaptées pour y remédier, dans le document d'incidence soumis à l'administration pour la validation du projet.

L'autorisation finale du projet sera décidée après l'examen par les administrations de contrôle (DDE - service du contrôle des barrages, DDAF - police de l'eau,...), mais également après l'examen externe par enquête public. La réalisation d'un tel projet doit ainsi s'intégrer dans une concertation amont entre les différentes parties prenantes (Maître d'ouvrage, CSP, association de riverain, DDAF, DDE, AAPPMA,...)



## **2 Projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta (Guinée Maritime).**

---





## **2.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de barrage de Kaléta.**

Dans le cadre de la coopération dans le secteur de l'énergie de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest, l'OMVG (Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Gambie) a décidé de réaliser les études d'avant projet détaillé (APD) et les dossiers d'appel d'offres pour les aménagements hydroélectriques de Sambangalou (à cheval entre la Guinée et le Sénégal) et de Kaléta (en Guinée), ainsi que la ligne d'interconnexion joignant ces ouvrages.

Le projet d'aménagement de Kaléta est soumis aux directives du bailleur de fond (Banque Africaine de Développement - BAD), mais également à la législation nationale guinéenne.

### ***2.1.1 Directives de la Banque Africaine de Développement.***

Le projet hydroélectrique de Kaléta est répertorié dans la Catégorie 1 du document "Procédures d'évaluation environnementale et sociale pour les opérations liées au secteur public de la banque africaine de développement" (BAD, 2001), en tant qu'infrastructure "barrage et réservoir à grande échelle".

A ce titre, il nécessite une évaluation des impacts environnementaux et sociaux (EIES) détaillée, incluant un plan de gestion environnementale et sociale, dans le but d'améliorer la prise de décision et les résultats du projet, mais également pour s'assurer de la viabilité environnementale et sociale du projet face aux politiques et directives de la banque.

### ***2.1.2 Réglementation Guinéenne.***

L'ordonnance 045/PRG/SGG/87 portant code de l'Environnement, et son décret n°199/PRG/SGG/89 codifiant les études d'impacts sur l'environnement, déclare que "*les travaux de construction et d'aménagement hydroélectriques (...) d'une puissance supérieure à 500 KW*" sont soumis à la présentation d'une Etude d'Impact sur l'Environnement annexée au dossier technique de demande d'autorisation présenté aux administrations compétentes.

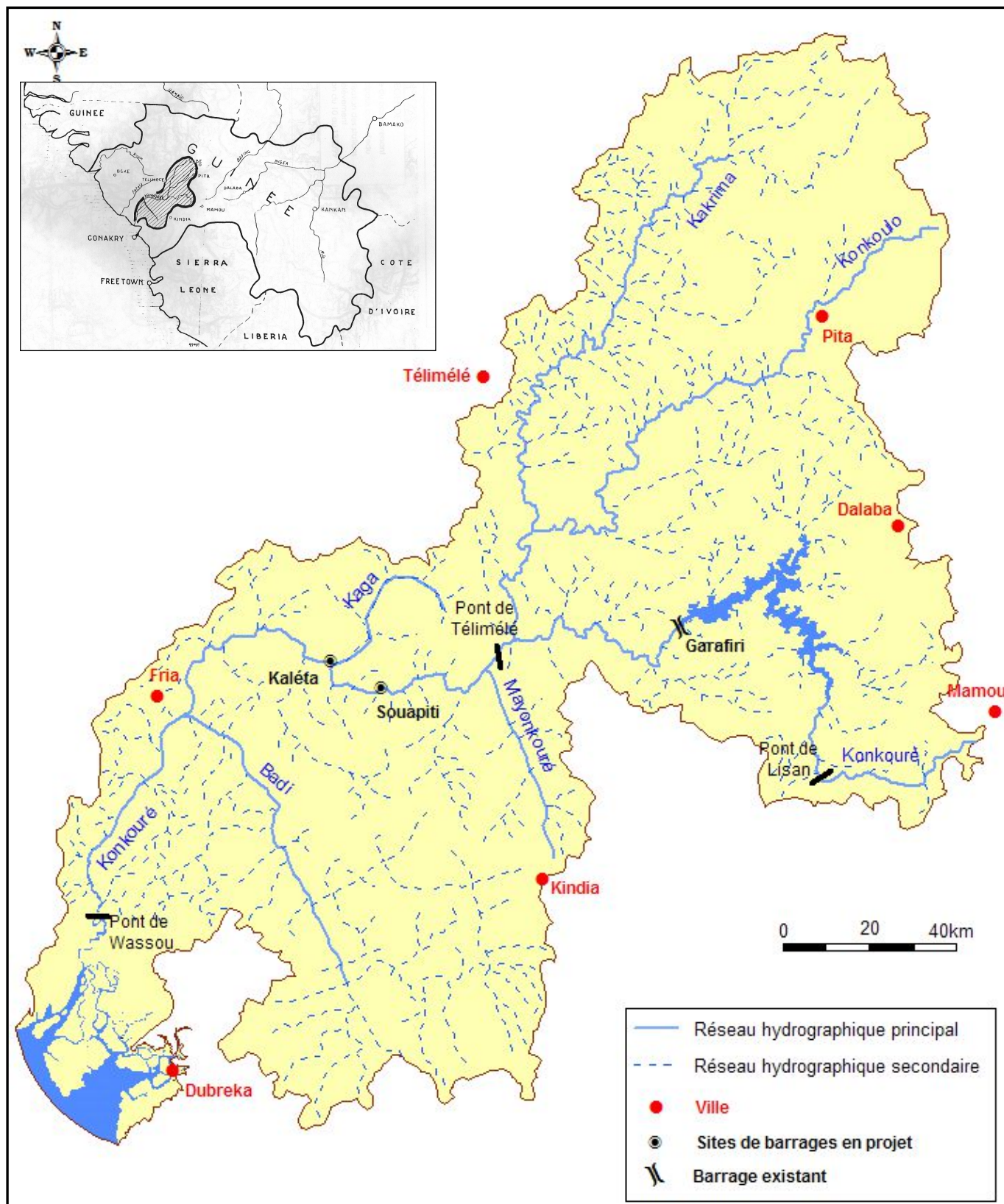
Ainsi conformément à l'arrêté 990/MRNE/SGG/90 relatif au contenu et à la méthodologie de l'EIE, cinq parties doivent être successivement présentées : description sommaire du projet, l'état initial du site et de son environnement susceptibles d'être affectés, les effets du projet sur l'environnement, les raisons du projet retenu, et les mesures correctrices et d'accompagnement.

## **2.2 Etat de référence de l'environnement.**

Le projet Kaléta s'insère dans un programme d'aménagement du Konkouré, fleuve de la Guinée maritime. En 1999, la construction dans le Konkouré amont du barrage de Garafiri a, en plus de la création d'un plan d'eau lentique, provoqué de nombreuses incidences sur le milieu fluvial, ainsi que sur l'estuaire.

Le futur barrage de Kaléta s'insérant dans le même contexte, il est nécessaire d'étudier ces deux milieux aux caractéristiques physiques, biologiques et humaines très différentes, mais étroitement liés entre eux.





**Figure 2-1 - Bassin versant du Konkouré en Guinée**  
(d'après Roche et Al., 1958 ; IRD-BCEOM-BRLi, 2001).

## **2.2.1 Caractéristiques générales du milieu fluvial.**

### **2.2.1.1 Hydrographie**

Le Konkouré prend sa source à une altitude de 950 m, dans les hauts plateaux du Fouta-Djalou. Après un parcours de 370 km, orienté vers l'ouest puis vers le sud, il se jette dans l'Océan Atlantique à 35 km au nord-ouest de la capitale Conakry (*Figure 2-1*).

La pente est relativement forte en partie amont (6m/km), puis s'atténue rapidement vers l'aval. Dans le cours inférieur, le profil en long est marqué par plusieurs ruptures de pente, la plus importante étant celle du site de Kaléta (dénivelé de 40 m sur 1500 m).



**Photo. 2-1 - Le Konkouré aux chutes de Kaléta (L. Trébaol).**

Le bassin versant, d'une superficie totale de 17 000 km<sup>2</sup>, est drainé dans sa partie amont par le Konkouré amont, ainsi que par la Kakrima (et son affluent Kokoulo) dont la confluence se situe en amont du pont de Télimélé.

Dans sa partie aval, le Konkouré suit en partie un réseau de failles orthogonales, et reçoit de nombreux affluents, dont le principal est la Badi en rive gauche.

### **2.2.1.2 Géologie.**

Le bassin du Konkouré est constitué de terrains sédimentaires primaires (grès et schistes) en couches quasi-horizontales, sur un socle de roches cristallines.

Cet ensemble a été traversé par des roches éruptives basiques, dures, de type dolérite, qui se retrouvent sur l'ensemble du haut Konkouré, mais également localement dans la région de Kaléta.

Toutes les roches sont recouvertes d'un épais manteau altéré, dont la nature imperméable augmente les phénomènes de ruissellement

### 2.2.1.3 Climat et précipitations.

Le climat du bassin versant du Konkouré est de type tropical de transition, caractérisé par une température moyenne élevée (25-28°C), et une pluviométrie annuelle forte (2200 mm à Kaléta) concentrée en une seule saison des pluies (mai à octobre). La mousson est généralement centrée sur le mois d'août, lequel reçoit fréquemment 25 à 35 % des précipitations (COTECO, 2006).

### 2.2.1.4 Hydrologie.

Le débit moyen naturel à Kaléta est de 346 m<sup>3</sup>/s (11 milliards m<sup>3</sup> par an). Sur la période de 1948 à 2001, il a varié de 206 m<sup>3</sup>/s (année 1986) à 599 m<sup>3</sup>/s (année 1958) (COTECO, 2006).

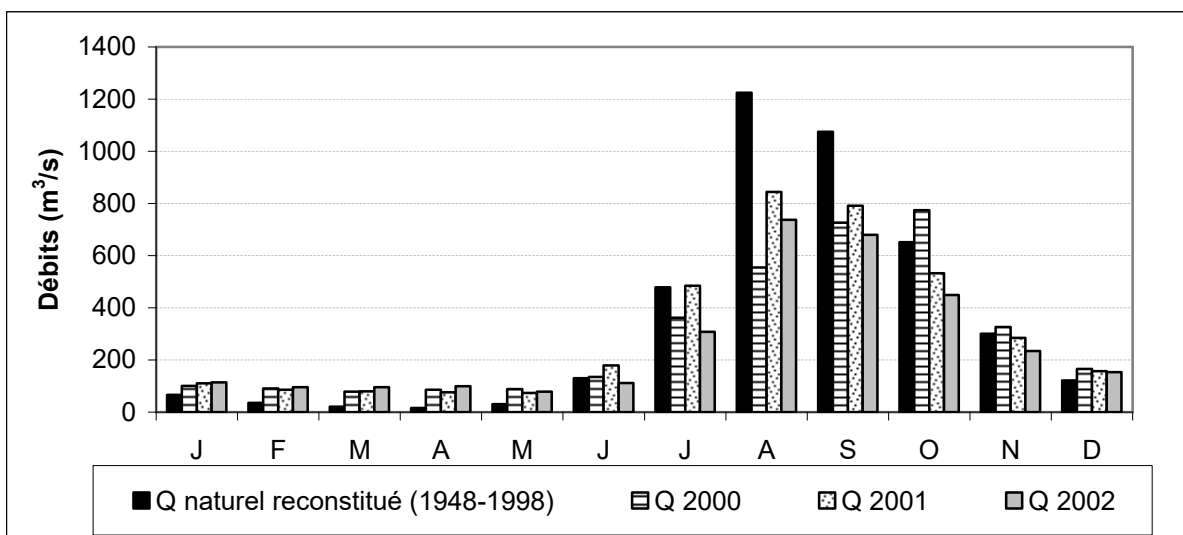
Le Konkouré présente une période de hautes eaux entre juillet et octobre, et de basses eaux de décembre à juin. Depuis 2000, l'hydrologie naturelle du fleuve est régularisée par l'aménagement hydroélectrique de Garafiri.

En saison sèche (décembre à mai), le débit turbiné renforce considérablement les étiages. Sur la période 2000 à 2002, les débits mensuels d'étiage mesurés à Kaléta étaient de l'ordre de 75 à 100 m<sup>3</sup>/s, contre 15 à 35 m<sup>3</sup>/s en régime naturel. La régularisation par Garafiri a fait passer la valeur du débit garanti 95 jours sur 100 de 11 m<sup>3</sup>/s à 62 m<sup>3</sup>/s provoquant un apport supplémentaire d'eau douce à l'estuaire (COTECO, 2006).

Au maximum de la saison des pluies (juillet à octobre), le débit moyen naturel à Kaléta était de l'ordre de 1200 m<sup>3</sup>/s sur la période 1948 à 1998 (763 m<sup>3</sup>/s en 1972 à 2 900 m<sup>3</sup>/s en 1958).

L'aménagement de Garafiri a provoqué un écrêtement marqué des hautes eaux sur le fleuve jusqu'à la confluence avec la Kakrima. Plus sensible à Kaléta, le débit moyen en août (mois d'hydraulicité maximale) diminue d'environ 15 % par rapport à la situation naturelle (COTECO, 2006, IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Fonctionnant de façon intermittente avec un cycle jour/nuit, il génère des débits respectifs de 35 m<sup>3</sup>/s et 75 m<sup>3</sup>/s (IRD-BCEOM-BRLi, 2003). Les effets sont particulièrement ressentis jusqu'à la confluence avec la Kakrima, et un marnage de 40 cm est visible à l'aval immédiat des chutes de Kaléta.



**Figure 2-2** - Comparaison entre les débits naturels reconstitués du Konkouré et régulés par le barrage de Garafiri (d'après COTECO, 2006).

#### 2.2.1.5 Qualité des eaux.

Le Konkouré est parmi les fleuves drainant le versant ouest du Fouta-Djalon, celui dont les eaux sont les moins concentrées en substances dissoutes (*Orange D., 1990 ; IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Ces eaux sont peu minéralisées (conductivité généralement comprise entre 10 et 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en raison d'une pluviométrie importante sur un bassin favorisant le ruissellement. Les concentrations en sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium et phosphates) sont en général très faibles et peu susceptibles de donner lieu à une production primaire significative.

La température de l'eau varie entre 25°C et 28°C, avec un pH légèrement acide (entre 6,5 et 7).

Seuls les effluents de l'usine d'Alumine de Fria, en aval de la confluence avec la Badi, apparaissent actuellement comme la principale source de dégradation de la qualité des eaux, dont les effets sont ressentis jusqu'à l'estuaire.

#### 2.2.1.6 Transports solides.

Les concentrations en MES (Matières En Suspension) sont très faibles sur l'ensemble du linéaire du Konkouré, les taux moyens mensuels étant généralement compris autour de 10 mg/L. Les périodes de crues peuvent toutefois présenter ponctuellement des concentrations plus élevées (entre 30 et 150 mg/L selon la station), liées au lessivage des sols.

Les quantités de sédiments fins transportées par le Konkouré (corrélation des concentrations avec les débits) présentent de grandes variations intra-annuelles, avec selon

les stations et les années, des transits variant généralement entre 1000 et 2000 tonnes en étiage, et 20 000 et 50 000 tonnes en période de crue.

D'amont en aval, les quantités de MES du Konkouré sont naturellement de plus en plus importantes, en partie par l'augmentation des débits, des sections et évidemment de la surface totale drainée. Une phase de dépôt importante semble toutefois s'opérer entre Fria et Yékémato, dû en partie à une pente plus faible.

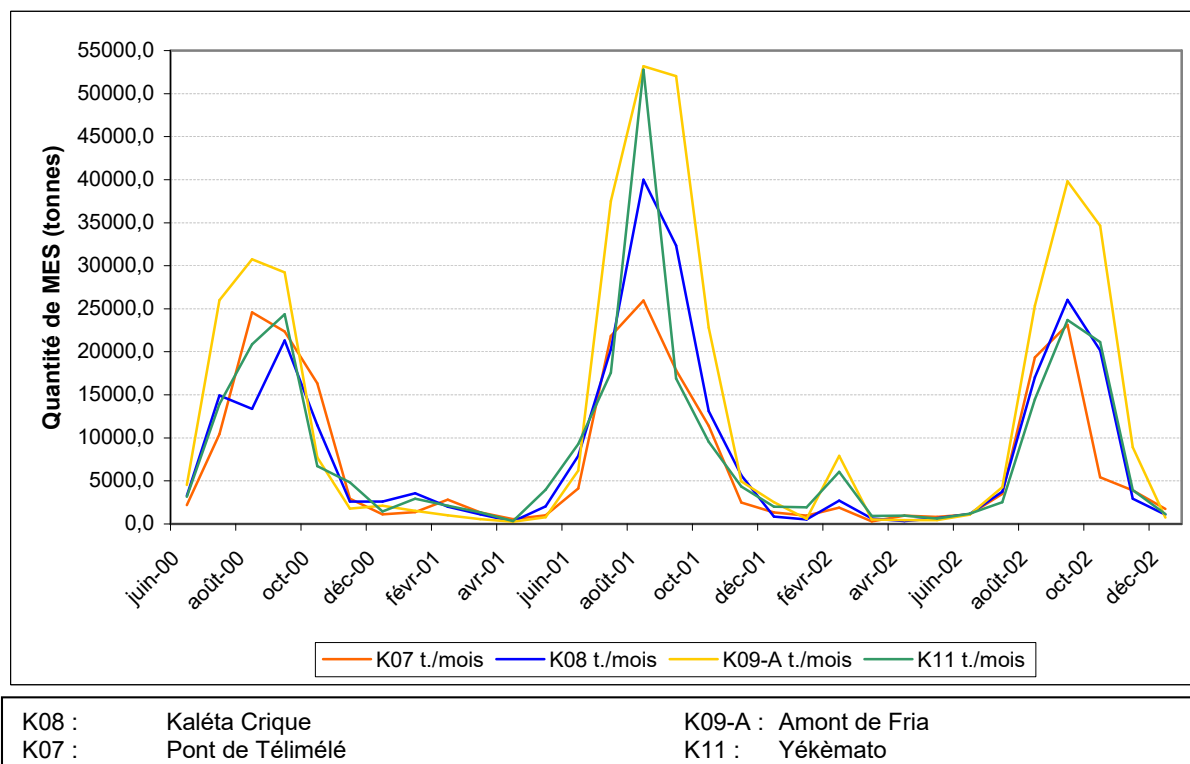


Figure - Variations mensuelles des quantités de MES par station transitant dans le Konkouré (Juin 00 à Déc 02) (d'après IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

### 2.2.1.7 Faune et flore aquatique.

#### *Végétation du bassin versant.*

La majeure partie du bassin est occupée par de la savane boisée de type guinéenne avec des forêts galeries dans les talwegs. Les hauts plateaux sont recouverts d'une savane arbustive. Avec l'altitude, celle-ci évolue vers de maigres formations de graminées. La bande côtière est occupée par de la mangrove (*Observatoire de Guinée Maritime, 2005*).

La végétation suit un cycle annuel caractérisé par un développement dès les premières pluies, un assèchement du sol et l'occurrence des feux de brousse en saison sèche.





**Photo. 2-2** - Végétation et cultures sur les versant de la vallée du Konkouré (L. Tébaol).

#### *Peuplement piscicole.*

La richesse spécifique du Konkouré est supérieure à celle des autres bassins versants guinéens (Hugueny, 1992), avec un peuplement piscicole constitué de 90 à 95 espèces inventoriées (Daget, 1958, Lévêque et al., 1989, IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Les espèces se répartissent en 19 familles. Les groupes les plus représentées sont les siluriformes ou poissons chats (24 espèces), les cyprinidés (17 espèces), les cichlidés (16 espèces), les mormyridés (11 espèces), les cyprinodontidés (8 espèces) et les characiformes (6 espèces)

Il existe huit espèces endémiques dont 4 cyprinidés (*Barbus cadenati*, *Labeo rouaneti*, *Leptocypris konkourensis*, *Raiamas levequei*) et 4 siluriformes (*Chrysichthys levequei*, *Amphilius kakrimensis*, *Synodontis dekimpei* et *Synodontis levequei*).

Une répartition longitudinale des espèces est observée selon leur condition d'adaptation au milieu.

#### *Faune aquatique remarquable.*

La présence du lamantin *Trichechus senegalensis* semble avérée dans le Konkouré (Powell, 1996), et les entretiens avec les pêcheurs du fleuve font état d'observations du mammifère (recueil d'informations de L. Trébaol, 2006), mais les populations ne sont pas connues exactement. Bien que classé « vulnérable » sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN, et protégé par les législations nationales, il fait l'objet de captures illégales (le lamantin est apprécié pour sa chair et son huile) ou accidentelles.

### **2.2.1.8 Population et activités.**

#### *Population.*

Le bassin du Konkouré est essentiellement occupé par une population rurale dispersée en villages et caractérisée par une densité faible sur la majeure partie du bassin à l'exception

des hauts plateaux du Fouta Djallon. Les seules agglomérations importantes sont situées en dehors des limites du bassin versant.

### *Agriculture et pêches*

De type traditionnel, les cultures se pratiquent essentiellement sur les coteaux (riz de montagne, fonio, manioc). Les vivrières sont pratiquées à l'intérieur d'espaces clos, généralement situés à côté des villages, sur les berges et les terrains alluvionnaires. Il n'y a pas de consommation d'engrais ni de pesticides susceptibles d'altérer la qualité des eaux.

Le Konkouré sur son ensemble est soumis à une pêche artisanale de la part des populations riveraines, en tant que ressource alimentaire et économique importante. La régularisation par Garafiri a provoqué l'arrêt de la pêche sur certains secteurs car les techniques de pêches n'étaient plus adaptées.



**Photo. 2-3** - Pêche traditionnelle au filet maillant sur le Konkouré (L. Tébaol).

### *Communications et franchissements.*

La vallée ne constitue pas un axe de communication ni de développement économique ou agricole. C'est, au contraire, un obstacle naturel avec de rares points de franchissement assurant une communication transversale (pont de Linsan, barrage de Garafiri, ponts de Bolondé, Téliélé, Souapiti et Ouassou). Depuis la mise en eau de Garafiri, les passages à gué franchissables à l'étiage par les véhicules ont disparu.

### *Activités minières.*

Le complexe minier et industriel FRIGUIA, implanté à Fria, en aval de la confluence avec le Badi est la principale unité industrielle du pays. Il exploite la bauxite.

Le traitement utilise de grandes quantités de soude pour purifier l'alumine. Il engendre ainsi des effluents fortement alcalins rejetés dans le fleuve.

### *Hydroélectricité.*

Le bassin versant représente une ressource de premier plan pour la production hydroélectrique guinéenne.

La Samou, affluent principal de la Badi, a été aménagé dès le début des années 1950 avec 3 aménagements disposés en cascade : Banéa, Kalé-Donkéa, et Grandes Chutes.

Le barrage de Garafiri (puissance installée : 75 MW) a été mis en eau en avril 1999. Situé sur le Konkouré supérieur, il draine un bassin versant de 2460 km<sup>2</sup> (soit 14% du bassin versant du Konkouré). L'ouvrage d'une hauteur de 75 m contrôle une retenue de 1,2 milliard de m<sup>3</sup>, de 79 km<sup>2</sup>, et de profondeur maximale 66 m. Cet ouvrage régularise fortement les écoulements du Konkouré et génère de nombreux impacts (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Le projet Kaléta fait partie d'un plan d'aménagement hydroélectrique, qui à terme doit aboutir à la construction du barrage de Souapiti, d'une retenue de 500 km<sup>2</sup>, à quelques kilomètres en amont de ce premier.

## **2.2.2 Caractéristiques générales du milieu estuarien.**

### **2.2.2.1 Caractéristiques morphologiques.**

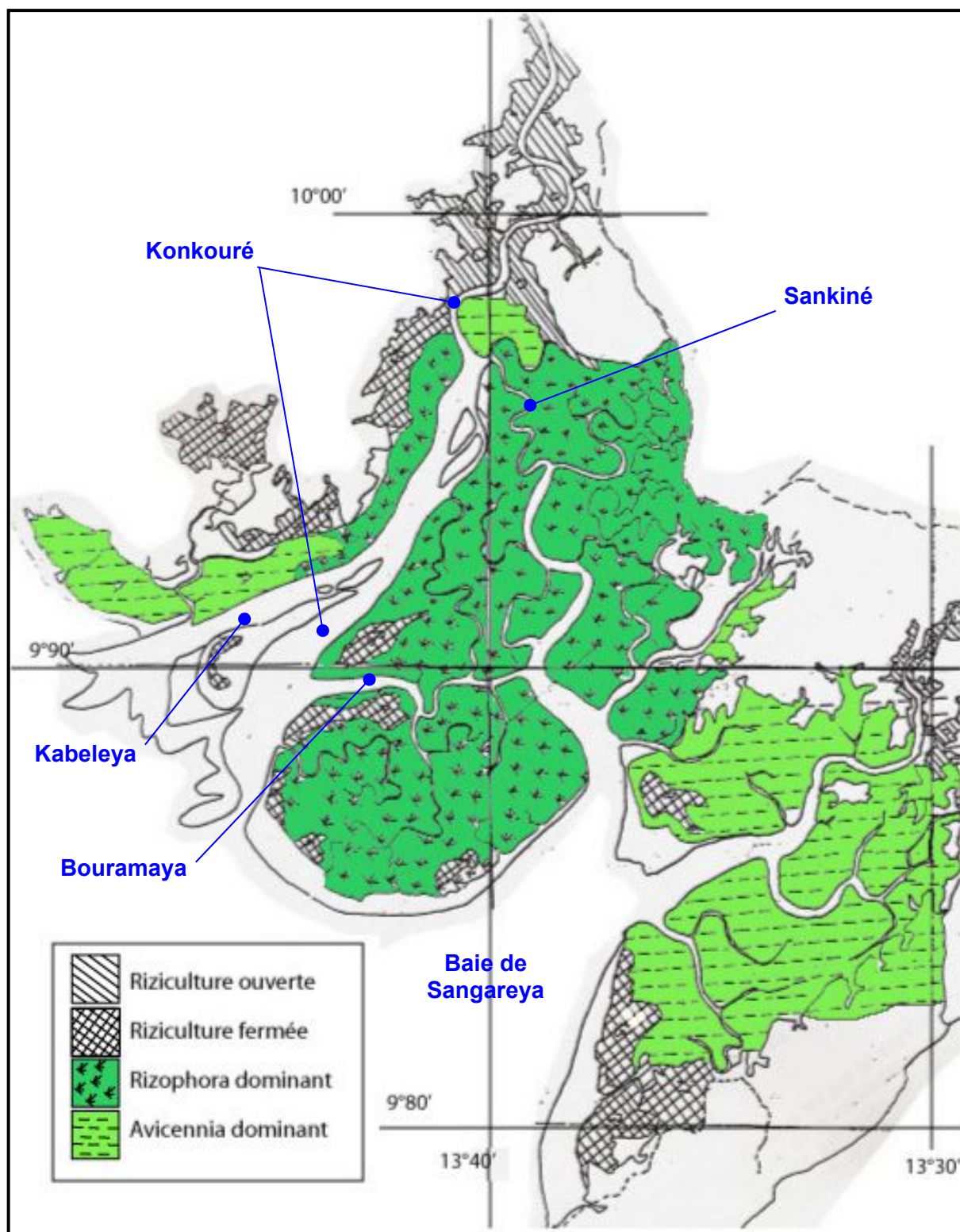
L'embouchure du Konkouré forme le seul delta d'Afrique de l'ouest (*Rue, 1995*). Il est constitué dans sa partie supérieure de basses plaines fluviales inondables, et par une série d'îles de mangroves et de vasières en front de mer (soumis à la double influence : tidale/fluviale).

Le lit du fleuve, après avoir passé les derniers méandres, se divise pour donner en rive gauche la Sankiné, chenal très resserré et méandriforme. Le Konkouré se subdivise en deux chenaux, la Kabéléya au nord et le Konkouré au sud. La Bouramaya, chenal transversal, relie ces deux bras principaux. De nombreux autres petits bras secondaires divaguent au milieu de la mangrove.

**Tableau 2-1 - Caractéristiques des principaux bras du Konkouré (BCEOM -1999).**

Bras	Longueur (km)	Largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)
Konkouré	20	1500	3 - 3,5
Sankiné	30	200 - 1200	4,5 - 6





**Figure 2-3 - Le delta du Konkouré (d'après Rue, 1995).**

#### 2.2.2.2 Fonctionnement hydrodynamique du delta.

##### *Les apports fluviaux.*

Les débits entrants dans l'estuaire du Konkouré varient de près de 75 m<sup>3</sup>/s à l'étiage à plus de 2000 m<sup>3</sup>/s en forte crue depuis la régularisation par Garafiri (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Les écoulements se répartissent de façon à égaliser les pertes de charges dans chacun des bras (*BCEOM - 1999*).

En crue, les forts débits fluviaux caractérisent un écoulement fluvial dans tout l'estuaire, tandis qu'en étiage, le fleuve perd de son influence et la marée pénètre plus facilement dans l'estuaire (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

##### *Le mécanisme tidal.*

La marée sur les côtes guinéennes est de type semi-diurne macrotidal. Le marnage observé sur l'ensemble de l'estuaire est d'une amplitude moyenne variant autour de 3,5 m à 4 m en vive-eau et de 1,5 m à 2 m en morte eau, et est ressenti au-delà de 33,5 km de l'embouchure (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Il est toutefois atténué dans le secteur amont par les débits du fleuve, particulièrement en période de crue.

##### *Intrusion du front salé.*

L'intrusion marine dans l'estuaire est fonction des conditions locales de la marée (étale, pleine mer, basse mer,...), de l'intensité des débits fluviaux (étiage, crue,...), et de la forme et des caractéristiques morphologiques du lit de l'estuaire

Depuis que le barrage de Garafiri fonctionne, le front [eau douce/eau salée] pénètre moins en étiage dans l'estuaire du Konkouré (*Samoura et al, 2002*). En crue, les eaux dans le delta sont toujours principalement celles du fleuve (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Les mêmes phénomènes sont observés sur la position des bouchons vaseux.

#### 2.2.2.3 Dynamique sédimentaire.

La dynamique sédimentaire du delta résulte principalement de l'équilibre entre l'hydraulicité du fleuve et la morphologie des chenaux, combiné aux échanges de sédiments entre le delta et les plaines côtières (*BCEOM, 1999 - IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Environ 100 000 T de MES transitent chaque année vers l'estuaire dont la surface totale de dépôt des vasières est approximativement de 320 km<sup>2</sup> (*Wolansky, 1995*).

En saison des pluies, les sables continentaux sont évacués vers l'aval par les forts débits fluviaux, tout comme les sables marins, plus fins et mieux triés. En Septembre, l'importance des débits de crue permet de remobiliser les bancs de vases pour les expulser en mer (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

En Avril, en pleine saison sèche, le Konkouré est à l'étiage et la marée est donc le mécanisme prédominant. Les sables littoraux sont remobilisés et réintroduits dans l'estuaire

jusque dans la partie amont. Ces sables sont principalement des sables marins mais ils contiennent également une fraction de sables fluviaux mobilisés en aval lors de la crue précédente (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

#### 2.2.2.4 Faune et flore estuarienne.

Le delta du Konkouré est classé au statut de Zone Humide Ramsar depuis 1992, pour l'ensemble de sa faune remarquable (la flore remarquable n'ayant pas été identifiée). Elle est caractérisée en tant que zone humide côtière estuarienne sous l'influence intertidale avec forêt de mangroves.

##### *La végétation de l'estuaire.*

Le delta du Konkouré est principalement occupé par une mangrove bien développée, représenté par deux genres de palétuviers (CCE-SECA, 1993). Les espèces du genre *Rhizophora* sont situées principalement dans les zones immergées quotidiennement par les marées, et dominant dans la plaine estuarienne centrale. Les palétuviers blancs (seule espèce du genre *Avicennia*) sont dominants dans les secteurs faisant face à la mer.



**Photo. 2-4** - La mangrove dans le delta du Konkouré (L. Tébaol).

Le delta du Konkouré est également le siège d'une activité rizicole en période humide, mais aussi d'extraction de sels pour les villages situés sur les cordons littoraux et dunaires.

##### *Faune estuarienne.*

###### - Le benthos estuarien

Les organismes benthiques sont très peu présents dans les chenaux de l'estuaire, mais en revanche assez nombreux sur les estrans (IRD-BCEOM-BRLi, 2003). Le peuplement est principalement représenté par des polychètes (annélides), des gastéropodes (*Nassa*), et des crustacés (crevettes et crabes juvéniles).

###### - Les peuplements d'huîtres.

Des colonies d'huîtres (*Crassostrea gasar* A) se développent sur les racines et troncs des palétuviers qui bordent les bras de mer, avec une préférence pour le genre *Rhizophora* (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Présentes à l'origine sur l'ensemble du delta (CERESCOR, 1992), les modifications environnementales engendrées par Garafiri ont provoqué leur disparition dans la partie supérieure et moyenne de l'estuaire (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

- Faune piscicole.

Structuré principalement par les taux de salinité, le peuplement piscicole des chenaux estuariens, représenté par 64 espèces (31 familles), présente une diversité spécifique qui augmente et se diversifie d'amont en aval (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Dans les chenaux principaux, les inventaires réalisés montrent une prédominance de l'espèce marine *Liza grandisquamis* (Mugilidae - 27,7 %), mais également de l'espèce strictement estuarienne *Pellonula leonensis* (Clupeidae - 19,2 %).

- Avifaune.

L'ensemble de cette zone est un site de nidification pour de nombreuses espèces d'oiseaux qui peuvent être peu communes, voire rares. Les zones de vasières servent aussi de sites d'hivernage à de grands effectifs d'aigrettes, d'hérons et de limicoles, qui se joignent aux effectifs sédentaires (Bangoula A. K., 1993, *Observatoire de Guinée Maritime*, 2005).

- Mammifères et reptiles.

La zone estuarienne du Konkouré et ses mangroves servent d'habitat à de nombreux mammifères et reptiles (dauphins, lamantins, hippopotames, crocodiles du nil, tortues olivâtre,...). Si certains sont véritablement inféodés à ces milieux, d'autres au contraire ne sont présents qu'occasionnellement ou accidentellement (CCE-SECA, 1993, *Observatoire de Guinée Maritime*, 2005).

#### 2.2.2.5 Population et activités.

##### *La population.*

L'ensemble de la baie de Sangaréya, regroupait en 1992 environ 23 000 habitants, avec une densité moyenne de 20 habitants par km<sup>2</sup> (CCE - SECA, 1994).

##### *La Riziculture.*

La mangrove est le lieu d'une activité rizicole importante de la part des populations locales, dont il n'existe qu'une seule culture par an, toujours en saison des pluies. La production annuelle en 1993 était de 1 400 tonnes de riz décortiqué pour 1 760 exploitants riziculteurs.

La riziculture fermée, protégée par des digues pour garder l'eau douce, est présente en front de mer dans la partie Est de la baie de Sangaréya, mais également dans l'estuaire central et inférieur du Konkouré.

A l'inverse, la riziculture ouverte, est réalisée sur les pourtours du Konkouré dans le haut estuaire soustraits à l'influence saline pendant la période de culture. La modification des régimes hydrologiques par le barrage de Garafiri, associée aux changements des méthodes d'exploitation et du calendrier agricole, y a permis une augmentation des rendements de près de 70% (Samoura K. et al., 2002).

#### *Exploitation du bois.*

Les bois de mangroves sont soumis à de nombreux usages. Leur prélèvement, estimé à 45 700 tonnes en 1993 (surtout *Rhizophora*) par les populations, se fait aussi bien à des fins commerciales (bois d'œuvre principalement) que pour des besoins domestiques, le chauffage de la saumure, fumage du poisson, l'extension des rizières... (CCE - SECA, 1994, Samoura K. et al., 2002 ; Observatoire de Guinée Maritime, 2005).

#### *Extraction de sel.*

Disparue depuis 2002 dans l'estuaire supérieur, l'extraction de sel continue avec la même intensité dans les secteurs inférieurs de la zone estuarienne (Samoura K. et al., 2002).

#### *Récolte des huîtres.*

Les huîtres représentent une ressource naturelle importante pour les populations locales (alimentation, chaulage, aviculture,...), malgré un net recul dans le delta depuis Garafiri.

#### *Pêche.*

La pêche est pratiquée en mer et dans les chenaux. Tout en suivant le mouvement de la marée dynamique, des lignes et des filets maillants sont utilisés dans l'estuaire à partir d'embarcations à voile ou de pirogues à moteur, tandis que des filets barrage sont utilisés dans les canaux et bolons.

Les poissons les plus souvent capturés sont l'Ethmalose (Bonga), le Mulet Gabot (Séki), le Bossu (Boboë), le Machoiron (Konkoué), la Sole (Fagba) et le Moustachu (Gbalakassa). La quantité totale de poissons pêchés en 1993 est de 379 tonnes (CCE-SECA, 1993).



**Photo. 2-5 - Bateaux de pêche et bois de mangroves exploité (L. Trébaol).**



### 2.3 L'opération d'aménagement hydroélectrique en projet.

La construction d'un barrage sur un fleuve présente inévitablement des modifications du milieu aval. Toutefois selon les conditions du milieu, mais également en fonction des spécificités du projet, ces incidences peuvent varier significativement.

L'opération en projet est la construction d'un barrage, d'une puissance de 235 MW, au niveau des chutes naturelles du site de Kaléta. Il s'agira de contrôler une retenue au fil de l'eau. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques du réservoir en projet.

**Tableau 2-2 - Caractéristiques morphométriques et hydrauliques du réservoir du projet Kaléta (COTECO, 2006).**

Cote de retenue normale	(m)	110
Superficie du bassin versant	(km <sup>2</sup> )	11380
Hauteur de chute nominale	(m)	49
Hauteur du barrage au-dessus des chutes	(m)	17
Débit moyen des apports	(m <sup>3</sup> /s)	346
Volume du réservoir	(m <sup>3</sup> )	22 000 000
Superficie du plan d'eau	(km <sup>2</sup> )	4
Longueur maximale du plan d'eau	(km)	6
Temps de séjour	(heures)	17
Profondeur maximale	(m)	15
Profondeur moyenne	(m)	3,6

Le réservoir sera constitué de 2 bras : le bras principal (Konkouré) et un bras secondaire en rive droite (Kaga) à 1 km en amont du barrage. Il s'étendra jusqu'au site de Souapiti, sur une longueur de 6 km. La largeur moyenne sera de 660 m. La profondeur maximale en pied de barrage sera d'environ 15 m, et la profondeur moyenne de 3,6 m.

Le temps de séjour de l'eau (rapport entre le volume de la retenue et le débit moyen annuel) est de l'ordre de 17 heures, ce qui est très court. Il s'agit bien d'une retenue au fil de l'eau.



**Figure 2-4 - Emplacement du projet de barrage de Kaléta (Coyne et Bellier)**

## **2.4 Evaluation des incidences sur le Konkouré aval et son delta.**

Les incidences prévisibles sont évaluées en mettant en corrélation le projet et le milieu fluvial et estuarien du Konkouré. Il s'agit de définir les interactions entre eux et de définir s'ils sont significatifs ou pas.

### **2.4.1 *Incidences sur l'hydrologie du fleuve et de l'estuaire.***

Sous réserve d'étude des régimes de production hydroélectrique - le mode de gestion recherché pour Kaléta serait le fil de l'eau, la fonction de régulation étant assurée par Garafiri. En période d'exploitation, il n'y aurait donc pas d'impact significatif sur le régime aval des eaux, en dehors d'éventuelles modifications sensibles en aval immédiat de l'usine.

### **2.4.2 *Modification des débits.***

Le barrage fonctionnera au fil de l'eau. Avec un temps de renouvellement de 17 heures, il n'a pas la capacité à servir de barrage réservoir. En conséquence, il n'aura pas d'effet régulateur (pas d'influence sur l'évolution du débit du fleuve sur un cycle annuel complémentaire de celle générée par Garafiri).

### **2.4.3 *Marnages liés au fonctionnement de l'usine.***

Dans la situation actuelle, les lâchures de Garafiri se font sentir très loin en aval, jusqu'à Kaléta et au-delà, avec des marnages de plusieurs dizaines de centimètres dont les traces sont visibles sur les rives, et sans risques particuliers aux dires des riverains.

Avec l'aménagement de Kaléta, les variations de niveau et de débit liées au turbinage seront plus sensibles, en particulier à l'aval immédiat du site. Les manoeuvres de chasse par les vannes de fonds risquent d'avoir des répercussions encore plus importantes.

Le bas Konkouré est utilisé par de nombreux villageois pour les usages domestiques (boisson, toilette, lessive), pour la pêche et pour le franchissement en pirogue.

Le risque est donc réel que certains riverains, notamment les enfants, se laissent surprendre par les brusques variations de débit et de niveaux susceptibles d'être engendrées par la future usine.

### **2.4.4 *Incidences sur la dynamique hydrologique estuarienne.***

Le barrage de Kaléta étant conçu pour fonctionner au fil de l'eau, le delta du Konkouré ne devrait ressentir aucune variation dans le régime hydrologique des apports. Il n'y aura de ce fait pas de modifications spatio-temporelle dans la dynamique estuarienne et sur l'intrusion du front [eau douce / eau salée] tout au long de l'année, quelle que soit les conditions de marées.

### **2.4.5 *Incidences sur la qualité des eaux.***

La zone de la future retenue étant actuellement boisée, une fois sa mise en eau effective, la dégradation de la matière organique aura comme conséquence une certaine dégradation de

la qualité des eaux (augmentation de  $\text{NH}_4$ , réduction de l'oxygène dissous,...). Sa faible profondeur provoquera un réchauffement des eaux, mais aucune stratification ne s'établira. Le risque d'eutrophisation des eaux sera également présent.

Toutefois, avec un temps de renouvellement rapide, ces dégradations du milieu ne seront pas notables sur le milieu aval, voir même inexistantes, d'autant plus en période de hautes eaux et de crue.

#### **2.4.6 Incidences sur le transport solide et les dynamiques sédimentaires.**

Le transport solide se fait essentiellement pendant la première partie de la crue, quand les concentrations en MES sont maximales. Le transport solide annuel en suspension dans le Konkouré est estimé à 116 000 m<sup>3</sup> (ou 139 000 000 tonnes) au niveau de Kaléta (sur la base des données PIG de 2000 et 2001 au site de Kaléta)

Avec le barrage, on devrait assister globalement à une diminution du transport solide en aval, par décantation d'une partie des MES et piégeage du charriage, particulièrement en étiage. Il devrait en résulter un déficit sédimentaire vers l'aval.

Sur une année moyenne calculée sur la période 2000-2001, la quantité de MES piégée par la retenue est estimée à 3 800 à 23 300 m<sup>3</sup> selon la méthode utilisée (courbes de Brune et courbe de Churchill) (COTECO, 2006), la valeur centrale étant 13 600 m<sup>3</sup>/an. Ramené au volume de la retenue (22 000 000 m<sup>3</sup>), le volume piégé par an serait de l'ordre de 0,02 à 0,11 % du volume total RN 110, soit 1 à 5,5 % sur 50 ans.

Ces valeurs sont particulièrement approximatives, car en prenant en compte les données de l'année 2002, de plus faible hydraulité et caractérisée par des moyennes de MES inférieures (IRD-BCEOM-BRLi, 2003), le piégeage moyen serait moins important. De plus, le charriage de fond, vraisemblablement faible et estimé entre 5 et 15% du transport en suspension, n'a pas été pris en compte.

Il est à noter que la création éventuelle du barrage de Souapiti, en queue de retenue de Kaléta, contribuera à réduire drastiquement les transports solides en aval.

Le piégeage important de sédiments dans la retenue pourrait avoir des impacts significatifs sur la dynamique fluviale, mais également sur celle du delta du Konkouré : principalement avec la remobilisation des matériaux des fonds et des berges, et en cas extrême la disparition du delta sur le long terme.

Toutefois, la présence d'une vanne de chasse de sédiments, comme nouvellement prévu dans le projet, permettra de restituer une grande partie des sédiments vers l'aval. Les modalités de gestion n'ont toutefois pas encore été établies. Aussi, il est à noter que depuis la construction du barrage de Garafiri, aucun phénomène d'érosion ou de sédimentation n'a été observé.

#### **2.4.7 Incidences sur la végétation et la faune.**

Etant donné que l'hydrologie et la qualité des eaux restituées ne subiront pas de changements significatifs. La végétation et la faune dans le Konkouré aval ainsi que dans la



zone deltaïque resteront adaptées aux conditions du milieu, n'entraînant pas de modifications notables des peuplements.

#### **2.4.8 Incidences sur les activités humaines.**

A priori, le fonctionnement du barrage ne devrait pas avoir d'incidences significatives sur les usages du fleuve (navigation longitudinale, franchissement, pêche, usages domestiques, irrigation) par rapport au régime actuel du Konkouré modifié par Garafiri. Toutefois, les lâchures ponctuelles des vannes de chasses pourront présenter des dangers importants sur l'ensemble des activités riveraines, particulièrement dans le secteur aval immédiat.

### **2.5 Définition des mesures d'atténuation et de suivi du milieu aval.**

Les mesures d'accompagnement développées ci-après sont proposées au titre du Plan de Gestion Environnemental et Social du projet Kaléta. Elles sont relatives à l'environnement et aux ressources des milieux aquatiques fluviaux et estuariens de la zone aval d'impact du projet Kaléta. Elles demandent à être discutées avec les parties prenantes avant d'être définies de façon plus précise pour celles qui auront été validées.

En premier lieu, il s'agit de mesures d'atténuation des impacts de Kaléta sur le Konkouré aval et son delta. Ensuite, afin de mesurer les effets sur le long terme et l'évolution réelle de l'environnement, un plan de suivi sera mis en place, comme cela a été effectué dans le cadre de Garafiri (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

#### **2.5.1 *Mesure d'atténuation des impacts prévisibles de Kaléta.***

##### **2.5.1.1 Déboisement partiel de la zone de la future retenue.**

La retenue de Kaléta va envoyer un fond de vallée occupé par des vestiges de forêt galerie et des palmeraies.

Le déboisement total de la future zone envoyée serait une opération coûteuse et qui ne paraît pas nécessaire. Une telle intervention se pratique généralement pour empêcher la dégradation de la qualité de l'eau et l'eutrophisation du réservoir. Compte-tenu du faible temps de renouvellement de la masse d'eau (17 heures), ce risque est faible pour Kaléta, quant bien même toute la biomasse végétale présente resterait sur pied.

En revanche, un déboisement partiel de la cuvette peut être préconisé afin de répondre à plusieurs objectifs : (i) limiter en partie une dégradation de la matière organique (ii) utilisation des ressources ligneuses avant leur ennoiement (bois de feu, bois de construction, grands arbres pour la construction des pirogues) ; (iii) dégagement de couloirs pour la traversée en pirogue d'une rive à l'autre ; (iv) déboisement de la cuvette sur une distance d'une centaine de mètres à l'amont immédiat de l'usine (sécurisation de l'aménagement).

Dans ce but, il serait nécessaire de :

- réaliser une enquête auprès des communautés riveraines pour identifier leurs souhaits en matière de zones à déboiser.

- établir un cahier des charges pour les travaux de déboisement.
- mettre à disposition du bois de construction et du bois de feu en accord avec les autorités villageoises.

#### **2.5.1.2 Information des populations et la prévention vis-à-vis des lâchures du barrage de Kaléta.**

L'objectif de cette mesure est de prendre toutes des dispositions possibles pour atténuer les risques liés aux variations de débit et de hauteur d'eau engendrées par le barrage, principalement en raison de lâchures de vannes de chasse.

Pour cela, il sera nécessaire de réaliser une étude hydraulique complémentaire pour quantifier les variations de hauteur d'eau en fonction de différentes hypothèses de gestion du barrage.

Une enquête auprès des communautés riveraines permettra d'identifier plus précisément les problèmes potentiels et les solutions à apporter.

Au final, un plan d'action sera défini, pour la mise en place d'un système d'avertisseur sonore et de signalisation, de consignes de gestion du barrage, et d'une campagne de sensibilisation.

### **2.5.2 Mesures de suivi environnemental.**

Le suivi environnemental post-projet fait partie intégrante de l'évaluation environnementale au titre des directives de la BAD, et doit être défini au stade de l'EIE. Ce principe, bien qu'il ne figure pas dans la réglementation guinéenne, est stipulé dans les directives EIE de la Banque Africaine de développement, bailleur de fond du projet.

Le "Projet Impact Garafiri" (PIG) effectué de 1998 à 2002, a mis en place un plan de suivi afin de mesurer les effets du barrage de Garafiri sur plusieurs composantes physiques et biologiques du milieu fluvial et du milieu estuarien, mais sur une durée trop courte pour mesurer les incidences à long termes.

Le rétablissement d'un tel suivi sur une période suffisante, permettrait de mesurer les incidences sur le long terme des barrages de Garafiri et de Kaléta, et de l'éventuel projet de Souapiti. Les actions suivantes permettraient ainsi d'atteindre cet objectif.

#### **2.5.2.1 Remise en service du réseau de station hydrologique.**

En premier lieu, la mise en place d'un système pérenne de suivi hydrologique du Konkouré permettrait d'obtenir une base de données utile à la gestion des barrages et du fleuve, mais également pour la conception des futurs aménagements.

Pour cela le réseau de stations limnimétriques devra être remis en état et ré-étalonné. L'embauche et la formation de lecteurs habitant à proximité du site seront nécessaires, ainsi que l'organisation de la collecte et du traitement des données.



**Photo. 2-6** - Station limnimétrique de Douala Firi Firi en aval de Kaléta (L. Trébaol).

#### 2.5.2.2 Mise en place d'un suivi environnemental du milieu fluvial et estuarien.

Le suivi environnemental, sur une période minimale de 10 ans permettrait de déterminer l'évolution du milieu fluvial et estuarien suite à l'aménagement hydroélectrique du Konkouré.

En premier lieu, les milieux fluvial et estuarien doivent faire l'objet d'un suivi sur l'évolution de leur dynamique sédimentaire, par l'intermédiaire d'échantillonnages des MES réguliers au niveau de sites adaptés, mais également par un suivi par images aériennes. Il sera possible d'évaluer les effets du piégeage par les barrages sur les processus d'érosion et de sédimentation, particulièrement dans la mangrove.

Le suivi des peuplements piscicoles, en tant qu'indicateur des conditions du milieu, pourrait être réalisé par l'intermédiaire de pêches électriques, en étiage et en hautes eaux, sur un pas de temps de 5 ans, aussi bien sur le Konkouré que dans l'estuaire. Ces pêches seraient réalisées au niveau des stations suivi lors du PIG (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*), afin de pouvoir observer une évolution sur une période plus grande.

L'estuaire sera également soumis au suivi des populations d'huîtres de mangroves, dans les principaux chenaux du delta (Konkouré, Sankiné,...), sur un pas de temps plus serré de trois ans, car elles sont un excellent indicateur des modifications du milieu estuarien apportées par l'aménagement du fleuve (salinité, durée d'immersion,...).

## Synthèse.

Le projet hydroélectrique de Kaléta, soumis aux procédures d'EIE de la Banque Africaine de Développement et de la Guinée pour être validé, se situe dans un contexte déjà profondément perturbé. Le barrage de Garafiri régule le régime hydrologique du fleuve, par un écrêtement des crues et un fort soutien d'étiage, dont les effets se font ressentir jusque dans l'ensemble du delta.

Le barrage de Kaléta étant conçu pour fonctionner au fil de l'eau, le régime hydrologique du fleuve jusqu'à l'estuaire ne sera pas significativement différent du régime déjà régularisé. Seul le secteur en aval immédiat du futur aménagement sera soumis à un possible marnage lié aux modalités de fonctionnement du barrage.

De ce fait, l'aménagement n'aura théoriquement que de très faibles effets, difficilement qualifiables et quantifiables, sur le milieu aval (fluvial et estuarien) que ce soit du point de vue des composantes physiques, biologiques et humaines, d'autant plus si le projet hydroélectrique de Souapiti se réalise.

Le blocage des sédiments sera limité par la présence d'une vanne de chasse. Toutefois, les impacts des opérations de relargage des sédiments seront variés en fonction des modalités de gestions.

Le programme de mesures à mettre en place est ainsi de ce fait assez limité. Toutefois face aux directives de la BAD, un suivi est nécessaire pour mesurer les effets sur le long terme. Il s'intégrera en parti dans la continuité de l'ancien suivi mis en place pour le barrage Garafiri.

La construction du barrage provoquera toutefois des impacts importants au niveau de la future zone de retenue (modification du peuplement piscicole, déplacement de populations, baisse de productivité de la pêche en raison de techniques non adaptées au milieu lentique,...) qui doivent être pris en compte dans le rapport d'étude d'impact entrant dans la procédure d'EIE pour la validation du projet par le financeur, et l'administration guinéenne.

## Conclusions et réflexions.

Les grands barrages, tels que définis par la Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB) sont caractérisés par une hauteur supérieure à 15 m ou un volume de retenue supérieur à trois millions de m<sup>3</sup>.

De par leur fonction (irrigation, hydroélectricité, alimentation en eau potable, soutien d'étiage et écrêtement des crues,...), ils présentent de grands intérêts pour les populations et les activités économiques. Au niveau mondial, ils assurent 30 à 40% des surfaces irriguées, près de 15 % de la production alimentaire, et 19 % de la production d'électricité.

Toutefois, malgré ces avantages en terme de développement, ils génèrent de nombreux impacts sur le fonctionnement de l'hydrosystème, aussi bien en amont par la création d'une retenue, qu'en aval par les modifications hydrosédimentaire. Les usages de ces milieux se retrouvent ainsi perturbés, avec de nombreuses conséquences sur les populations.

Les trois principales sources d'impacts liés aux barrages sont (i) la régularisation des écoulements naturels, (ii) le piégeage des sédiments et (iii) la possible dégradation des eaux de fond dans les réservoirs. Il en résulte des modifications profondes des dynamiques hydrosédimentaires fluviales et estuariennes, déstabilisant les équilibres existants, aussi biologiques (flore et faune) que socio-économiques (activités liées aux milieux aquatiques).

Le dysfonctionnement des plaines d'inondation et des zones humides, la disparition d'habitats naturels, la diminution de la biodiversité, la perte de secteurs de pêche,... sont autant d'impacts négatifs générés par l'aménagement de grands barrages. Toutefois des impacts positifs peuvent également apparaître tels que la création de retenue au potentiel halieutique, le développement de productivité rizicole par recul du front salin estuarien,...

Cependant, en raison des contextes toujours différents, chaque cas de barrage présente des impacts spécifiques. Aussi, dans le cadre du projet Kaléta en Guinée, il a pu être évalué que la construction du barrage "au fil de l'eau" ne semblerait pas générer d'impacts notables supplémentaires sur le milieu aval, car déjà profondément modifié par la mise en eau du barrage réservoir de Garafiri.

Par ailleurs, les impacts n'apparaissent pas uniquement suite à la phase d'aménagement, mais aussi pendant les phases de travaux et les opérations exceptionnelles, telles que les opérations de vidange pour des raisons d'inspection ou d'urgences liées à un problème de sécurité.

Une telle opération, en prenant exemple sur le projet de vidange de Cotatay, crée en premier lieu une modification provisoire du régime hydrologique déjà régulé, en général sans grandes conséquences car les débits de vidanges sont inférieurs à ceux des crues. En revanche le risque d'entraînements de sédiments et d'eaux profondes de mauvaises qualités peut particulièrement causer des dégâts importants sur le milieu aval.

Pendant longtemps, les constructions et les vidanges de barrages étaient effectuées sans soucis de prévision de ces différents impacts. Il était alors nécessaire de les gérer après coup, particulièrement lorsque les pressions des détracteurs (populations affectées et ONG) étaient suffisamment importantes. A mesure que le bilan entre les aspects bénéfiques et négatifs des barrages était mieux évalués et connus, les nouveaux projets étaient de plus en plus remis en cause.

L'évaluation des impacts environnementaux (EIE), outil d'anticipation et de concertation entre les différentes parties prenantes, a été progressivement intégrée dans les réglementations nationales et les directives des bailleurs de fonds. Appliqué aux projets de barrages, qui de part leur ampleur sont obligatoirement soumis à EIE, cet outil a permis d'intégrer les préoccupations environnementales et sociales dans les procédures d'autorisation de ces projets.

L'objectif est de proposer la mise en œuvre, dès le stade du projet, de mesures d'accompagnement environnementales et sociales, pour atténuer ou compenser les impacts négatifs et maximiser les impacts positifs. Cette procédure implique un jeu d'acteur entre le maître d'ouvrage, les autorités administratives et/ou financières pour l'examen du projet et la décision d'acceptation, mais également le public dans le cadre de procédure de consultation (enquête publique ou audience publique).

Les exemples du Cotatay et de Kaléta développés dans ce rapport illustrent l'application de l'EIE dans deux contextes très différents.

L'EIE doit ainsi être un outil de décision partielle pour autoriser un projet ou l'interdire lorsque les impacts négatifs ne sont pas jugés acceptables par rapport aux avantages que le barrage peut apporter.

## BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES CONSULTÉS

### PROJET DE VIDANGE DE COTATAY

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, 2003. *Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières de la Loire – Bilan de l'année 2003*. Rapport FDAAPPMA 42. 60 p. + annexes.

COYNE ET BELLIER, 1981. *Barrage de la ville du Chambon-Feugerolles, Installations techniques - Vue en plan du barrage avec tuyauterie de prise d'eau et vidange. 1/100 et 1/200*. Ville de Chambon-Feugerolles - Dossier du Propriétaire. 1p.

COYNE ET BELLIER, 1985. *Barrage du Cotatay - Vue en plan de la retenue - Courbe hauteur/surface et hauteur/volume*. Le Chambon Feugerolles. 1p.

COYNE ET BELLIER, 1986. *Barrage du Cotatay - Etude géologique*. Le Chambon Feugerolles. 5p.

COYNE ET BELLIER, 1986. *Barrage du Cotatay - Etude hydrologique*. Le Chambon Feugerolles. 43p.

COYNE ET BELLIER, 1988. *Barrage du Cotatay, Cahier des graphiques d'exploitation du barrage de 1970 à 1990*. 8p.

COYNE ET BELLIER, 1992. *Barrage du Cotatay, Dossier du propriétaire, Document ancien décrivant le barrage lors de sa construction*. Annales des pont et chaussées de 1908 n°67. 17p.

COYNE ET BELLIER, 1997. *Barrage du Cotatay, Inspection subaquatique décennale du 26 au 30 m&i 1997 - Avis de Coyne et Bellier après lecture du rapport de l'entreprise O'CAN*. Ville de Chambon-Feugerolles. 8p

COYNE ET BELLIER, 2006. *Barrage du Cotatay - Dossier de prise en main*. Le Chambon-Feugerolles. 16p.

DDE DE LA LOIRE, 1995. *Fiche synoptique du barrage du Cotatay*. Service hydraulique, Service du contrôle des barrages. 6p.

MERIAS J.C., 2004. *Diagnostic piscicole du bassin versant de l'Ondaine - Etude de l'habitat des différent cours d'eau - Etat des peuplements*. Rapport de stage. FDAAPPMA 42. 41 p.

O'CAN, 1997. *Barrage du Cotatay, Inspection subaquatique du parement amont, Compte-rendu*. Ville du Chambon-Feugerolles. 13 p.

SAGE ENVIRONNEMENT, 2004. *Etat zéro du contrat de rivière Ondaine et affluents*. Syndicat intercommunal de la vallée de l'Ondaine. 69p.

SAUNIER & ASSOCIES, 2005. *Dossier de demande d'autorisation d'utilisation de l'eau pour la consommation humaine, I. Qualité de l'eau de la ressource*. Ville du Chambon-Feugerolles. 37p.

SOGETRAM RHONE-ALPES, 1982. *Visite du parement amont du barrage du Cotatay. Plan au 1/200*. Ville du Chambon-Feugerolles. 1p.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ONDAINE, DDE LOIRE, 2001. *Contrat de rivière - Ondaine et affluents - 2002-2008, Document principal*. 73p.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ONDAINE, DDE LOIRE, 2001. *Contrat de rivière - Ondaine et affluents - 2002-2008, Annexes : fiches des opérations*. 73p.

VILLE DU CHAMBON-FEUGEROLLES, 1986. *Compte-rendu journalier des travaux de réfection du parement amont du barrage Cotatay*. Services techniques. 42 p.

VILLE DE CHAMBON-FEUGEROLLES, 1998. *Essai de du 22 avril 1998 sur le temps de propagation de l'onde d'écoulement et des hauteurs d'eau dans la rivière, à l'aval du barrage de Cotatay*. Services Techniques. 2p.

## **PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE KALETA.**

AFONSO V., 1998. *Contribution à l'étude d'impact du barrage de Garafiri sur la qualité des eaux et les écosystèmes aquatiques du Konkouré (République de Guinée)* – Rapport de stage. Université de Bourgogne. DESS Espace rural et Environnement. 77 p.

BANGOULA A.K., 1993. *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar*. O5. 4 p.

BANGOURA I., ARSENAULT D., 1993. *Rapport d'inventaire forestier*. - République de Guinée, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 24 p.

BCEOM, 1994 – *Actualisation de l'étude environnementale du projet Garafiri. Rapport final* – République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Secrétariat d'Etat aux énergies. 109 p.

BCEOM, 1999. *Etude d'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré – Hydrodynamique et dynamique sédimentaire* – Rapport de première année. 27p.

CCE, SECA, 1993. *Plan d'aménagement forestier des mangroves de la baie de Sangareya – Document n°13/93* – République de Guinée, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 245p.

CERESCOR, 1992. *Rapport annuel de 1992*.

COYNE ET BELLIER, EDF, 1995. *Aménagement hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré – Etude de définition technique et organisationnelle du plan de suivi environnemental du bassin versant du Konkouré* – République de Guinée – Ministère de l'énergie et de l'Environnement. 90p.

COYNE & BELLIER, EDF, HYDROCONSULT INTERNATIONAL, 1996 – *Aménagement hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré (Guinée). Synthèse de l'hydrologie* - République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles, de l'énergie et de l'Environnement. 26 p.

DAGET J., 1958. *Les eaux et les poissons du haut et moyen Konkouré*. Rapport de mission - Laboratoire d'hydrobiologie de Diafarabé. 4p.

HUGUENY B., CAMARA S., SAMOURA B., MAGASSOUBA M., 1996. *Applying an index of biotic integrity based on fish assemblage in a West African river*. Hydrobiologia 331. p.71-78.

HYDROCONSULT INTERNATIONAL, 1994 – *Aménagement hydroélectrique de Kaléta sur le Konkouré. Synthèse des données de bases. Hydrologie* - République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles, de l'énergie et de l'Environnement. 40 p.

IRD CONAKRY, 2002. *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré* – Note de synthèse. 6p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2000 - *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré - Rapport d'étape Année 2 - Tome 1 à 4* - République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 350 p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2001 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Rapport d'étape. Année 3. Tome 1 Rapport principal* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique. 113 p.



IRD-BCEOM-BRLi, 2003 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Rapport final.* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique. 278 p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2003 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Annexes sur CD-rom.* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique.

LEVEQUE C., PAUGY D., TEUGELS G.G., ROMAND R., 1989. *Inventaire taxonomique et distribution des poissons d'eau douce des bassins côtiers de Guinée et de Guinée-Bissau.* Rev. Hydrobiol. Trop. 22(2). p. 107-127.

OBSERVATOIRE DE GUINEE MARITIME, 2005. *Rapport d'étape.* République de Guinée. 664 p.

ORANGE D., 1990. *Hydroclimatologie du Fouta-Djalou et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'ouest).* Thèse, Univ. L. Pasteur de Strasbourg, 213 p.

ORSTOM-BCEOM-BRLi, 1996 – *Termes de référence du suivi de l'impact du barrage de Garafiri et de Kaléta sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré* – République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 42 p.

ORSTOM-BCEOM-BRLi, 1998 - *Impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré - Offre techniques* - République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 42 p.

ROCHE ET AL., 1958. Monographie du Konkouré. **BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES CONSULTÉS**

RUE O., 1995. *Expertise des impacts possibles du barrage de Garafiri sur les mangroves du Konkouré. Annexe 3 in* COYNE ET BELLIER, EDF, 1995. *Etude de définition technique et organisationnelle du plan de suivi environnemental du bassin versant du Konkouré* – République de Guinée – Ministère de l'énergie et de l'Environnement. 15p.

SAMOURA K., FERRY L., CARN M., CAMARA S., 2002. *Impacts environnementaux et sociaux des aménagements hydroélectriques sur les estuaires d'Afrique de l'Ouest : cas de l'estuaire du Konkouré en Guinée.* 15 p.

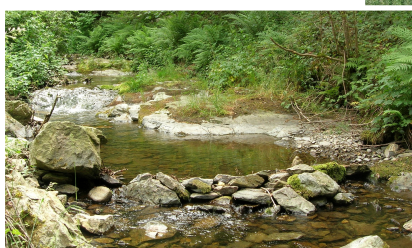
TREBAOL L., LEMOALLE J., 1999 – *Contribution au volet qualité des eaux. Suivi environnemental du projet hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré.* IRD Conakry. 55p.

WOLANSKI E., 1995. *Rapport d'étude sur l'écologie des mangroves de la baie de Sangareya – Document n°17/95.* Ministère de l'agriculture de l'élevage et des forêts. 25 p.

## **EVALUATION DES IMPACTS DES BARRAGES SUR LE MILIEU AVAL**

### **ETUDE DE DEUX PROJETS :**

**LA VIDANGE DU BARRAGE DE COTATAY (DEPARTEMENT DE LA LOIRE, FRANCE),  
L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE KALETA (GUINEE MARITIME).**



**Rapport de stage 2006 - IUP IMACOF**



**Maître de stage : Loïc Trébaol - Consultant indépendant environnement et ressources des milieux aquatiques.**

## Contexte du stage

La troisième année d'IUP IMACOF (Ingénierie des Milieux Aquatiques et Corridors Fluviaux), permet de mettre en application les connaissances acquises au cours de la formation, par l'intermédiaire d'un stage en milieu professionnel.

J'ai réalisé ce stage, de mars à août 2006, en tant qu'assistant de Loïc Tréabol, consultant indépendant dans le domaine de l'environnement et des milieux aquatiques.

L'objectif qui m'a été donné était de travailler principalement sur l'élaboration de deux dossiers d'Evaluation des Impacts Environnementaux de projets liés à des barrages dans des contextes différents : le dossier d'incidence "Loi sur l'eau" de la vidange du barrage de Cotatay dans le département de la Loire, et l'étude d'impact du projet de barrage hydroélectrique de Kaléta sur le fleuve Konkouré en Guinée.

Parallèlement à ces deux études, j'ai contribué à la préparation d'assistance technique pour la vidange de deux retenues en France (barrage de l'Ondénon dans le département de la Loire, barrage de Dardennes dans le Var), mais aussi à l'élaboration de documents pédagogiques pour une formation à l'évaluation environnementale.

J'ai pu également participé à l'évaluation du plan de gestion environnementale d'un projet pétrolier off-shore au large de la Mauritanie.

En plus de ces études, j'ai pu collaborer au fonctionnement de l'entreprise en contribuant à plusieurs tâches diverses, tel que l'élaboration de proposition financière et méthodologique en réponse à des appels d'offre, la comptabilité des notes de frais,...

Suite à ce stage, je continuerais à travailler au sein du bureau, pour participer à l'assistance des vidanges de barrages citées précédemment, mais également pour élaborer un nouveau dossier d'incidence au titre de la "Loi sur l'eau" d'une vidange de barrage.

# Sommaire.

<b>Contexte du stage.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction. ....</b>	<b>8</b>
<b>1 Le projet de vidange du barrage de Cotatay (département de la Loire, France). ...</b>	<b>10</b>
1.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de vidange.....	11
1.2 L'état de référence du site et de son environnement.....	11
1.2.1 Le barrage de Cotatay.....	13
1.2.2 La retenue. ....	14
1.2.3 Le Cotatay et son bassin versant. ....	15
1.3 L'opération de vidange en projet. ....	20
1.3.1 Abaissement et vidange jusqu'à la prise basse.....	20
1.3.2 Vidange du culot.....	20
1.3.3 Assec de la retenue.....	21
1.4 Evaluation des impacts prévisibles sur le milieu aval. ....	22
1.4.1 Les incidences hydrauliques. ....	22
1.4.2 Incidences sur la qualité des eaux. ....	23
1.4.3 Risque d'entraînement des vases. ....	24
1.4.4 Incidences sur le peuplement piscicole. ....	24
1.4.5 Incidences sur les usages de l'eau. ....	25
1.4.6 Incidences des travaux.....	25
1.5 Définition des mesures correctrices et de suivi.....	26
1.5.1 Mesures avant vidange. ....	26
1.5.2 Mesures pendant la vidange. ....	27
1.5.3 Mesures après la vidange .....	33
<b>2 Projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta (Guinée Maritime). ....</b>	<b>35</b>
2.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de barrage de Kaléta. ....	36
2.1.1 Directives de la Banque Africaine de Développement. ....	36
2.1.2 Réglementation Guinéenne.....	36

<b>2.2</b>	<b>Etat de référence de l'environnement.....</b>	<b>36</b>
2.2.1	Caractéristiques générales du milieu fluvial. ....	38
2.2.2	Caractéristiques générales du milieu estuarien. ....	44
<b>2.3</b>	<b>L'opération d'aménagement hydroélectrique en projet.....</b>	<b>50</b>
<b>2.4</b>	<b>Evaluation des incidences sur le Konkouré aval et son delta. ....</b>	<b>51</b>
2.4.1	Incidences sur l'hydrologie du fleuve et de l'estuaire. ....	51
2.4.2	Modification des débits. ....	51
2.4.3	Marnages liés au fonctionnement de l'usine. ....	51
2.4.4	Incidences sur la dynamique hydrologique estuarienne. ....	51
2.4.5	Incidences sur la qualité des eaux. ....	51
2.4.6	Incidences sur le transport solide et les dynamiques sédimentaires.....	52
2.4.7	Incidences sur la végétation et la faune. ....	52
2.4.8	Incidences sur les activités humaines. ....	53
<b>2.5</b>	<b>Définition des mesures d'atténuation et de suivi du milieu aval. ....</b>	<b>53</b>
2.5.1	Mesure d'atténuation des impacts prévisibles de Kaléta.....	53
2.5.2	Mesures de suivi environnemental. ....	54
	<b>Conclusions et réflexions. ....</b>	<b>57</b>

## **Index des photographies;**

Photo. 1-1 - Vue du parement amont du barrage. ....	13
Photo. 1-2 - L'ouvrage brise charge.....	14
Photo. 1-3 - La retenue de Cotatay vus depuis le barrage. ....	15
Photo. 1-4 - Le Cotatay dans le secteur engorgée. ....	16
Photo. 1-5 - Le Cotatay dans l'ancienne vallée industrielle. ....	17
Photo. 1-6 - Le seuil jaugeur de l'ouvrage brise-charge. ....	27
Photo. 1-7 - L'ouvrage brise-charge et l'ancien bief aval. ....	30
Photo. 1-8 - Seuil jaugeur amont pour la mesure des apport à la retenue. ....	32
Photo. 2-1 - Le Konkouré aux chutes de Kaléta .....	38
Photo. 2-2 - Végétation et cultures sur les versant de la vallée du Konkouré. ....	42
Photo. 2-3 - Pêche traditionnelle au filet maillant sur le Konkouré. ....	43
Photo. 2-4 - La mangrove dans le delta du Konkouré. ....	47
Photo. 2-5 - Bateaux de pêche et bois de mangroves exploité. ....	49
Photo. 2-6 - Station limnimétrique de Douala Firi Firi en aval de Kaléta . ....	55

## **Index des figures**

Figure 1-1 - Le bassin versant du Cotatay et son réseau hydrographique. ....	12
Figure 1-2 - Evolution du niveau de la retenue sur la période de 1997 à 2005. ....	14
Figure 1-3 - Débits moyens mensuels entrant dans la retenue .....	18
Figure 1-4 - Descente du plan d'eau pendant la vidange .....	20
Figure 1-5 - Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange contre l'entraînement des vases (variante B). ....	29
Figure 1-6 - Aménagement du bassin de réception et de l'ancien bief aval contre l'entraînement des vases. ....	31
Figure 2-1 - Bassin versant du Konkouré en Guinée.....	37
Figure 2-2 - Comparaison entre les débits naturels reconstitués du Konkouré et régulés par le barrage de Garafiri .....	40
Figure 2-3 - Le delta du Konkouré. ....	45
Figure 2-4 - Emplacement du projet de barrage de Kaléta .....	50

## **Index des tableaux**

Tableau 1-1 - Temps de remplissage du culot en fonction des débits d'apport du Cotatay ..	21
Tableau 1-2 - Temps de remplissage de la prise basse à la prise haute en fonction des débits d'apport. ....	21
Tableau 1-3 - Estimation des temps de vidange.....	22
Tableau 2-1 - Caractéristiques des principaux bras du Konkouré .....	44
Tableau 2-2 - Caractéristiques morphométriques et hydrauliques du réservoir du projet Kaleta.....	50

## **Introduction.**

Des barrages sont aménagés sur les cours d'eau depuis des milliers d'années afin d'assurer l'approvisionnement en eau potable des populations, d'irriguer des champs, maîtriser les crues, produire de l'énergie hydraulique, ou alimenter l'industrie.

À partir de 1950, les gouvernements, ou le secteur privé dans certains pays, ont construit un nombre croissant de barrages proportionnellement à la croissance démographique et au développement économique. Il existe ainsi près de 45 000 grands barrages (hauteur sur fondaison supérieure à 15 m) à travers le monde, et près de 800 000 petits barrages. Actuellement, il existe 160 à 320 nouveaux projets de grands barrages dans le monde par an.

Avec le vieillissement, les problèmes d'entretien et de sécurité des barrages deviennent un sujet de préoccupation croissant.

En France, le nombre de barrage "intéressant la sécurité publique" est d'environ 550, et sont soumis à des procédures de suivi et d'inspection réglementaires

Toutefois malgré les nombreux avantages que fournissent les barrages, ceux-ci génèrent de nombreuses incidences sur leur environnement, d'autant plus lorsque aucune mesure correctrice ou d'accompagnement n'est mise en place.

Dans ce cadre, le choix du thème du présent mémoire s'est porté, en concertation avec mon maître de stage (Mr. Trébaol), sur la présentation successive de deux études d'évaluations des impacts environnementaux (EIE) de projets liés aux barrages :

- le projet de vidange du barrage de Cotatay dans le département de la Loire (France),
- le projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta sur le Konkouré (Guinée).

Il s'agira en particulier de se focaliser sur les incidences prévisibles sur le milieu aval dans ces deux contextes environnemental et humain très différents l'un de l'autre.

Pour cela, chacun des projets va être présenté selon la démarche du rapport d'étude d'impact, document s'intégrant dans les procédures d'EIE, et dont le but est d'éclairer les choix et les prises de décision des administrations ou des financeurs, sur la faisabilité des projets soumis à autorisation.

Au regard des lois nationales ou des directives internationales, les rapports d'études d'impact présentent une base commune, qui sera utilisé pour chacun des deux projets présentés.

En premier lieu, les limites de l'aire d'étude seront définies, ainsi que l'état de référence de l'environnement en relation avec le projet et ses activités connexes. Il s'agit de présenter les composantes physique, biologique et humaine du milieu.



Ensuite, le projet et plus particulièrement ses composantes en interaction avec le milieu seront définies. Le premier cas correspondra à la vidange du barrage de Cotatay et à ses modalités de gestion, le second étant la mise en place du barrage au fil de l'eau de Kaléta sur un secteur de chutes naturelles sur le fleuve Konkouré.

L'objectif de ces deux premières parties est d'identifier et hiérarchiser les impacts prévisibles résultant de l'interaction du projet sur l'ensemble des composantes du milieu. Cette évaluation sera focalisée sur les incidences sur le milieu aval, qui diffèrent particulièrement selon les contextes, et qui peuvent être directes ou indirectes, temporaires ou permanentes, et aux effets cumulatifs.

En dernier lieu, il sera proposé un programme de mesures à établir pour éliminer, réduire ou limiter les effets négatifs du projet, ou au contraire pour les préserver et les développer lorsque ils sont positifs pour le milieu et les usages qui en sont fait. Ces mesures peuvent être technique (transformation du projet ou de ses modalités de fonctionnement, aménagements supplémentaires,...), sociopolitique (mise en place de comité, réglementation,...) ou économique (dédommagement financier, investissement,...).

Aussi, afin d'introduire chacun des deux projets, le cadre réglementaire et institutionnel dans lesquels ils s'inscrivent sera présenté succinctement. En effet, qu'il s'agisse de lois nationales ou de directives internationales, chacun des projets est soumis à une réglementation leur imposant une procédure d'évaluation des impacts environnementaux afin de pouvoir être validé.

Pour finir, la conclusion ces deux contextes permettra de donner plusieurs réflexions sur les barrages et leurs incidences générales sur les hydrosystèmes aval et les composantes humaines associées.

Le but de ce mémoire est ainsi de présenter succinctement les incidences sur les milieux aval, et les mesures possibles pour y remédier, de projets liés aux barrages, sur la base de deux dossiers d'étude d'impact s'intégrant dans des procédures d'évaluations des impacts environnementaux.



## **1 Le projet de vidange du barrage de Cotatay (département de la Loire, France).**

---



## **1.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de vidange.**

Les barrages en France sont soumis à un cadre réglementaire précis que se soit du point de vue de leur construction, des modalités de fonctionnement et de la protection des populations et de l'environnement.

Propriété de la Commune de Chambon-Feugerolles (département de la Loire - France), le barrage de Cotatay est classé « *intéressant la sécurité publique* ».

A ce titre, il est soumis à des visites annuelles de contrôle et à des inspections décennales, dont la prochaine est prévue en 2008, avec "*examen des parties habituellement noyées de l'ouvrage (...), effectuées en principe après vidange complète de la retenue* " (Circulaire n°70-15 du 14 août 1970 modifiée par circulaire n°TE/8562 du 29 septembre 1983).

Une telle opération présente un grand nombre d'impacts et d'effets possibles sur le milieu aval, en raison d'un apport artificiel en eau dans le cours d'eau. Ces incidences sont plus ou moins marquées selon les conditions du milieu (BV, retenue,..) et les modalités de gestion de la vidange.

Compte tenus de ces effets potentiels, de la superficie de la retenue (> 1 ha) et de la catégorie du cours d'eau récepteur (1ère catégorie), le projet de vidange du Cotatay est soumis à autorisation préfectorale au titre de la Loi sur l'eau (rubrique 2.6.2 du décret n° 93-743 du 29 mars 1993).

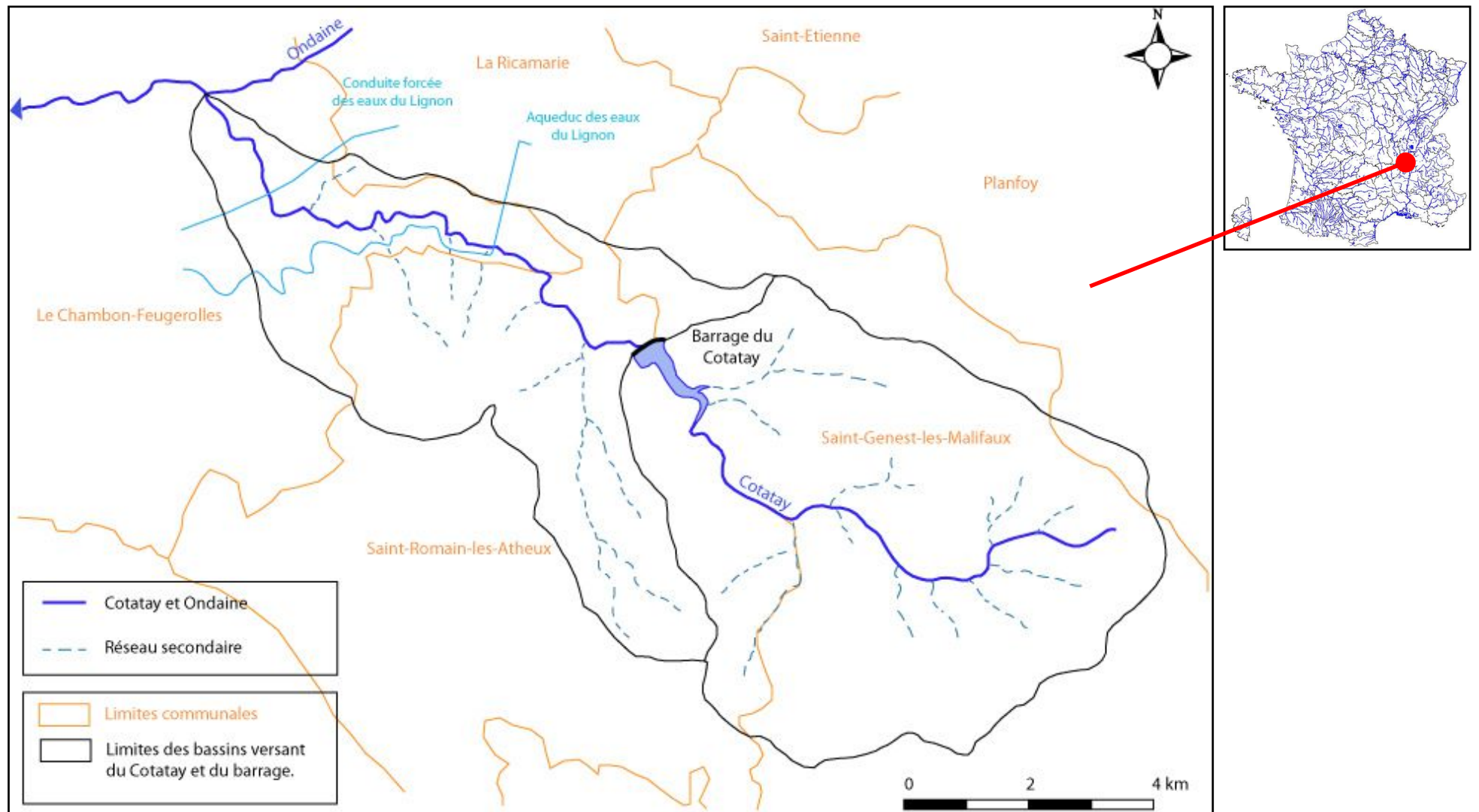
Cette demande d'autorisation doit être accompagnée d'un document d'incidence, qui doit évaluer "compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, y compris le ruissellement ...". Il sera précisés "s'il y a lieu les mesures compensatoires ou correctives envisagées"

Ces mesures peuvent être instaurées en accord avec l'Arrêté Ministériel du 27 août 1999 qui fixe les "*prescriptions générales applicables aux opérations de vidange de plan d'eau soumises à déclaration*", qui sert habituellement de base pour les vidanges de plans d'eau soumise à autorisation.

Le dossier sera soumis à un l'examen par les services administratifs, qui aboutira à l'autorisation préfectorale si le projet proposé est conçu de façon rigoureuse sur les plans environnemental et économique.

## **1.2 L'état de référence du site et de son environnement.**

L'état de référence présente l'ensemble des éléments du site et de son environnement qui risquent d'interférer avec le projet d'opération de vidange, et dont la compréhension est nécessaire pour évaluer impacts aval prévisibles, à savoir l'aménagement existant (barrage et retenue) ainsi que le cours d'eau aval dans son état actuel.



**Figure 1-1 - Le bassin versant du Cotatay et son réseau hydrographique.**

## 1.2.1 Le barrage de Cotatay

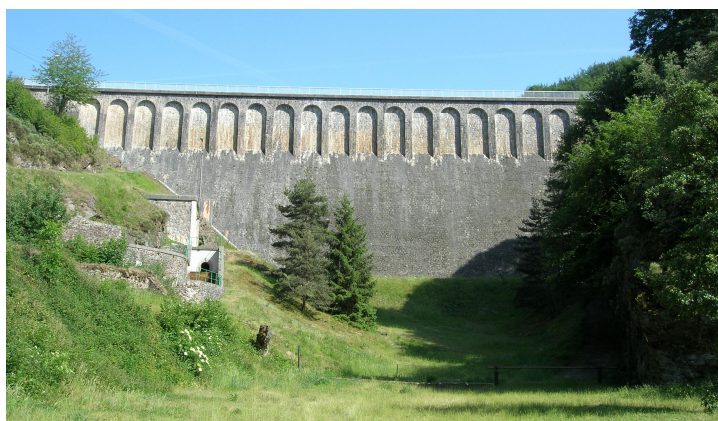
### 1.2.1.1 Localisation et situation administrative.

Le barrage du Cotatay, mis en eau en 1905, est situé sur le ruisseau du même nom, affluent rive gauche de l'Ondaine (affluent rive droite de la Loire), à une dizaine de kilomètre au sud-ouest de Saint Etienne dans le département de la Loire (42) (*Figure 1-1*).

Propriété de la Ville de Chambon-Feugerolles, le barrage de Cotatay constitue actuellement la principale ressource en eau potable des 14 000 habitants de la commune située à cinq kilomètres en aval. Le barrage et l'usine de potabilisation sont exploités en régie, et actuellement la consommation moyenne d'eau annuelle est de l'ordre de 1 000 000 m<sup>3</sup>.

### 1.2.1.2 Description générale de l'ouvrage.

Le barrage de Cotatay est un ouvrage de type poids en maçonnerie, d'une hauteur de 38,50 m au dessus du fond naturel du cours d'eau. La crête, d'une longueur de 118 m à la cote 703,50 m NGF, est aménagée avec une voie de passage de 4,60m (*Photo. 1-1*).



**Photo. 1-1 - Vue du parement amont du barrage.**

Le barrage est équipé de deux prises d'eau, situées à 14 m et 24 m de profondeur, insérées dans des enceintes maçonnées protégées par des grilles. Chacune débouche sur une conduite ( $\varnothing 500$ ) protégée par une crépine. La conduite supérieure (714 m NGF) est utilisée pour le captage en eau brute pour l'AEP, et la basse (703,5 m NGF) pour la vidange du plan d'eau (COYNE ET BELLIER, 1981).

La chambre des vannes, en pied de barrage, est équipé d'un système by-pass qui permet de mettre en communication les deux conduites. Ce système permet d'utiliser exceptionnellement la prise basse pour l'alimentation en eau brute, et à l'inverse de vider partiellement la retenue par la prise haute.

Les eaux de vidange se déversent dans un ouvrage brise-charge, constitué par une fosse de dissipation d'énergie, suivie d'un seuil avec une chute de trois mètres et d'un bassin de réception. Elles sont ensuite restituées dans le Cotatay par une conduite souterraine à travers le fond de vallée (COYNE ET BELLIER, 2006).



**Photo. 1-2 - L'ouvrage brise charge**

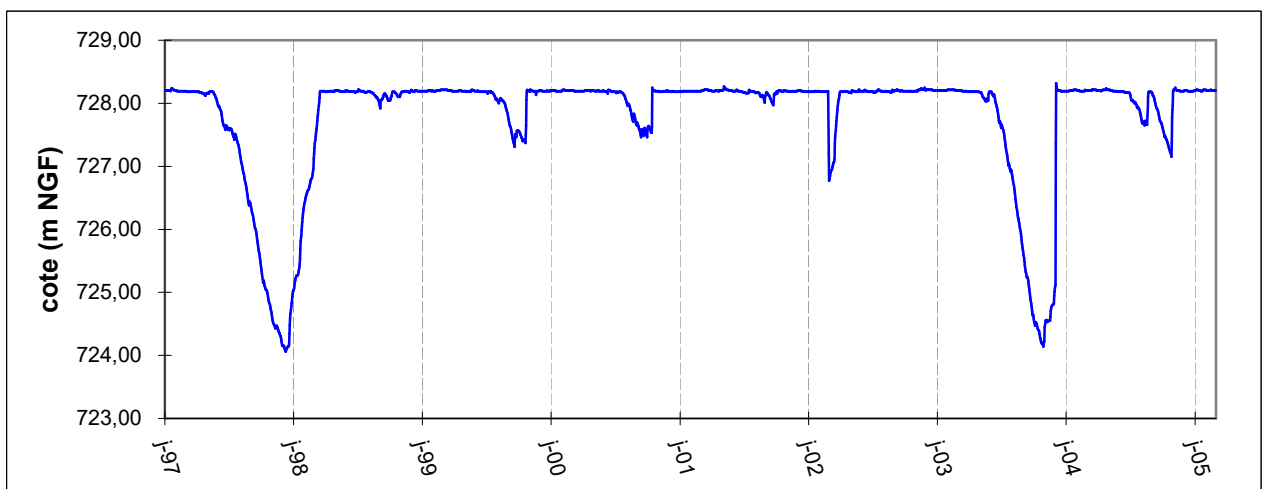
En dehors des périodes de déversement de l'évacuateur de crue, le barrage doit restituer au ruisseau du Cotatay un débit réglementaire de 13,6 l/s correspondant au 1/10<sup>e</sup> du module. La restitution est réalisée par un dispositif de dérivation, munie d'une vanne de réglage, sur la conduite de distribution d'eau brute. Un seuil jaugeur permet de contrôler le débit sortant.

### **1.2.2 La retenue.**

A la cote normale d'exploitation, la retenue est d'une longueur de 860 m, et d'une superficie de sept hectares pour un volume de 920 000 m<sup>3</sup>.

#### **1.2.2.1 Evolution du niveau de la retenue.**

De manière générale, la retenue se situe à la cote normale 728,10 m NGF. En fin d'été - début d'automne, elle connaît un abaissement qui selon les années est plus ou moins marqué (d'une vingtaine de centimètres à près de 4m) et retrouve son niveau normal entre le début d'automne et le printemps (*Figure 1-2*).



**Figure 1-2 - Evolution du niveau de la retenue sur la période de 1997 à 2005 (Coyne et Bellier).**





**Photo. 1-3** - La retenue de Cotatay vue depuis le barrage.

#### 1.2.2.2 Etat d'envasement de la retenue.

La cuvette présente un profil étroit et encaissé, correspondant à l'ancienne vallée naturelle. La base visible du parement amont est située à la cote 697,78 m NGF (O'CAN, 1997), et le fond de l'ancien talweg est maximum à la cote 695 m NGF à 10 en amont du parement (SOGETRAM, 1982). Le fond de la retenue en amont du barrage était constitué de sédiments très fluides et de gravais.

Lors du dernier contrôle décennal, réalisé en 1997 par inspection subaquatique, les deux enceintes apparaissaient en bon état, les grilles n'étant pas endommagées et parfaitement dégagées (O'CAN, 1997, COYNE ET BELLIER, 1997). Les abords de la prise basse, à près de huit mètres du fond naturel, étaient recouverts de vases fluides, sur une épaisseur maximale d'une vingtaine de centimètres.

Aucune analyse n'a été effectuée, mais compte tenu des caractéristiques du bassin versant (BV) (boisements, agriculture extensive, pas d'industrie), il n'y a pas lieu de craindre des concentrations significatives en métaux lourds et micropolluants organiques. Aussi, ce fond de retenue n'a pas de raison de s'être ensasé significativement depuis les deux dernières inspections.

### **1.2.3 Le Cotatay et son bassin versant.**

#### 1.2.3.1 Le réseau hydrographique.

Le Cotatay est un cours d'eau de 10,5 km de long et d'orientation générale sud-est / nord-ouest, pour un bassin versant de 18,5 km<sup>2</sup> (Figure 1-1).

Il prend sa source à une altitude d'environ 1070 m dans le massif granitique du Pilat, et coule dans une vallée encaissée avec une pente relativement forte de 53,1 m / km. Il reçoit plusieurs petits affluents en rive gauche, tous intermittents.

A sa confluence avec l'Ondenon, il forme l'Ondaine, laquelle rejoint la Loire à une dizaine de kilomètres en amont du barrage de Grangent.



Le barrage de Cotatay est implanté sur des micaschistes à 4,5 km de la source, et reçoit les eaux d'un bassin de 10,8 km<sup>2</sup>, soit près de 60% du bassin versant du Cotatay.

#### 1.2.3.2 Occupation du sol.

Le bassin versant en amont de la retenue est principalement occupé par des boisements, aussi bien sur les versant encaissés de la vallée que sur les hauts plateaux, mais également par quelques zones de prairies et de cultures (liées à l'élevage bovin extensif) sur les plateaux à faibles pentes.

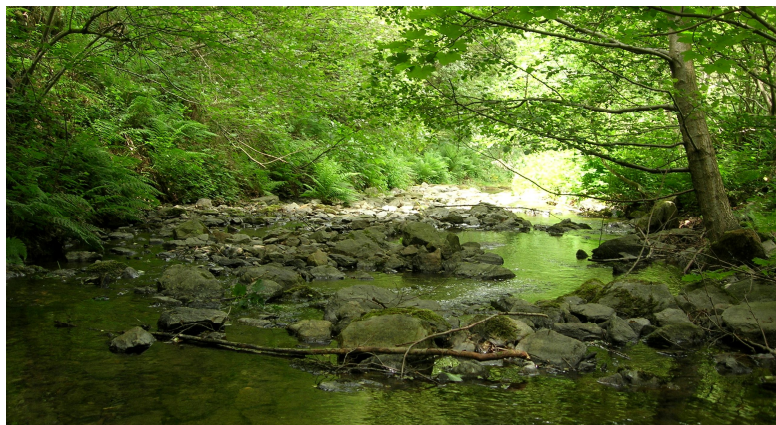
Quelques hameaux et habitations dispersées sont présentes et il n'y a pas de d'activités industrielles.

Le cours d'eau en aval du barrage peut être divisé en trois secteurs :

##### *La vallée engorgée.*

Ce secteur est compris entre le barrage et le premier pont sur le cours d'eau, pour une longueur de près d'un kilomètre.

Le cours d'eau s'écoule, dans un lit de blocs et graviers, en fond de vallée encaissée, boisée et peu anthropisée (*Photo. 1-4*). Il est bordé en rive droite par un chemin d'accès au barrage pour les véhicules de service, et emprunté par les promeneurs.



**Photo. 1-4** - *Le Cotatay dans le secteur engorgée.*

##### *L'ancienne vallée industrielle.*

Ce secteur, de près de 2,8 km de long, se situe entre le premier pont en aval du barrage et l'entrée de la zone urbaine du Chambon-Feugerolles, et est bordé par de nombreuses habitation et anciens ateliers.

Cette partie de la vallée a longtemps utilisé l'eau de la rivière dans le cadre d'activités industrielles (métallurgie, moulins,...). Actuellement les ateliers sont fermés et font place à de nombreuses habitations. Les biefs ont été abandonnés, mais certains restent utilisés comme bassins d'agrément, seul usage actuellement du Cotatay aval.

Le cours d'eau s'écoule sur un substrat grossier (blocs et graviers), et plusieurs petits seuils artificiels permettent le prélèvement d'eau pour les bassins d'agrément. L'entretien régulier réalisé par l'association de riverains, empêche la formation massive d'encombres.

Plusieurs secteurs de berges sont aménagés avec des enrochements ou des murs bétonnés de protection des rives et de la route contre les crues.



**Photo. 1-5 - Le Cotatay dans l'ancienne vallée industrielle.**

*Le secteur urbain du Chambon-Feugerolles.*

Ce tronçon, de 1500 m de long, se situe dans l'agglomération du Chambon-Feugerolles. Il est fortement urbanisé avec de nombreux passages sous des ponts routiers, et de nombreuses protections de berges.

#### 1.2.3.3 Climat et précipitations.

Le climat sur le bassin versant est essentiellement de type continental, avec des hivers secs et froids, et des étés chauds.

Les précipitations moyennes annuelles au droit du barrage sont de l'ordre de 900 mm. Les périodes les plus humides étant la fin du printemps (pluies de printemps), l'été (épisodes orageux) et le début de l'automne. L'hiver est relativement plus sec avec des précipitations sous forme neigeuse (*Coyne et Bellier, données de suivi de 1997 à 2005*).

#### 1.2.3.4 Hydrologie.

Le régime du ruisseau est nettement pluvial, et les crues les plus importantes sont de type torrentiel.

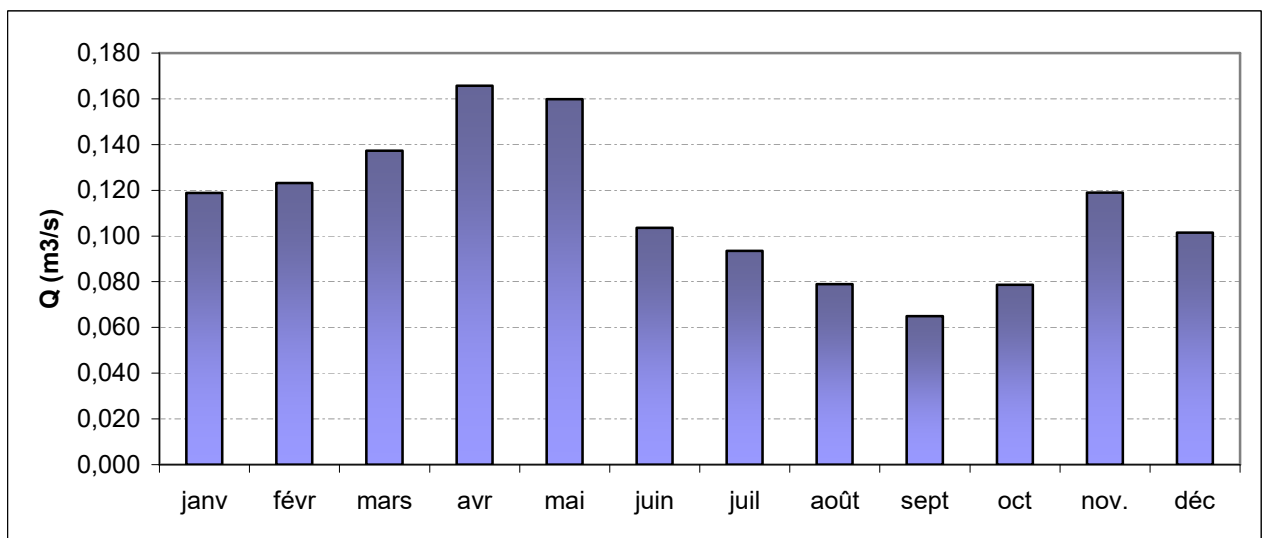
*Les apports à la retenue.*

Le débit moyen interannuel (module) calculé sur la période d'octobre 1999 à février 2005 est de 117 L/s. Les débits instantanés mesurés sont généralement compris entre 50 L/s et

200 L/s (médiane : 112 L/s). Le maximum journalier mesuré est en mai 2001 pour une valeur de 949 L/s, et le minimum est en septembre 2003 pour 14 L/s.

Les deux mois d'hydraulicité maximale sont au printemps avec avril et mai (débits de l'ordre de 160 L/s). L'étiage est maximum de juillet à septembre avec un apport mensuel moyen de 83 L/s (*Figure 1-3*).

Le mois de septembre, période prévue pour la vidange et l'assec de la retenue, présente un débit moyen interannuel de 65 L/s sur la période 2000-2004. Toutefois le débit de septembre a varié de 16 L/s pour l'année 2003 et 150 L/s pour l'année 2002.



**Figure 1-3 - Débits moyens mensuels entrant dans la retenue (de nov. 1999 à fév. 2005)**  
(Coyne et Bellier)

*Le cours d'eau en aval du barrage.*

Le cours d'eau en aval du barrage, hors période de déversement, est alimenté par le débit réservé réglementaire de 13,6 L/s (un dixième du module), et par le débit des affluents intermittents.

#### 1.2.3.5 La qualité des eaux

*La retenue.*

Les eaux de la retenue de Cotatay sont acides et peu minéralisées (pH < 7, conductivité < 100  $\mu\text{S/cm}$ ), avec très peu de matières organiques (oxydabilité très faible), et de matières en suspension. Les teneurs en nitrates sont faibles, et la teneur en azote ammoniacal est assez faible avec de très rares pics de concentrations (en moyenne une fois par an).

Les concentrations en peuplements bactériens sont quasi nulles, et en entière conformité par rapport aux limites de qualité (SAUNIER & ASSOCIES, 2005).

*Le Cotatay aval.*

La qualité des eaux du Cotatay aval, à la sortie du secteur engorgée, est de bonne qualité en sens du SEQ Eau pour la période 2003-2004. L'ensemble des paramètres mesurés (matières organiques et oxydables, matières azotées et phosphorées, MES,...) y présente des concentrations très faibles (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*).

Toutefois, en amont de la confluence avec l'Ondénon, la rivière présente une dégradation sensible de la qualité d'eau, d'autant plus importante en début d'automne.

#### 1.2.3.6 La qualité hydrobiologique du Cotatay.

En sortie du secteur engorgé en 2003, le Cotatay était caractérisé par un IBGN de 17/20 (G.I. : 9 - taxon indicateur : *Perlodidae*), pour n'être plus que de 12/20 (G.I. : 6 - taxon indicateur : *Sericostomatidae*) à l'amont de la confluence avec l'Ondénon (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*), traduisant une dégradation de la qualité du cours d'eau

#### 1.2.3.7 Peuplements piscicoles et gestion halieutique.

Le cours d'eau, ainsi que la retenue du Cotatay sont classés en première catégorie piscicole.

La retenue présente ainsi un peuplement piscicole constitué par la truite fario et les petites espèces d'accompagnement (vairons et goujons). La pratique de la pêche à la ligne y est autorisée depuis les rives, en dehors des réserves de pêche (225 m en amont et 50 m en aval de l'ouvrage), deux jours par semaines (samedi et lundi), pour une période d'ouverture de pêche s'étalant de mi-mars à mi-septembre. L'empoisonnement y est interdit.

Le Cotatay en sortie du secteur de vallée engorgée, au niveau typologique B2 (Zone à truite supérieure), le peuplement est caractérisé uniquement par la truite fario, dont la forte densité ( $\approx 7000$  ind. / ha) et la biomasse (197 kg/ha) traduisent un milieu de qualité et une forte dynamique de population. L'essentiel des individus sont de petites taille ( $< 160$  mm) en raison d'un faible niveau trophique. Le chabot ainsi que le vairon devraient également être présents, mais n'ont pas été retrouvés lors des pêches (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004 - MERIAS, 2004*).

A l'amont de la confluence avec l'Ondénon, au niveau théorique B3 (zone à truite), présente un peuplement piscicole de truites et de vairons. La densité (1860 ind./ha) et la biomasse (80 kg/ha) de la truite sont toutefois légèrement en dessous du potentiel théorique (*MERIAS, 2004*). Le goujon et la loche sont indicateurs d'un certain niveau d'enrichissement en matières organiques. La présence du gardon et du chevaine est probablement liée aux sorties du bassin de Carrot au peuplement cyprinicole (*SAGE ENVIRONNEMENT, 2004*).

La pêche se pratique principalement dans la vallée engorgée en aval du barrage, et est gérée par l'AAPPMA "l'Amicale des pêcheurs du Chambon". Aucun rempoissonnement n'a eu lieu dans les années récentes.

### 1.3 L'opération de vidange en projet.

Le barrage de Cotatay est soumis à des visites décennales, avec inspection des parties envoyées si possible après mise en assec de la cuvette. L'inspection de 1997 ayant été réalisée en subaquatique par dérogation administrative, la prochaine prévue pour 2008 nécessitera une vidange de la retenue, projet soumis à autorisation préfectorale.

L'opération sera réalisée selon les modalités suivantes :

#### 1.3.1 **Abaissement et vidange jusqu'à la prise basse**

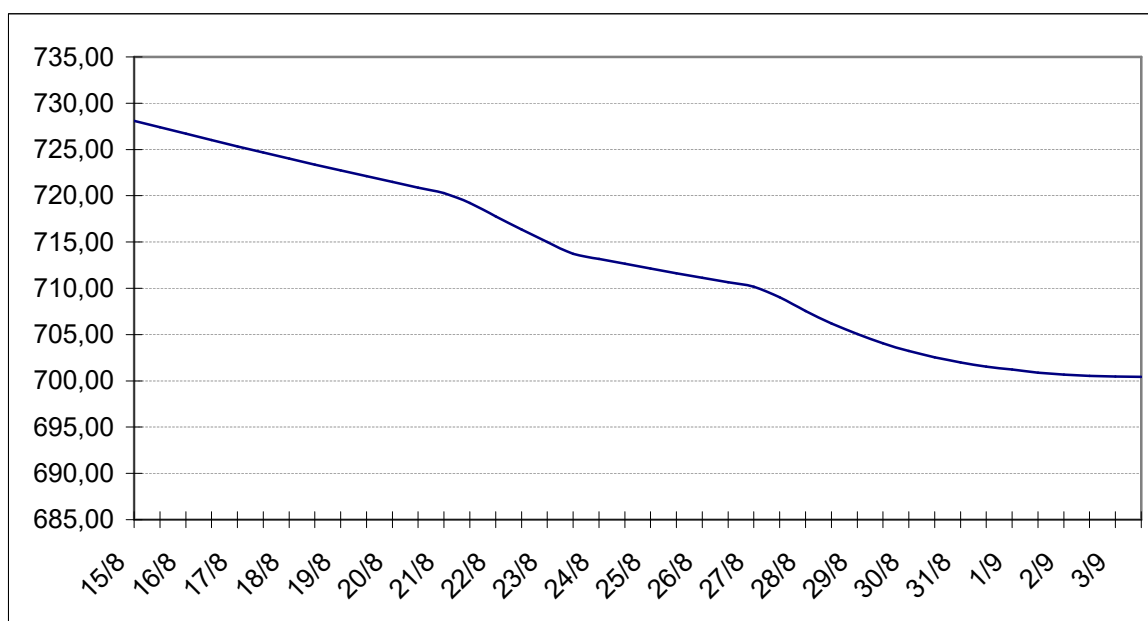
Pendant la période estivale, le plan d'eau sera abaissé jusqu'au niveau de la prise haute (714 m NGF), puis vidangé jusqu'à la prise basse (703,5 m NGF).

Selon les modalités de vidanges prescrites, la vidange entre les cotes 714 et 703,5 s'étalera sur une quinzaine de jours, de telle façon que la vitesse d'abaissement du plan d'eau reste à tout moment inférieure à 10 cm/s (*Figure 1-4*)

#### 1.3.2 **Vidange du culot**

A la fin de la vidange de la retenue par la prise basse (703,40 m NGF), il devrait subsister à la cote 703,4 m NGF, un plan d'eau résiduel qui s'étendra au fond du talweg sur une longueur de 200 m environ. Sa profondeur maximale à 10 m en amont de la retenue sera d'environ 8 m, et le volume est estimé à près de 15 000 m<sup>3</sup>.

Afin de permettre l'inspection de la base du parement, un pompage du culot sera réalisé en trois jours pour un débit de près de 30 L/s, pour une vitesse d'abaissement limitée au maximum.



**Figure 1-4 - Descente du plan d'eau pendant la vidange (communication Coyne et Bellier)**

### 1.3.3 Assec de la retenue

La durée de la phase d'assec sera déterminée par les résultats de l'inspection du parement amont (nécessité ou pas de réaliser des travaux).

Le temps de remplissage du culot jusqu'à la prise basse est fonction des apports amont. Il est évalué à deux jours et demi pour un débit moyen mensuel de septembre de 65 L/s calculé sur la période 2000-2004.

Toutefois il est à savoir que ce temps de remplissage présente de grandes variabilités, proportionnellement au débit, avec des apports moyens de 16 L/s en 2003 à 150 L/S en 2002 (*Tableau 1-1*).

**Tableau 1-1** - Temps de remplissage du culot en fonction des débits d'apport du Cotatay (ces estimations sont basées sur un volume de 15 000 m<sup>3</sup>, et sans restitution en parallèle)

Module moyen (L/s)	Durée de remplissage (j)
20	8,5
50	3,5
65	2,5
100	1,5
150	1

Le temps estimé de remplissage jusqu'à la cote de la prise haute, avec une restitution en parallèle de 13,6 L/s, est également fonction des apports (*Tableau 1-2*).

**Tableau 1-2** - Temps de remplissage de la prise basse à la prise haute en fonction des débits d'apport.

(ces estimations sont basées sur un volume de 125 000 m<sup>3</sup> au dessus de la prise basse, avec un débit réservé de 13,6L/s).

Module moyen (L/s)	Durée de remplissage (j)
20	72
50	28
65	22
100	14
150	9

#### **1.4 Evaluation des impacts prévisibles sur le milieu aval.**

L'évaluation environnementale vise à identifier et caractériser les impacts prévisibles d'un projet dans le but de définir et proposer des mesures pour en atténuer les effets.

Dans le cas présent, il s'agit de présenter les incidences de l'évacuation de la masse d'eau de la retenue sur les composantes environnementales et humaines du Cotatay aval. Ces impacts pouvant varier, et être d'intensités différentes, selon les différentes phases de l'opération de vidange, il sera nécessaire de les définir pour chacune d'entre elles.

##### **1.4.1 *Les incidences hydrauliques.***

Pendant la période choisie pour la vidange (fin d'été - début d'automne) et pour l'assec, le Cotatay est habituellement en étiage, où il est principalement alimenté par le débit réservé restitué au barrage.

##### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau.

Pendant l'opération de vidange par les prises d'eau, le cours d'eau sera soumis à des débits beaucoup plus importants qu'en temps d'étiage.

**Tableau 1-3 - Estimation des temps de vidange**

Débit max - en début de vidange	1080 l/s
Débit max - en fin de vidange	25 l/s
Débit moyen des apports à l'étiage	65 l/s
Débit moyen annuel des apports	136 /s
Débit moyen des apports en hautes eaux	166 l/s
Débit de pointe de crue décennale	9100 l/s

Le débit maximal de vidange (1000 l/s) est environ 16 fois plus important que le débit moyen d'étiage des apports à la retenue et 7 fois plus important que le débit moyen de hautes eaux. Il reste cependant très inférieur au débit de crue décennale.

Le débit de vidange étant bien inférieur à celui d'une crue décennale, les écoulements dans le lit du Cotatay ne devraient pas provoquer d'incidences hydrauliques sur le milieu aval, à condition que le lit soit bien dégagé.

##### Pendant la phase de pompage du culot.

Le débit de pompage du culot serait inférieur à 30 L/s pendant environ trois jours. Il sera du même ordre de grandeur, voire légèrement inférieur, au débit d'étiage habituel à cette saison. Les incidences hydrauliques ne seront pas notables.



#### Pendant la phase d'assec.

La prise basse étant située à environ 8 mètres au dessus du fond naturel de la retenue, les apports se retrouveront bloqués dans le culot.

S'il est nécessaire de maintenir la retenue en assec en dessous ce niveau pour travaux sur le bas du parement, il y a lieu d'envisager que le pompage se poursuive pour évacuer les apports en eaux. Il s'agira d'une situation similaire à celle de la phase de vidange du culot.

#### Pendant la phase de remplissage.

A la fermeture des prises d'eau, le débit aval sera interrompu jusqu'à ce que la prise d'eau basse puisse assurer la restitution du débit réservé de 13,6 L/s.

### **1.4.2 Incidences sur la qualité des eaux.**

#### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau

En début de vidange par la prise haute, le Cotatay recevra des eaux soutirées de la couche située à une profondeur de 14 m par rapport au niveau normal, caractérisées par une bonne qualité physico-chimique et bactériologique.

#### En fin de vidange par la prise basse

Le Cotatay sera alimenté par les eaux des couches plus profondes, de températures plus basses et probablement moins oxygénées qu'en surface. Cette eau sera très vite réoxygénée en sortie de conduite dans le brise charge des eaux de vidanges, puis en circulant dans le lit en pente et caillouteux.

En ce qui concerne l'ammoniaque, on sait que la fraction non ionisée ou dissociée de l'ammoniaque ( $\text{NH}_3\text{-H}$ ) est toxique pour les poissons. Le pourcentage de  $\text{NH}_3\text{-H}$  par rapport au  $\text{NH}_4$  total augmente avec la température et le pH (loi de Trussel). Le seuil minimal acceptable habituellement pris comme référence par le CSP est de 0,025 mg/l de  $\text{NH}_3\text{-H}$ .

#### Pendant la phase de pompage du culot

Le pompage du culot pour l'inspection de la base du parement est la phase est la plus critique pour le milieu aval.

En effet, les eaux de pompage risquent d'être chargées en MES, désoxygénée et riches en ammoniaque. Cela pourrait entraîner une dégradation certaine du milieu aval.

#### Pendant la phase d'assec et de remplissage

En cas de non restitution des eaux durant la phase d'assec et de remplissage sur une durée trop longue, les eaux stagnantes dans les trous d'eau du milieu aval vont rapidement se

dégrader (augmentation de la température, développement d'algues, évolution des paramètres physico-chimiques,...).

Aussi, si un pompage est réalisé afin de maintenir un assec, les incidences prévisibles seraient identiques à celles de la vidange du culot par pompage.

#### **1.4.3 Risque d'entraînement des vases.**

L'entraînement des vases provoquerait une dégradation du milieu aval à court terme liée à une turbidité importante, et à plus long terme liée au colmatage des fonds.

##### Pendant la vidange par les prises d'eau

Le risque d'entraînement de vases est relativement limité car les prises d'eau sont situées respectivement à 19 m et 8,4 m au dessus du fond naturel de la retenue, dont l'envasement ne semble pas être important. De plus une fosse de décantation de 8 m<sup>3</sup> dans la prise basse limite d'autant plus ce risque, mais il est à noter que son comblement est inconnu.

Les essais réguliers de vanne de la prise haute mettent en évidence une eau trouble en début d'opération et une eau claire après quelques minutes, phénomène lié à la création d'un cône d'aspiration de la vase accumulée dans et aux abords des prises d'eau.

Le risque d'entraînement massif de vases durant la phase de vidange par les prises d'eau semble donc peu probable. Toutefois à l'ouverture des vannes des prises d'eau, il devrait se produire un phénomène identique lors des essais de vannes régulier, c'est à dire l'aspiration des sédiments au voisinage des enceintes.

##### Pendant le pompage du culot.

Le risque d'entraînement de vases sera très important, par le phénomène d'érosion régressive de la masse des sédiments, avec mise en suspension de fines, à plus forte raison suite à un épisode pluvieux.

##### Pendant l'assec.

Le risque de remise en suspension des vases est maximal, car les pentes dénudées sont soumises aux possibles précipitations et aux ruissellements. Plus la durée d'assec sera longue, plus la remise en suspension des fines sera inévitable.

De plus les apports continus en eau par le Cotatay, entraîneront invariablement une certaine quantité de vases jusqu'au pied du parement amont.

Dans le cas d'une mise en assec sur une grande période, un pompage en continu sera nécessaire, avec un risque d'entraînement important.

#### **1.4.4 Incidences sur le peuplement piscicole.**

Les dispositifs de prise d'eau étant équipés de crépines, aucune dévalaison de poissons de la retenue vers le milieu aval ne sera possible.

#### Pendant la phase de vidange par les prises d'eau

La vidange aura dans un premier temps un impact positif sur la vie aquatique (soutien d'étiage avec une eau de bonne qualité, fraîche et bien oxygénée).

De nombreux habitats inaccessibles à cette période seront alors mis à disposition du peuplement piscicole, et l'ensemble du Cotatay en aval du barrage sera compatible avec la vie aquatique.

#### Pendant les phases de pompage du culot et d'assec

Les eaux restituées risquent d'être de mauvaise qualité (chargées en MES, désoxygénées, concentrées en ammoniac), et donc d'avoir des incidences négatives sur le milieu aval si des mesures d'atténuation ne sont pas mises en œuvre (dispositifs de filtration,...)

En cas d'entraînement de vases ou de mauvaise qualité d'eau (essentiellement durant la vidange du culot), les eaux de vidanges pourraient avoir pour conséquences la mortalité de nombreux poissons.

#### Pendant de remplissage

En cas de rupture d'alimentation en eau du Cotatay pendant la phase de remplissage, les écoulements risquent de s'interrompre et le poisson ne pourra trouver refuge que dans les poches d'eau à la qualité plus ou moins dégradée.

#### **1.4.5 Incidences sur les usages de l'eau.**

Les prises d'eau particulières des bassins d'agrément ne seront pas affectées pendant la première partie de la vidange, le risque étant présent particulièrement durant la vidange du culot.

Pendant l'assec et le remplissage, s'il y a interruption des écoulements, ces bassins ne pourront plus être alimentés par le Cotatay. Si leur exutoire est ouvert, ils se videront dans le Cotatay avec le risque d'entraînement de vases.

#### **1.4.6 Incidences des travaux.**

Dans le cas de travaux prévus sur le barrage, et si des précautions ne sont pas prises, une pollution du milieu aval peut être occasionnée par le déversement accidentel de lait de ciment, de carburant ou d'autres produits présentant un danger pour l'écosystème.

## **1.5 Définition des mesures correctrices et de suivi.**

L'objectif final d'un document d'incidence d'une opération de vidange est d'établir un programme de mesures nécessaires pour garantir la protection de l'hydrosystème et des activités humaines liés au projet.

Dans le cas présent, les mesures s'articuleront autour et tout au long des différentes phases de la vidange.

### **1.5.1 *Mesures avant vidange.***

#### **1.5.1.1 Réunion(s) de concertation et d'information.**

Au moins deux réunions de concertation seront organisées avec les acteurs techniques directement concernés par l'opération (Ville du Chambon-Feugerolles, Fédération de Pêche, CSP, DDAF, DDE, syndicat de riverains...), la première un à deux mois avant le début de la vidange et la deuxième quelques jours avant le début de l'opération.

Il s'agira notamment de réactualiser le calendrier de vidange en fonction des conditions hydrologiques et climatiques, et de préciser les modalités de mise en oeuvre et de coordination de la vidange et des mesures d'accompagnement (gestion piscicole, suivi de la qualité des eaux ...) ainsi que les responsabilités de chacun.

#### **1.5.1.2 Diagnostic de qualité des eaux de fond de la retenue**

Avant le début de vidange, la connaissance de la qualité des eaux en fond de retenue permettrait de préciser les incidences sur le milieu aval, et d'en tenir compte le cas échéant en gérant la fin de vidange en conséquence.

Pour cela, des prélèvements dans la colonne d'eau sont nécessaires, pour l'analyse in situ des paramètres température, oxygène dissous et pH. Eventuellement les paramètres ammoniacque et conductivité pourront faire l'objet d'analyse en laboratoire.

#### **1.5.1.3 Calibrage du seuil jaugeur.**

Afin de pouvoir estimer à tout moment le débit effectif de vidange, il sera possible d'utiliser le seuil jaugeur situé dans l'ouvrage brise-charge (*Photo. 1-6*). Pour cela, il sera nécessaire d'établir en premier lieu l'abaque de la relation "hauteur lame d'eau / débit" de cet aménagement existant.



**Photo. 1-6 - Le seuil jaugeur de l'ouvrage brise-charge.**

#### **1.5.1.4 Entretien des chenaux d'écoulement.**

Il est impératif que le cours d'eau aval, jusqu'à la confluence avec l'Ondaine, soit nettoyé et dégagé des encombrants afin d'éviter tout risque de formation d'encombres et par conséquent de débordement de la rivière.

L'ancienne vallée du Cotatay, régulièrement entretenue par l'association de riverains, n'aura pas besoin de faire l'objet d'actions particulières.

Le secteur en gorges, en aval immédiat du barrage, n'a pas été entretenu depuis plus d'une dizaine d'année. Une reconnaissance exhaustive de ce secteur est recommandée afin de procéder si nécessaire, à un nettoyage des encombres. Ceci pourrait être réalisé par l'association de riverains, déjà responsable du tronçon en aval, avec l'appui de la commune du Chambon-Feugerolles.

### **1.5.2 *Mesures pendant la vidange.***

#### **1.5.2.1 Suivi de l'abaissement de la retenue et des débits de vidange**

Un suivi journalier de l'abaissement du niveau sera réalisé afin de vérifier le bon déroulement de l'opération, mais également afin de réactualiser le calendrier de vidange en cas de besoins. Le suivi des débits sera réalisé par lecture au seuil jaugeur du brise-charge.

#### **1.5.2.2 Suivi de la qualité des eaux à l'aval du barrage**

Dès l'ouverture de la conduite de prise basse, la qualité des eaux de vidange sera suivie conformément à l'arrêté ministériel du 27 août 1999.

#### ***Prélèvement et analyses.***

Le prélèvement se fera à l'aval immédiat du dispositif de filtration des MES, par exemple au point de restitution des eaux de vidanges dans le Cotatay. Les analyses porteront sur les

paramètres réglementaires (oxygène, MES et ammoniacque) et sur la température et le pH afin de calculer la concentration en ammoniacque non ionisé.

Les paramètres O<sub>2</sub> dissous, température et pH seront mesurés in situ. Les analyses (NH<sub>4</sub>, MES, pH) seront effectuées soit au laboratoire municipale de Saint Etienne, soit dans un laboratoire installé dans la chambre des vannes, ou encore à la station d'épuration d'Unieux si le SIVO accepte de mettre son laboratoire à disposition de la commune du Chambon-Feugerolles.

#### *Fréquences des analyses.*

- toutes les trois heures pendant les phases critiques de l'opération, à savoir les heures qui suivront l'ouverture de la vanne de fond, et pendant le pompage des phases de vidange du culot et d'assec.
- une fois tous les deux jours en dehors de phases critiques, sauf évolution préoccupante des paramètres.

#### *Suivi des paramètres.*

Dans le cas où les analyses dépasseraient les seuils définis (arrêté ministériel : MES > 1 g/l - NH<sub>4</sub> > 2 mg/l - oxygène dissous < 3 mg/l ; CSP : ammoniacque non ionisé NH<sub>3</sub> < 0,025 mg/l), ou s'il est constaté des mortalités de poisson dans le milieu aval, la Ville du Chambon-Feugerolles avertira immédiatement les autorités responsables (DDAF et CSP) et fera cesser la vidange dans l'attente d'une décision. Les modalités de la vidange pourront alors être reconsidérées (arrêt ou ralentissement de l'abaissement du plan d'eau).

#### 1.5.2.3 Surveillance du milieu aval

Une surveillance du milieu aval, des écoulements et de la formations d'encombres pourra être effectuée par l'association de riverains (observation de la couleur de l'eau, du comportement du poisson, etc...).

#### 1.5.2.4 Dispositifs contre l'entraînement des vases.

Le risque d'entraînement de vases sera important durant toute la durée du pompage dans le plan d'eau résiduel en fin de vidange et pendant la phase d'assec. Pour limiter ce risque d'aspiration de vases, il s'agira de s'assurer en premier lieu que la crépine de la pompe soit impérativement maintenue en sub-surface par un dispositif flottant.

Par ailleurs, il y aura lieu d'aménager un dispositif de filtration des MES en aval de la restitution des eaux de vidanges. Plusieurs configurations sont proposées :

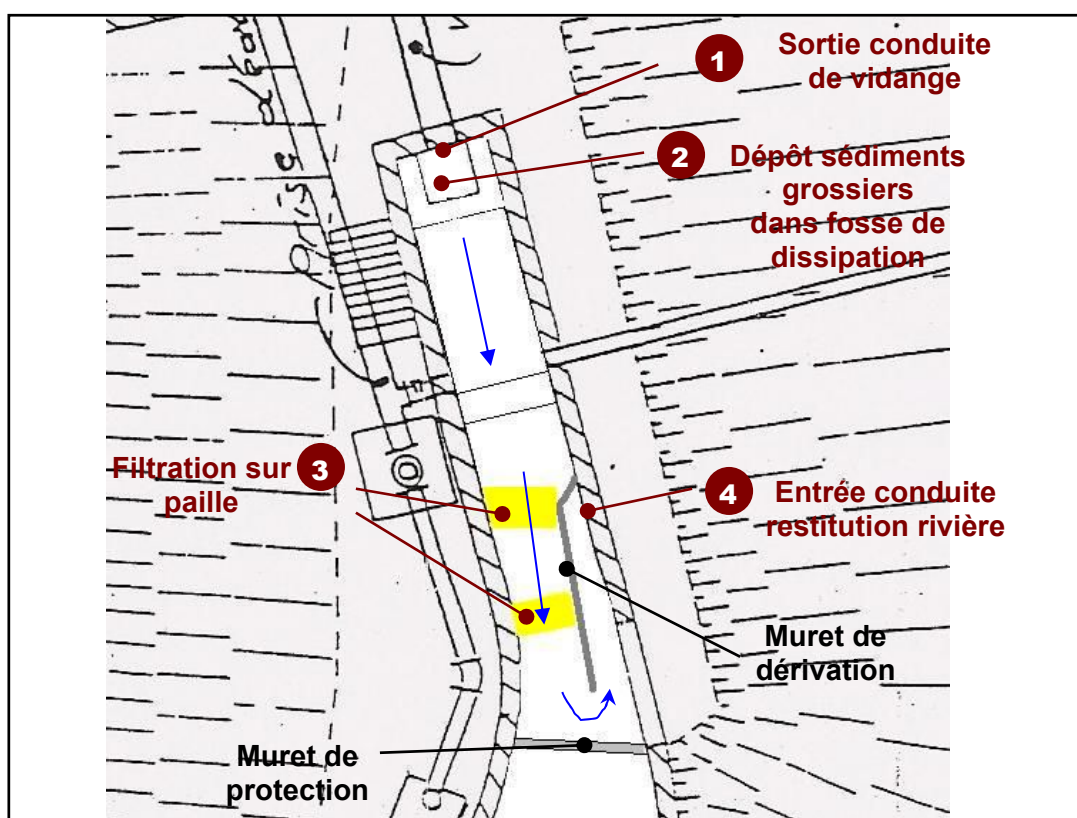
### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange (variante A)*

Cette mesure consisterait en la mise en place de bottes de paille filtrante devant les grilles des conduites restitution, tout en s'assurant qu'elles ne puissent être entraînées dans la conduite de restitution au Cotatay.

### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange (variante B)*

Cette mesure consiste à mettre en place une cloison provisoire centrale, en ciment à prise rapide, dans le bassin de réception. Le but est de conduire l'eau de façon circulaire jusqu'à l'entrée grillagée de la restitution au Cotatay (*Figure 1-5*).

Une ou plusieurs séries de bottes de pailles filtrantes seront installées dans la largeur entre ce mur provisoire et le mur droit de l'ouvrage, empêchant ainsi la charge sédimentaire fine de s'échapper vers l'aval.



**Figure 1-5 - Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange contre l'entraînement des vases (variante B).**  
(Les flèches en bleu représentent le circuit des l'écoulements)

#### 1.5.2.5 Aménagement du bassin de réception et du bief aval

Cette mesure s'appuie sur l'existence de l'ancien bief dans la continuité du brise-charge (*Photo. 1-7*), et ne sera possible que si la commune du Chambon-Feugerolles acquiert la propriété du bief, ou le cas échéant l'accord du propriétaire. Le but est d'utiliser cette zone végétalisée pour créer un bassin de décantation et de filtration.

##### *Aménagement du bassin de réception des eaux de vidange.*

Il s'agira de bloquer temporairement la conduite de restitution au Cotatay présente dans le bassin permettant ainsi à une faible lame d'eau de se déverser dans l'ancien bief aval.

Une ou plusieurs séries de bottes de paille filtrantes seraient également à positionner en travers du bassin et permettront ainsi de retenir une première partie des vases.

##### *Aménagement du bief aval.*

Il sera nécessaire de bloquer les deux brèches, situées dans le mur rive gauche du bief, à l'aide de batardeaux temporaires ou pérennes. L'eau ainsi bloquée dans ce réservoir pourra se décanter, puis s'infiltrer dans le sol et les murs. La végétation présente facilitera et accentuera ce phénomène. Les eaux pourraient ainsi s'écouler dans la prairie en pied de barrage, ou même s'y infiltrer, pour rejoindre le Cotatay.

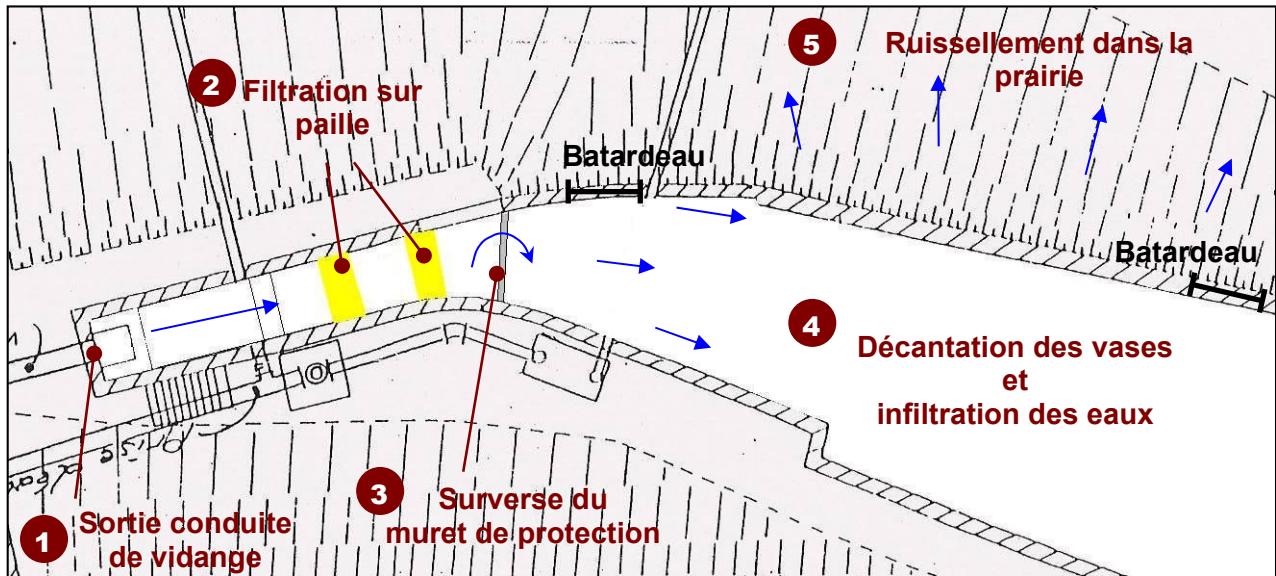


**Photo. 1-7 - L'ouvrage brise-charge et l'ancien bief aval.**

Il pourrait être envisagé de réaliser un terrassement à l'intérieur du bief, pour y créer une succession de ressauts afin de mettre en place plusieurs petits bassins, facilitant d'autant plus la décantation. Cette opération devant être réalisée assez tôt pour permettre à la végétation de s'y développer à nouveau.

A noter que dans le cas de forts dépôts de sédiments dans le bief, la récupération des vases et leur élimination (après analyses préalables en laboratoire) seront à réaliser. Afin de faciliter cette opération, l'enlèvement des blocs de pierres et des monticules de terre est nécessaire, tout en faisant attention à ne pas déstabiliser le mur droit du bief.





**Figure 1-6 - Aménagement du bassin de réception et de l'ancien bief aval contre l'entraînement des vases.**

#### 1.5.2.6 Gestion piscicole

Etant donné la protection des prises d'eau (grilles et crépines), la conception d'un système anti-dévalaison et de récupération du poisson en aval du barrage n'est pas nécessaire.

Il s'agira toutefois de s'assurer qu'il n'y a pas de mortalité significative des peuplements piscicoles dans le Cotatay aval, où dans un tel cas l'arrêt de la vidange serait nécessaire afin d'adapter les modalités de la vidange.

#### 1.5.2.7 Dispositif de dérivation du cours d'eau

Afin que le cours d'eau aval soit alimenté en eau pendant les phases d'assec et de remplissage du culot jusqu'à la prise basse, il pourrait être établi un dispositif de restitution des apports hydrologiques dans la retenue au Cotatay vers l'aval du barrage.

A partir de la cote 703,4 m NGF, la prise basse pourra permettre la restitution des eaux vers l'aval, et aucun système annexe de restitution ne sera alors nécessaire.

Plusieurs configurations sont proposées :

##### *Pompage en continu.*

Aucun dispositif supplémentaire n'est mis en place. La vidange du plan d'eau résiduel sera programmée en fonction du calendrier de l'inspection de la base du parement amont, afin de limiter au plus juste la durée du maintien en assec.

Le fond de retenue sous la base du parement n'étant pas sujet à inspection, il n'est pas nécessaire de vider le culot entièrement. Aussi, un volume résiduel sera ainsi toujours présent, et si les conditions d'envasement le permettent, un pompage continu de restitution à l'aval pourra être réalisé avec le matériel utilisé pour le pompage du culot.

Si l'inspection de la base du parement amont (par Coyne et Bellier et DDE Loire) n'établit pas la nécessité de réaliser des travaux, le remplissage de la retenue sera effectué immédiatement après.

#### *Aménagement d'un batardeau dans la retenue.*

Cette mesure consiste en la mise en place d'un batardeau temporaire en amont dans la retenue, à une cote supérieure de celle de la prise de vidange (703,5 m NGF). Une connexion entre ces deux points par un tuyau souple permettra une restitution par gravité des apports amont vers le Cotatay en aval du barrage.

Ce dispositif devra être compatible avec les objectifs de qualité des eaux de restitution, et empêcher l'entraînement de vases.

Pour la phase de remplissage du culot, ce débit de restitution pourra continuer à être effectif, mais limité dans la mesure du possible à la valeur du débit réservé établi pour le barrage (13,6 L/s). Toutefois, dans le cas d'une telle mesure, le retour du niveau d'eau à la cote de la prise basse serait considérablement augmenté.

La réalisation d'une telle mesure serait à envisager particulièrement dans le cas d'un assec de longue durée, en raison d'une nécessité de réaliser d'importants travaux sur le barrage.

#### *Dérivation du Cotatay depuis l'amont de la retenue.*

Cette mesure consiste dans le captage des apports en eau en amont de la retenue au niveau du seuil jaugeur amont. Un dispositif d'entonnement permettrait de collecter les eaux avant leur écoulement dans la retenue, empêchant ainsi l'entraînement de vases par ruissellement sur le sol de la cuvette asséchée.



**Photo. 1-8 - Seuil jaugeur amont pour la mesure des apports à la retenue.**

Les eaux seraient ainsi dirigées par gravité, et par l'intermédiaire d'une conduite souple de plus de 700 m de long, soit à l'une des deux enceintes de prise d'eau du barrage, soit au niveau de la vanne de décharge du déversoir de crue.

Comme pour précédemment, la durée de la phase de remplissage jusqu'à la prise basse serait considérablement augmentée si un débit minimum de restitution à l'aval était toujours réalisé en parallèle.

Une telle mesure serait ainsi également à envisager notamment dans le cas d'un assec de la retenue de longue durée pour d'importants travaux sur le barrage.

#### **1.5.2.8 Mesures concernant les travaux**

La Ville établira pour la(les) entreprise(s) chargée(s) des travaux un cahier des charges comportant des clauses liées à l'environnement et à la sécurité : accès réglementé, stockage des carburants interdit sur le site, évacuation de tous les déchets (résines, jointure...), nettoyage du chantier pour éviter l'entraînement de matériaux dans la retenue ou le cours d'eau en cas de forte pluie, nettoyage et remise en état des lieux en fin de chantier.

### **1.5.3 *Mesures après la vidange***

#### **1.5.3.1 Remise en état du cours d'eau**

Dans le cas peu probable où il serait avéré que la vidange de la retenue est à l'origine de dégradations du milieu en aval du barrage (déstabilisation de berges, ouvrages hydrauliques dégradés,...), la commune mettrait en oeuvre des mesures afin de pouvoir y remédier.

Si malgré toute les précautions mises en place, le lit du Cotatay aval présentait des signes importants de colmatage attribués à l'opération et si le service de la police des eaux l'exige, un lâcher d'eau sera effectué au cours de l'hiver par ouverture des vannes de vidange dans le but de nettoyer le fond.

## **Synthèse.**

Le projet de vidange de la retenue de Cotatay, soumis à autorisation préfectorale, peut générer un grand nombre d'incidences sur l'ensemble du milieu aval, principalement du point de vue de l'hydrosystème, les usages de la rivière étant quasi inexistant.

Les risques majeurs sont ceux de la dégradation de la qualité du cours d'eau par le lâcher des eaux pouvant être de mauvaise qualité physico-chimique, mais également par l'entraînement massif de vases. Ces risques sont particulièrement importants en fin de vidange quand la retenue présente un volume d'eau de fonds, mais également lors de la phase d'assec où les pentes dénudées sont soumises aux aléas climatiques.

Les mesures d'atténuation s'articulent donc principalement autour de ces deux incidences prévisibles principales. Il s'agit donc particulièrement de dispositifs de filtration des matières en suspensions et de contrôle de la qualité d'eau. En cas de problèmes, la vidange devra être stoppée et les modalités de gestion de l'opération modifiées en concertation avec l'ensemble des parties prenantes.

Ce présent rapport ne se focalisant que sur les impacts sur les milieux aval, les incidences sur le plan d'eau du Cotatay n'ont pas été abordées. Ces dernières correspondent principalement à la concentration du peuplement piscicole dans le plan d'eau résiduel en fin de vidange avec un risque de mortalité élevé, et le risque de sécurité pour le public face à une cuvette aux pentes abruptes et glissantes.

Ces impacts doivent cependant être présentées et évaluées, ainsi que les mesures adaptées pour y remédier, dans le document d'incidence soumis à l'administration pour la validation du projet.

L'autorisation finale du projet sera décidée après l'examen par les administrations de contrôle (DDE - service du contrôle des barrages, DDAF - police de l'eau,...), mais également après l'examen externe par enquête public. La réalisation d'un tel projet doit ainsi s'intégrer dans une concertation amont entre les différentes parties prenantes (Maître d'ouvrage, CSP, association de riverain, DDAF, DDE, AAPPMA,...)



## **2 Projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta (Guinée Maritime).**

---



## **2.1 Cadre réglementaire et institutionnel du projet de barrage de Kaléta.**

Dans le cadre de la coopération dans le secteur de l'énergie de nombreux pays de l'Afrique de l'Ouest, l'OMVG (Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Gambie) a décidé de réaliser les études d'avant projet détaillé (APD) et les dossiers d'appel d'offres pour les aménagements hydroélectriques de Sambangalou (à cheval entre la Guinée et le Sénégal) et de Kaléta (en Guinée), ainsi que la ligne d'interconnexion joignant ces ouvrages.

Le projet d'aménagement de Kaléta est soumis aux directives du bailleur de fond (Banque Africaine de Développement - BAD), mais également à la législation nationale guinéenne.

### ***2.1.1 Directives de la Banque Africaine de Développement.***

Le projet hydroélectrique de Kaléta est répertorié dans la Catégorie 1 du document "Procédures d'évaluation environnementale et sociale pour les opérations liées au secteur public de la banque africaine de développement" (BAD, 2001), en tant qu'infrastructure "barrage et réservoir à grande échelle".

A ce titre, il nécessite une évaluation des impacts environnementaux et sociaux (EIES) détaillée, incluant un plan de gestion environnementale et sociale, dans le but d'améliorer la prise de décision et les résultats du projet, mais également pour s'assurer de la viabilité environnementale et sociale du projet face aux politiques et directives de la banque.

### ***2.1.2 Réglementation Guinéenne.***

L'ordonnance 045/PRG/SGG/87 portant code de l'Environnement, et son décret n°199/PRG/SGG/89 codifiant les études d'impacts sur l'environnement, déclare que "*les travaux de construction et d'aménagement hydroélectriques (...) d'une puissance supérieure à 500 KW*" sont soumis à la présentation d'une Etude d'Impact sur l'Environnement annexée au dossier technique de demande d'autorisation présenté aux administrations compétentes.

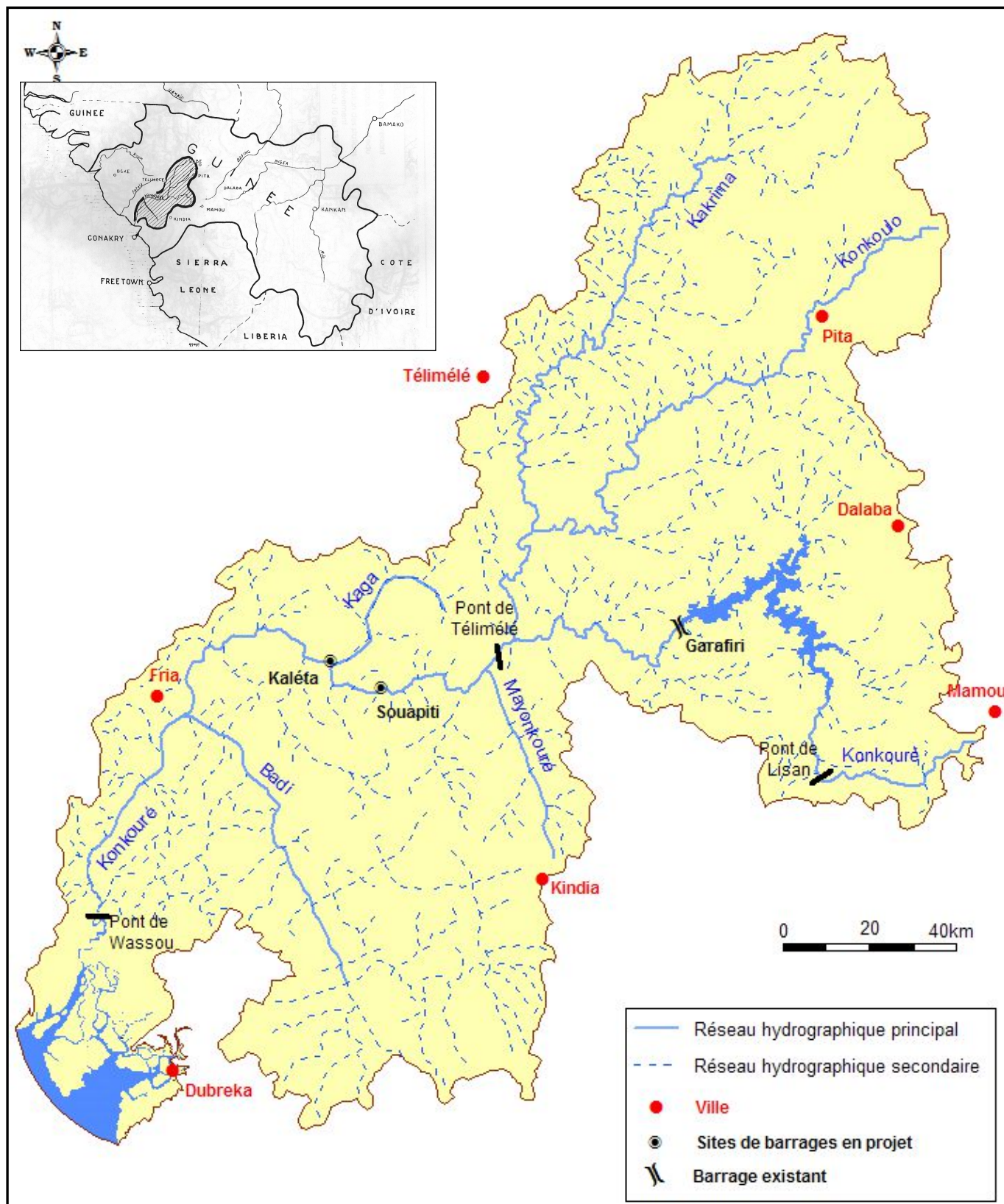
Ainsi conformément à l'arrêté 990/MRNE/SGG/90 relatif au contenu et à la méthodologie de l'EIE, cinq parties doivent être successivement présentées : description sommaire du projet, l'état initial du site et de son environnement susceptibles d'être affectés, les effets du projet sur l'environnement, les raisons du projet retenu, et les mesures correctrices et d'accompagnement.

## **2.2 Etat de référence de l'environnement.**

Le projet Kaléta s'insère dans un programme d'aménagement du Konkouré, fleuve de la Guinée maritime. En 1999, la construction dans le Konkouré amont du barrage de Garafiri a, en plus de la création d'un plan d'eau lentique, provoqué de nombreuses incidences sur le milieu fluvial, ainsi que sur l'estuaire.

Le futur barrage de Kaléta s'insérant dans le même contexte, il est nécessaire d'étudier ces deux milieux aux caractéristiques physiques, biologiques et humaines très différentes, mais étroitement liés entre eux.





## **2.2.1 Caractéristiques générales du milieu fluvial.**

### **2.2.1.1 Hydrographie**

Le Konkouré prend sa source à une altitude de 950 m, dans les hauts plateaux du Fouta-Djalou. Après un parcours de 370 km, orienté vers l'ouest puis vers le sud, il se jette dans l'Océan Atlantique à 35 km au nord-ouest de la capitale Conakry (*Figure 2-1*).

La pente est relativement forte en partie amont (6m/km), puis s'atténue rapidement vers l'aval. Dans le cours inférieur, le profil en long est marqué par plusieurs ruptures de pente, la plus importante étant celle du site de Kaléta (dénivelé de 40 m sur 1500 m).



**Photo. 2-1 - Le Konkouré aux chutes de Kaléta (L. Trébaol).**

Le bassin versant, d'une superficie totale de 17 000 km<sup>2</sup>, est drainé dans sa partie amont par le Konkouré amont, ainsi que par la Kakrima (et son affluent Kokoulo) dont la confluence se situe en amont du pont de Télimélé.

Dans sa partie aval, le Konkouré suit en partie un réseau de failles orthogonales, et reçoit de nombreux affluents, dont le principal est la Badi en rive gauche.

### **2.2.1.2 Géologie.**

Le bassin du Konkouré est constitué de terrains sédimentaires primaires (grès et schistes) en couches quasi-horizontales, sur un socle de roches cristallines.

Cet ensemble a été traversé par des roches éruptives basiques, dures, de type dolérite, qui se retrouvent sur l'ensemble du haut Konkouré, mais également localement dans la région de Kaléta.

Toutes les roches sont recouvertes d'un épais manteau altéré, dont la nature imperméable augmente les phénomènes de ruissellement



### 2.2.1.3 Climat et précipitations.

Le climat du bassin versant du Konkouré est de type tropical de transition, caractérisé par une température moyenne élevée (25-28°C), et une pluviométrie annuelle forte (2200 mm à Kaléta) concentrée en une seule saison des pluies (mai à octobre). La mousson est généralement centrée sur le mois d'août, lequel reçoit fréquemment 25 à 35 % des précipitations (COTECO, 2006).

### 2.2.1.4 Hydrologie.

Le débit moyen naturel à Kaléta est de 346 m<sup>3</sup>/s (11 milliards m<sup>3</sup> par an). Sur la période de 1948 à 2001, il a varié de 206 m<sup>3</sup>/s (année 1986) à 599 m<sup>3</sup>/s (année 1958) (COTECO, 2006).

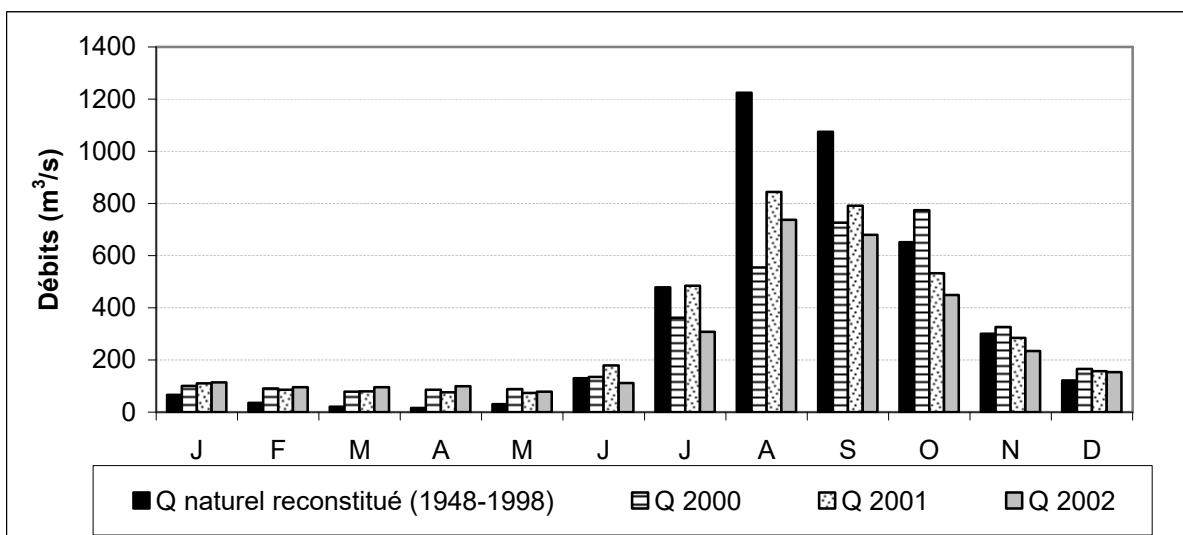
Le Konkouré présente une période de hautes eaux entre juillet et octobre, et de basses eaux de décembre à juin. Depuis 2000, l'hydrologie naturelle du fleuve est régularisée par l'aménagement hydroélectrique de Garafiri.

En saison sèche (décembre à mai), le débit turbiné renforce considérablement les étiages. Sur la période 2000 à 2002, les débits mensuels d'étiage mesurés à Kaléta étaient de l'ordre de 75 à 100 m<sup>3</sup>/s, contre 15 à 35 m<sup>3</sup>/s en régime naturel. La régularisation par Garafiri a fait passer la valeur du débit garanti 95 jours sur 100 de 11 m<sup>3</sup>/s à 62 m<sup>3</sup>/s provoquant un apport supplémentaire d'eau douce à l'estuaire (COTECO, 2006).

Au maximum de la saison des pluies (juillet à octobre), le débit moyen naturel à Kaléta était de l'ordre de 1200 m<sup>3</sup>/s sur la période 1948 à 1998 (763 m<sup>3</sup>/s en 1972 à 2 900 m<sup>3</sup>/s en 1958).

L'aménagement de Garafiri a provoqué un écrêtement marqué des hautes eaux sur le fleuve jusqu'à la confluence avec la Kakrima. Plus sensible à Kaléta, le débit moyen en août (mois d'hydraulicité maximale) diminue d'environ 15 % par rapport à la situation naturelle (COTECO, 2006, IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Fonctionnant de façon intermittente avec un cycle jour/nuit, il génère des débits respectifs de 35 m<sup>3</sup>/s et 75 m<sup>3</sup>/s (IRD-BCEOM-BRLi, 2003). Les effets sont particulièrement ressentis jusqu'à la confluence avec la Kakrima, et un marnage de 40 cm est visible à l'aval immédiat des chutes de Kaléta.



**Figure 2-2** - Comparaison entre les débits naturels reconstitués du Konkouré et régulés par le barrage de Garafiri (d'après COTECO, 2006).

#### 2.2.1.5 Qualité des eaux.

Le Konkouré est parmi les fleuves drainant le versant ouest du Fouta-Djalon, celui dont les eaux sont les moins concentrées en substances dissoutes (*Orange D., 1990 ; IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Ces eaux sont peu minéralisées (conductivité généralement comprise entre 10 et 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en raison d'une pluviométrie importante sur un bassin favorisant le ruissellement. Les concentrations en sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium et phosphates) sont en général très faibles et peu susceptibles de donner lieu à une production primaire significative.

La température de l'eau varie entre 25°C et 28°C, avec un pH légèrement acide (entre 6,5 et 7).

Seuls les effluents de l'usine d'Alumine de Fria, en aval de la confluence avec la Badi, apparaissent actuellement comme la principale source de dégradation de la qualité des eaux, dont les effets sont ressentis jusqu'à l'estuaire.

#### 2.2.1.6 Transports solides.

Les concentrations en MES (Matières En Suspension) sont très faibles sur l'ensemble du linéaire du Konkouré, les taux moyens mensuels étant généralement compris autour de 10 mg/L. Les périodes de crues peuvent toutefois présenter ponctuellement des concentrations plus élevées (entre 30 et 150 mg/L selon la station), liées au lessivage des sols.

Les quantités de sédiments fins transportées par le Konkouré (corrélation des concentrations avec les débits) présentent de grandes variations intra-annuelles, avec selon

les stations et les années, des transits variant généralement entre 1000 et 2000 tonnes en étiage, et 20 000 et 50 000 tonnes en période de crue.

D'amont en aval, les quantités de MES du Konkouré sont naturellement de plus en plus importantes, en partie par l'augmentation des débits, des sections et évidemment de la surface totale drainée. Une phase de dépôt importante semble toutefois s'opérer entre Fria et Yékémato, dû en partie à une pente plus faible.

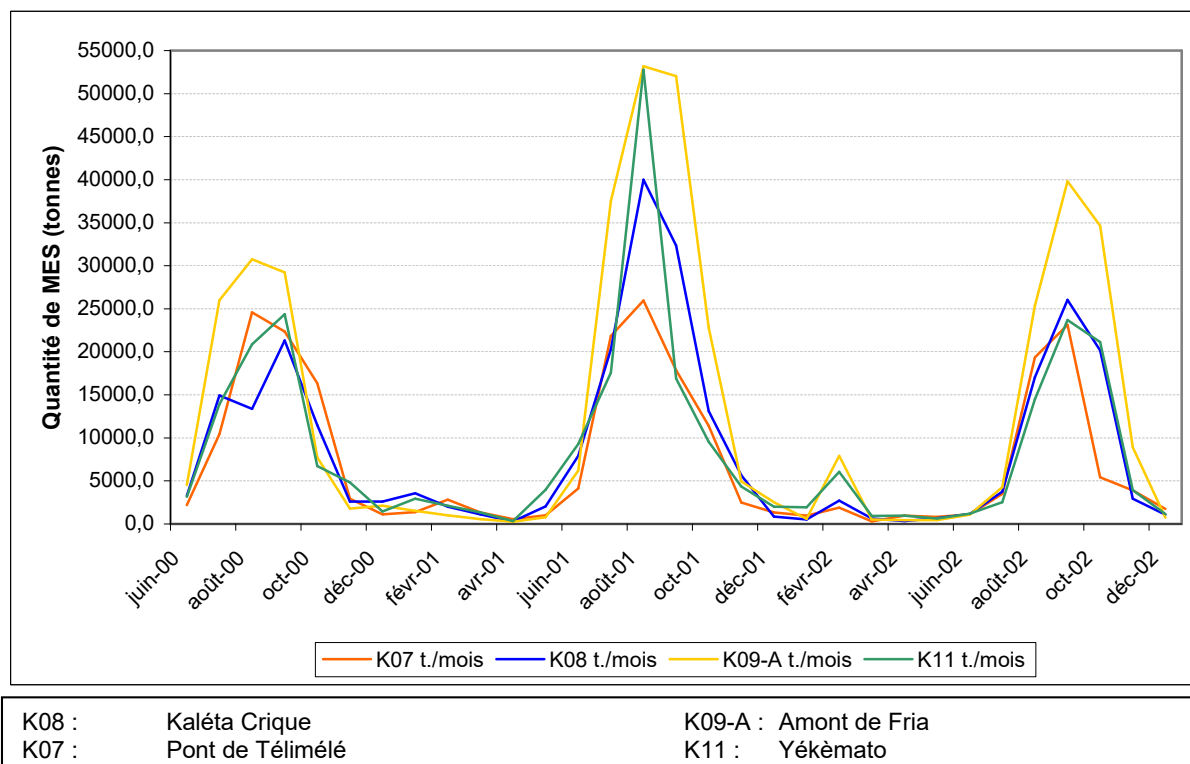


Figure - Variations mensuelles des quantités de MES par station transitant dans le Konkouré (Juin 00 à Déc 02) (d'après IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

#### 2.2.1.7 Faune et flore aquatique.

##### *Végétation du bassin versant.*

La majeure partie du bassin est occupée par de la savane boisée de type guinéenne avec des forêts galeries dans les talwegs. Les hauts plateaux sont recouverts d'une savane arbustive. Avec l'altitude, celle-ci évolue vers de maigres formations de graminées. La bande côtière est occupée par de la mangrove (*Observatoire de Guinée Maritime, 2005*).

La végétation suit un cycle annuel caractérisé par un développement dès les premières pluies, un assèchement du sol et l'occurrence des feux de brousse en saison sèche.



**Photo. 2-2** - Végétation et cultures sur les versant de la vallée du Konkouré (L. Tébaol).

#### *Peuplement piscicole.*

La richesse spécifique du Konkouré est supérieure à celle des autres bassins versants guinéens (Hugueny, 1992), avec un peuplement piscicole constitué de 90 à 95 espèces inventoriées (Daget, 1958, Lévêque et al., 1989, IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Les espèces se répartissent en 19 familles. Les groupes les plus représentées sont les siluriformes ou poissons chats (24 espèces), les cyprinidés (17 espèces), les cichlidés (16 espèces), les mormyridés (11 espèces), les cyprinodontidés (8 espèces) et les characiformes (6 espèces)

Il existe huit espèces endémiques dont 4 cyprinidés (*Barbus cadenati*, *Labeo rouaneti*, *Leptocypris konkourensis*, *Raiamas levequei*) et 4 siluriformes (*Chrysichthys levequei*, *Amphilius kakrimensis*, *Synodontis dekimpei* et *Synodontis levequei*).

Une répartition longitudinale des espèces est observée selon leur condition d'adaptation au milieu.

#### *Faune aquatique remarquable.*

La présence du lamantin *Trichechus senegalensis* semble avérée dans le Konkouré (Powell, 1996), et les entretiens avec les pêcheurs du fleuve font état d'observations du mammifère (recueil d'informations de L. Trébaol, 2006), mais les populations ne sont pas connues exactement. Bien que classé « vulnérable » sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN, et protégé par les législations nationales, il fait l'objet de captures illégales (le lamantin est apprécié pour sa chair et son huile) ou accidentelles.

### **2.2.1.8 Population et activités.**

#### *Population.*

Le bassin du Konkouré est essentiellement occupé par une population rurale dispersée en villages et caractérisée par une densité faible sur la majeure partie du bassin à l'exception

des hauts plateaux du Fouta Djallon. Les seules agglomérations importantes sont situées en dehors des limites du bassin versant.

### *Agriculture et pêches*

De type traditionnel, les cultures se pratiquent essentiellement sur les coteaux (riz de montagne, fonio, manioc). Les vivrières sont pratiquées à l'intérieur d'espaces clos, généralement situés à côté des villages, sur les berges et les terrains alluvionnaires. Il n'y a pas de consommation d'engrais ni de pesticides susceptibles d'altérer la qualité des eaux.

Le Konkouré sur son ensemble est soumis à une pêche artisanale de la part des populations riveraines, en tant que ressource alimentaire et économique importante. La régularisation par Garafiri a provoqué l'arrêt de la pêche sur certains secteurs car les techniques de pêches n'étaient plus adaptées.



**Photo. 2-3** - Pêche traditionnelle au filet maillant sur le Konkouré (L. Tébaol).

### *Communications et franchissements.*

La vallée ne constitue pas un axe de communication ni de développement économique ou agricole. C'est, au contraire, un obstacle naturel avec de rares points de franchissement assurant une communication transversale (pont de Linsan, barrage de Garafiri, ponts de Bolondé, Téliélé, Souapiti et Ouassou). Depuis la mise en eau de Garafiri, les passages à gué franchissables à l'étiage par les véhicules ont disparu.

### *Activités minières.*

Le complexe minier et industriel FRIGUIA, implanté à Fria, en aval de la confluence avec le Badi est la principale unité industrielle du pays. Il exploite la bauxite.

Le traitement utilise de grandes quantités de soude pour purifier l'alumine. Il engendre ainsi des effluents fortement alcalins rejetés dans le fleuve.

### *Hydroélectricité.*

Le bassin versant représente une ressource de premier plan pour la production hydroélectrique guinéenne.

La Samou, affluent principal de la Badi, a été aménagé dès le début des années 1950 avec 3 aménagements disposés en cascade : Banéa, Kalé-Donkéa, et Grandes Chutes.

Le barrage de Garafiri (puissance installée : 75 MW) a été mis en eau en avril 1999. Situé sur le Konkouré supérieur, il draine un bassin versant de 2460 km<sup>2</sup> (soit 14% du bassin versant du Konkouré). L'ouvrage d'une hauteur de 75 m contrôle une retenue de 1,2 milliard de m<sup>3</sup>, de 79 km<sup>2</sup>, et de profondeur maximale 66 m. Cet ouvrage régularise fortement les écoulements du Konkouré et génère de nombreux impacts (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Le projet Kaléta fait partie d'un plan d'aménagement hydroélectrique, qui à terme doit aboutir à la construction du barrage de Souapiti, d'une retenue de 500 km<sup>2</sup>, à quelques kilomètres en amont de ce premier.

## **2.2.2 Caractéristiques générales du milieu estuarien.**

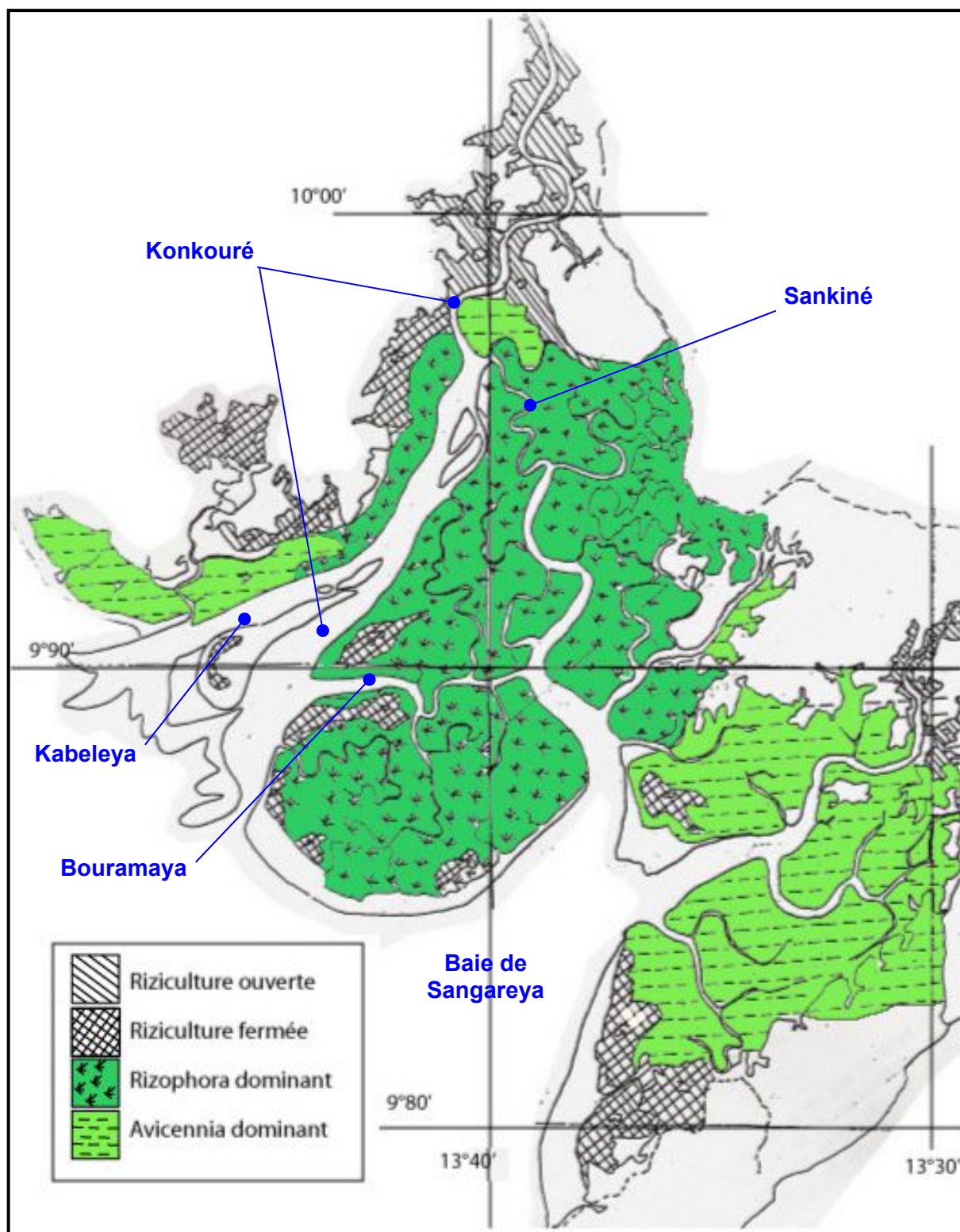
### **2.2.2.1 Caractéristiques morphologiques.**

L'embouchure du Konkouré forme le seul delta d'Afrique de l'ouest (*Rue, 1995*). Il est constitué dans sa partie supérieure de basses plaines fluviales inondables, et par une série d'îles de mangroves et de vasières en front de mer (soumis à la double influence : tidale/fluviale).

Le lit du fleuve, après avoir passé les derniers méandres, se divise pour donner en rive gauche la Sankiné, chenal très resserré et méandriforme. Le Konkouré se subdivise en deux chenaux, la Kabéléya au nord et le Konkouré au sud. La Bouramaya, chenal transversal, relie ces deux bras principaux. De nombreux autres petits bras secondaires divaguent au milieu de la mangrove.

**Tableau 2-1 - Caractéristiques des principaux bras du Konkouré (BCEOM -1999).**

Bras	Longueur (km)	Largeur moyenne (m)	Profondeur moyenne (m)
Konkouré	20	1500	3 - 3,5
Sankiné	30	200 - 1200	4,5 - 6



**Figure 2-3 - Le delta du Konkouré (d'après Rue, 1995).**



#### 2.2.2.2 Fonctionnement hydrodynamique du delta.

##### *Les apports fluviaux.*

Les débits entrants dans l'estuaire du Konkouré varient de près de 75 m<sup>3</sup>/s à l'étiage à plus de 2000 m<sup>3</sup>/s en forte crue depuis la régularisation par Garafiri (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Les écoulements se répartissent de façon à égaliser les pertes de charges dans chacun des bras (*BCEOM - 1999*).

En crue, les forts débits fluviaux caractérisent un écoulement fluvial dans tout l'estuaire, tandis qu'en étiage, le fleuve perd de son influence et la marée pénètre plus facilement dans l'estuaire (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

##### *Le mécanisme tidal.*

La marée sur les côtes guinéennes est de type semi-diurne macrotidal. Le marnage observé sur l'ensemble de l'estuaire est d'une amplitude moyenne variant autour de 3,5 m à 4 m en vive-eau et de 1,5 m à 2 m en morte eau, et est ressenti au-delà de 33,5 km de l'embouchure (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Il est toutefois atténué dans le secteur amont par les débits du fleuve, particulièrement en période de crue.

##### *Intrusion du front salé.*

L'intrusion marine dans l'estuaire est fonction des conditions locales de la marée (étale, pleine mer, basse mer,...), de l'intensité des débits fluviaux (étiage, crue,...), et de la forme et des caractéristiques morphologiques du lit de l'estuaire

Depuis que le barrage de Garafiri fonctionne, le front [eau douce/eau salée] pénètre moins en étiage dans l'estuaire du Konkouré (*Samoura et al, 2002*). En crue, les eaux dans le delta sont toujours principalement celles du fleuve (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

Les mêmes phénomènes sont observés sur la position des bouchons vaseux.

#### 2.2.2.3 Dynamique sédimentaire.

La dynamique sédimentaire du delta résulte principalement de l'équilibre entre l'hydraulicité du fleuve et la morphologie des chenaux, combiné aux échanges de sédiments entre le delta et les plaines côtières (*BCEOM, 1999 - IRD-BCEOM-BRLi, 2003*). Environ 100 000 T de MES transitent chaque année vers l'estuaire dont la surface totale de dépôt des vasières est approximativement de 320 km<sup>2</sup> (*Wolansky, 1995*).

En saison des pluies, les sables continentaux sont évacués vers l'aval par les forts débits fluviaux, tout comme les sables marins, plus fins et mieux triés. En Septembre, l'importance des débits de crue permet de remobiliser les bancs de vases pour les expulser en mer (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

En Avril, en pleine saison sèche, le Konkouré est à l'étiage et la marée est donc le mécanisme prédominant. Les sables littoraux sont remobilisés et réintroduits dans l'estuaire



jusque dans la partie amont. Ces sables sont principalement des sables marins mais ils contiennent également une fraction de sables fluviaux mobilisés en aval lors de la crue précédente (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

#### 2.2.2.4 Faune et flore estuarienne.

Le delta du Konkouré est classé au statut de Zone Humide Ramsar depuis 1992, pour l'ensemble de sa faune remarquable (la flore remarquable n'ayant pas été identifiée). Elle est caractérisée en tant que zone humide côtière estuarienne sous l'influence intertidale avec forêt de mangroves.

##### *La végétation de l'estuaire.*

Le delta du Konkouré est principalement occupé par une mangrove bien développée, représenté par deux genres de palétuviers (CCE-SECA, 1993). Les espèces du genre *Rhizophora* sont situées principalement dans les zones immergées quotidiennement par les marées, et dominant dans la plaine estuarienne centrale. Les palétuviers blancs (seule espèce du genre *Avicennia*) sont dominants dans les secteurs faisant face à la mer.



**Photo. 2-4** - La mangrove dans le delta du Konkouré (L. Tébaol).

Le delta du Konkouré est également le siège d'une activité rizicole en période humide, mais aussi d'extraction de sels pour les villages situés sur les cordons littoraux et dunaires.

##### *Faune estuarienne.*

###### - Le benthos estuarien

Les organismes benthiques sont très peu présents dans les chenaux de l'estuaire, mais en revanche assez nombreux sur les estrans (IRD-BCEOM-BRLi, 2003). Le peuplement est principalement représenté par des polychètes (annélides), des gastéropodes (*Nassa*), et des crustacés (crevettes et crabes juvéniles).

###### - Les peuplements d'huîtres.

Des colonies d'huîtres (*Crassostrea gasar* A) se développent sur les racines et troncs des palétuviers qui bordent les bras de mer, avec une préférence pour le genre *Rhizophora* (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Présentes à l'origine sur l'ensemble du delta (CERESCOR, 1992), les modifications environnementales engendrées par Garafiri ont provoqué leur disparition dans la partie supérieure et moyenne de l'estuaire (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

- Faune piscicole.

Structuré principalement par les taux de salinité, le peuplement piscicole des chenaux estuariens, représenté par 64 espèces (31 familles), présente une diversité spécifique qui augmente et se diversifie d'amont en aval (IRD-BCEOM-BRLi, 2003).

Dans les chenaux principaux, les inventaires réalisés montrent une prédominance de l'espèce marine *Liza grandisquamis* (Mugilidae - 27,7 %), mais également de l'espèce strictement estuarienne *Pellonula leonensis* (Clupeidae - 19,2 %).

- Avifaune.

L'ensemble de cette zone est un site de nidification pour de nombreuses espèces d'oiseaux qui peuvent être peu communes, voire rares. Les zones de vasières servent aussi de sites d'hivernage à de grands effectifs d'aigrettes, d'hérons et de limicoles, qui se joignent aux effectifs sédentaires (Bangoula A. K., 1993, *Observatoire de Guinée Maritime*, 2005).

- Mammifères et reptiles.

La zone estuarienne du Konkouré et ses mangroves servent d'habitat à de nombreux mammifères et reptiles (dauphins, lamantins, hippopotames, crocodiles du nil, tortues olivâtre,...). Si certains sont véritablement inféodés à ces milieux, d'autres au contraire ne sont présents qu'occasionnellement ou accidentellement (CCE-SECA, 1993, *Observatoire de Guinée Maritime*, 2005).

#### 2.2.2.5 Population et activités.

##### *La population.*

L'ensemble de la baie de Sangaréya, regroupait en 1992 environ 23 000 habitants, avec une densité moyenne de 20 habitants par km<sup>2</sup> (CCE - SECA, 1994).

##### *La Riziculture.*

La mangrove est le lieu d'une activité rizicole importante de la part des populations locales, dont il n'existe qu'une seule culture par an, toujours en saison des pluies. La production annuelle en 1993 était de 1 400 tonnes de riz décortiqué pour 1 760 exploitants riziculteurs.

La riziculture fermée, protégée par des digues pour garder l'eau douce, est présente en front de mer dans la partie Est de la baie de Sangaréya, mais également dans l'estuaire central et inférieur du Konkouré.

A l'inverse, la riziculture ouverte, est réalisée sur les pourtours du Konkouré dans le haut estuaire soustraits à l'influence saline pendant la période de culture. La modification des régimes hydrologiques par le barrage de Garafiri, associée aux changements des méthodes d'exploitation et du calendrier agricole, y a permis une augmentation des rendements de près de 70% (Samoura K. et al., 2002).

#### *Exploitation du bois.*

Les bois de mangroves sont soumis à de nombreux usages. Leur prélèvement, estimé à 45 700 tonnes en 1993 (surtout *Rhizophora*) par les populations, se fait aussi bien à des fins commerciales (bois d'œuvre principalement) que pour des besoins domestiques, le chauffage de la saumure, fumage du poisson, l'extension des rizières... (CCE - SECA, 1994, Samoura K. et al., 2002 ; Observatoire de Guinée Maritime, 2005).

#### *Extraction de sel.*

Disparue depuis 2002 dans l'estuaire supérieur, l'extraction de sel continue avec la même intensité dans les secteurs inférieurs de la zone estuarienne (Samoura K. et al., 2002).

#### *Récolte des huîtres.*

Les huîtres représentent une ressource naturelle importante pour les populations locales (alimentation, chaulage, aviculture,...), malgré un net recul dans le delta depuis Garafiri.

#### *Pêche.*

La pêche est pratiquée en mer et dans les chenaux. Tout en suivant le mouvement de la marée dynamique, des lignes et des filets maillants sont utilisés dans l'estuaire à partir d'embarcations à voile ou de pirogues à moteur, tandis que des filets barrage sont utilisés dans les canaux et bolons.

Les poissons les plus souvent capturés sont l'Ethmalose (Bonga), le Mulet Gabot (Séki), le Bossu (Boboë), le Machoiron (Konkoué), la Sole (Fagba) et le Moustachu (Gbalakassa). La quantité totale de poissons pêchés en 1993 est de 379 tonnes (CCE-SECA, 1993).



**Photo. 2-5 - Bateaux de pêche et bois de mangroves exploité (L. Trébaol).**

### 2.3 L'opération d'aménagement hydroélectrique en projet.

La construction d'un barrage sur un fleuve présente inévitablement des modifications du milieu aval. Toutefois selon les conditions du milieu, mais également en fonction des spécificités du projet, ces incidences peuvent varier significativement.

L'opération en projet est la construction d'un barrage, d'une puissance de 235 MW, au niveau des chutes naturelles du site de Kaléta. Il s'agira de contrôler une retenue au fil de l'eau. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques du réservoir en projet.

**Tableau 2-2 - Caractéristiques morphométriques et hydrauliques du réservoir du projet Kaléta (COTECO, 2006).**

Cote de retenue normale	(m)	110
Superficie du bassin versant	(km <sup>2</sup> )	11380
Hauteur de chute nominale	(m)	49
Hauteur du barrage au-dessus des chutes	(m)	17
Débit moyen des apports	(m <sup>3</sup> /s)	346
Volume du réservoir	(m <sup>3</sup> )	22 000 000
Superficie du plan d'eau	(km <sup>2</sup> )	4
Longueur maximale du plan d'eau	(km)	6
Temps de séjour	(heures)	17
Profondeur maximale	(m)	15
Profondeur moyenne	(m)	3,6

Le réservoir sera constitué de 2 bras : le bras principal (Konkouré) et un bras secondaire en rive droite (Kaga) à 1 km en amont du barrage. Il s'étendra jusqu'au site de Souapiti, sur une longueur de 6 km. La largeur moyenne sera de 660 m. La profondeur maximale en pied de barrage sera d'environ 15 m, et la profondeur moyenne de 3,6 m.

Le temps de séjour de l'eau (rapport entre le volume de la retenue et le débit moyen annuel) est de l'ordre de 17 heures, ce qui est très court. Il s'agit bien d'une retenue au fil de l'eau.



**Figure 2-4 - Emplacement du projet de barrage de Kaléta (Coyne et Bellier)**

## **2.4 Evaluation des incidences sur le Konkouré aval et son delta.**

Les incidences prévisibles sont évaluées en mettant en corrélation le projet et le milieu fluvial et estuarien du Konkouré. Il s'agit de définir les interactions entre eux et de définir s'ils sont significatifs ou pas.

### **2.4.1 *Incidences sur l'hydrologie du fleuve et de l'estuaire.***

Sous réserve d'étude des régimes de production hydroélectrique - le mode de gestion recherché pour Kaléta serait le fil de l'eau, la fonction de régulation étant assurée par Garafiri. En période d'exploitation, il n'y aurait donc pas d'impact significatif sur le régime aval des eaux, en dehors d'éventuelles modifications sensibles en aval immédiat de l'usine.

### **2.4.2 *Modification des débits.***

Le barrage fonctionnera au fil de l'eau. Avec un temps de renouvellement de 17 heures, il n'a pas la capacité à servir de barrage réservoir. En conséquence, il n'aura pas d'effet régulateur (pas d'influence sur l'évolution du débit du fleuve sur un cycle annuel complémentaire de celle générée par Garafiri).

### **2.4.3 *Marnages liés au fonctionnement de l'usine.***

Dans la situation actuelle, les lâchures de Garafiri se font sentir très loin en aval, jusqu'à Kaléta et au-delà, avec des marnages de plusieurs dizaines de centimètres dont les traces sont visibles sur les rives, et sans risques particuliers aux dires des riverains.

Avec l'aménagement de Kaléta, les variations de niveau et de débit liées au turbinage seront plus sensibles, en particulier à l'aval immédiat du site. Les manoeuvres de chasse par les vannes de fonds risquent d'avoir des répercussions encore plus importantes.

Le bas Konkouré est utilisé par de nombreux villageois pour les usages domestiques (boisson, toilette, lessive), pour la pêche et pour le franchissement en pirogue.

Le risque est donc réel que certains riverains, notamment les enfants, se laissent surprendre par les brusques variations de débit et de niveaux susceptibles d'être engendrées par la future usine.

### **2.4.4 *Incidences sur la dynamique hydrologique estuarienne.***

Le barrage de Kaléta étant conçu pour fonctionner au fil de l'eau, le delta du Konkouré ne devrait ressentir aucune variation dans le régime hydrologique des apports. Il n'y aura de ce fait pas de modifications spatio-temporelle dans la dynamique estuarienne et sur l'intrusion du front [eau douce / eau salée] tout au long de l'année, quelle que soit les conditions de marées.

### **2.4.5 *Incidences sur la qualité des eaux.***

La zone de la future retenue étant actuellement boisée, une fois sa mise en eau effective, la dégradation de la matière organique aura comme conséquence une certaine dégradation de

la qualité des eaux (augmentation de  $\text{NH}_4$ , réduction de l'oxygène dissous,...). Sa faible profondeur provoquera un réchauffement des eaux, mais aucune stratification ne s'établira. Le risque d'eutrophisation des eaux sera également présent.

Toutefois, avec un temps de renouvellement rapide, ces dégradations du milieu ne seront pas notables sur le milieu aval, voir même inexistantes, d'autant plus en période de hautes eaux et de crue.

#### **2.4.6 Incidences sur le transport solide et les dynamiques sédimentaires.**

Le transport solide se fait essentiellement pendant la première partie de la crue, quand les concentrations en MES sont maximales. Le transport solide annuel en suspension dans le Konkouré est estimé à 116 000 m<sup>3</sup> (ou 139 000 000 tonnes) au niveau de Kaléta (sur la base des données PIG de 2000 et 2001 au site de Kaléta)

Avec le barrage, on devrait assister globalement à une diminution du transport solide en aval, par décantation d'une partie des MES et piégeage du charriage, particulièrement en étiage. Il devrait en résulter un déficit sédimentaire vers l'aval.

Sur une année moyenne calculée sur la période 2000-2001, la quantité de MES piégée par la retenue est estimée à 3 800 à 23 300 m<sup>3</sup> selon la méthode utilisée (courbes de Brune et courbe de Churchill) (COTECO, 2006), la valeur centrale étant 13 600 m<sup>3</sup>/an. Ramené au volume de la retenue (22 000 000 m<sup>3</sup>), le volume piégé par an serait de l'ordre de 0,02 à 0,11 % du volume total RN 110, soit 1 à 5,5 % sur 50 ans.

Ces valeurs sont particulièrement approximatives, car en prenant en compte les données de l'année 2002, de plus faible hydraulité et caractérisée par des moyennes de MES inférieures (IRD-BCEOM-BRLi, 2003), le piégeage moyen serait moins important. De plus, le charriage de fond, vraisemblablement faible et estimé entre 5 et 15% du transport en suspension, n'a pas été pris en compte.

Il est à noter que la création éventuelle du barrage de Souapiti, en queue de retenue de Kaléta, contribuera à réduire drastiquement les transports solides en aval.

Le piégeage important de sédiments dans la retenue pourrait avoir des impacts significatifs sur la dynamique fluviale, mais également sur celle du delta du Konkouré : principalement avec la remobilisation des matériaux des fonds et des berges, et en cas extrême la disparition du delta sur le long terme.

Toutefois, la présence d'une vanne de chasse de sédiments, comme nouvellement prévu dans le projet, permettra de restituer une grande partie des sédiments vers l'aval. Les modalités de gestion n'ont toutefois pas encore été établies. Aussi, il est à noter que depuis la construction du barrage de Garafiri, aucun phénomène d'érosion ou de sédimentation n'a été observé.

#### **2.4.7 Incidences sur la végétation et la faune.**

Etant donné que l'hydrologie et la qualité des eaux restituées ne subiront pas de changements significatifs. La végétation et la faune dans le Konkouré aval ainsi que dans la

zone deltaïque resteront adaptées aux conditions du milieu, n'entraînant pas de modifications notables des peuplements.

#### **2.4.8 Incidences sur les activités humaines.**

A priori, le fonctionnement du barrage ne devrait pas avoir d'incidences significatives sur les usages du fleuve (navigation longitudinale, franchissement, pêche, usages domestiques, irrigation) par rapport au régime actuel du Konkouré modifié par Garafiri. Toutefois, les lâchures ponctuelles des vannes de chasses pourront présenter des dangers importants sur l'ensemble des activités riveraines, particulièrement dans le secteur aval immédiat.

#### **2.5 Définition des mesures d'atténuation et de suivi du milieu aval.**

Les mesures d'accompagnement développées ci-après sont proposées au titre du Plan de Gestion Environnemental et Social du projet Kaléta. Elles sont relatives à l'environnement et aux ressources des milieux aquatiques fluviaux et estuariens de la zone aval d'impact du projet Kaléta. Elles demandent à être discutées avec les parties prenantes avant d'être définies de façon plus précise pour celles qui auront été validées.

En premier lieu, il s'agit de mesures d'atténuation des impacts de Kaléta sur le Konkouré aval et son delta. Ensuite, afin de mesurer les effets sur le long terme et l'évolution réelle de l'environnement, un plan de suivi sera mis en place, comme cela a été effectué dans le cadre de Garafiri (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*).

##### **2.5.1 *Mesure d'atténuation des impacts prévisibles de Kaléta.***

###### **2.5.1.1 Déboisement partiel de la zone de la future retenue.**

La retenue de Kaléta va envoyer un fond de vallée occupé par des vestiges de forêt galerie et des palmeraies.

Le déboisement total de la future zone envoyée serait une opération coûteuse et qui ne paraît pas nécessaire. Une telle intervention se pratique généralement pour empêcher la dégradation de la qualité de l'eau et l'eutrophisation du réservoir. Compte-tenu du faible temps de renouvellement de la masse d'eau (17 heures), ce risque est faible pour Kaléta, quant bien même toute la biomasse végétale présente resterait sur pied.

En revanche, un déboisement partiel de la cuvette peut être préconisé afin de répondre à plusieurs objectifs : (i) limiter en partie une dégradation de la matière organique (ii) utilisation des ressources ligneuses avant leur ennoiement (bois de feu, bois de construction, grands arbres pour la construction des pirogues) ; (iii) dégagement de couloirs pour la traversée en pirogue d'une rive à l'autre ; (iv) déboisement de la cuvette sur une distance d'une centaine de mètres à l'amont immédiat de l'usine (sécurisation de l'aménagement).

Dans ce but, il serait nécessaire de :

- réaliser une enquête auprès des communautés riveraines pour identifier leurs souhaits en matière de zones à déboiser.



- établir un cahier des charges pour les travaux de déboisement.

- mettre à disposition du bois de construction et du bois de feu en accord avec les autorités villageoises.

#### **2.5.1.2 Information des populations et la prévention vis-à-vis des lâchures du barrage de Kaléta.**

L'objectif de cette mesure est de prendre toutes des dispositions possibles pour atténuer les risques liés aux variations de débit et de hauteur d'eau engendrées par le barrage, principalement en raison de lâchures de vannes de chasse.

Pour cela, il sera nécessaire de réaliser une étude hydraulique complémentaire pour quantifier les variations de hauteur d'eau en fonction de différentes hypothèses de gestion du barrage.

Une enquête auprès des communautés riveraines permettra d'identifier plus précisément les problèmes potentiels et les solutions à apporter.

Au final, un plan d'action sera défini, pour la mise en place d'un système d'avertisseur sonore et de signalisation, de consignes de gestion du barrage, et d'une campagne de sensibilisation.

### ***2.5.2 Mesures de suivi environnemental.***

Le suivi environnemental post-projet fait partie intégrante de l'évaluation environnementale au titre des directives de la BAD, et doit être défini au stade de l'EIE. Ce principe, bien qu'il ne figure pas dans la réglementation guinéenne, est stipulé dans les directives EIE de la Banque Africaine de développement, bailleur de fond du projet.

Le "Projet Impact Garafiri" (PIG) effectué de 1998 à 2002, a mis en place un plan de suivi afin de mesurer les effets du barrage de Garafiri sur plusieurs composantes physiques et biologiques du milieu fluvial et du milieu estuarien, mais sur une durée trop courte pour mesurer les incidences à long termes.

Le rétablissement d'un tel suivi sur une période suffisante, permettrait de mesurer les incidences sur le long terme des barrages de Garafiri et de Kaléta, et de l'éventuel projet de Souapiti. Les actions suivantes permettraient ainsi d'atteindre cet objectif.

#### **2.5.2.1 Remise en service du réseau de station hydrologique.**

En premier lieu, la mise en place d'un système pérenne de suivi hydrologique du Konkouré permettrait d'obtenir une base de données utile à la gestion des barrages et du fleuve, mais également pour la conception des futurs aménagements.

Pour cela le réseau de stations limnimétriques devra être remis en état et ré-étalonné. L'embauche et la formation de lecteurs habitant à proximité du site seront nécessaires, ainsi que l'organisation de la collecte et du traitement des données.





**Photo. 2-6** - Station limnimétrique de Douala Firi Firi en aval de Kaléta (L. Trébaol).

#### 2.5.2.2 Mise en place d'un suivi environnemental du milieu fluvial et estuarien.

Le suivi environnemental, sur une période minimale de 10 ans permettrait de déterminer l'évolution du milieu fluvial et estuarien suite à l'aménagement hydroélectrique du Konkouré.

En premier lieu, les milieux fluvial et estuarien doivent faire l'objet d'un suivi sur l'évolution de leur dynamique sédimentaire, par l'intermédiaire d'échantillonnages des MES réguliers au niveau de sites adaptés, mais également par un suivi par images aériennes. Il sera possible d'évaluer les effets du piégeage par les barrages sur les processus d'érosion et de sédimentation, particulièrement dans la mangrove.

Le suivi des peuplements piscicoles, en tant qu'indicateur des conditions du milieu, pourrait être réalisé par l'intermédiaire de pêches électriques, en étiage et en hautes eaux, sur un pas de temps de 5 ans, aussi bien sur le Konkouré que dans l'estuaire. Ces pêches seraient réalisées au niveau des stations suivi lors du PIG (*IRD-BCEOM-BRLi, 2003*), afin de pouvoir observer une évolution sur une période plus grande.

L'estuaire sera également soumis au suivi des populations d'huîtres de mangroves, dans les principaux chenaux du delta (Konkouré, Sankiné,...), sur un pas de temps plus serré de trois ans, car elles sont un excellent indicateur des modifications du milieu estuarien apportées par l'aménagement du fleuve (salinité, durée d'immersion,...).

## Synthèse.

Le projet hydroélectrique de Kaléta, soumis aux procédures d'EIE de la Banque Africaine de Développement et de la Guinée pour être validé, se situe dans un contexte déjà profondément perturbé. Le barrage de Garafiri régule le régime hydrologique du fleuve, par un écrêtement des crues et un fort soutien d'étiage, dont les effets se font ressentir jusque dans l'ensemble du delta.

Le barrage de Kaléta étant conçu pour fonctionner au fil de l'eau, le régime hydrologique du fleuve jusqu'à l'estuaire ne sera pas significativement différent du régime déjà régularisé. Seul le secteur en aval immédiat du futur aménagement sera soumis à un possible marnage lié aux modalités de fonctionnement du barrage.

De ce fait, l'aménagement n'aura théoriquement que de très faibles effets, difficilement qualifiables et quantifiables, sur le milieu aval (fluvial et estuarien) que ce soit du point de vue des composantes physiques, biologiques et humaines, d'autant plus si le projet hydroélectrique de Souapiti se réalise.

Le blocage des sédiments sera limité par la présence d'une vanne de chasse. Toutefois, les impacts des opérations de relargage des sédiments seront variés en fonction des modalités de gestions.

Le programme de mesures à mettre en place est ainsi de ce fait assez limité. Toutefois face aux directives de la BAD, un suivi est nécessaire pour mesurer les effets sur le long terme. Il s'intégrera en parti dans la continuité de l'ancien suivi mis en place pour le barrage Garafiri.

La construction du barrage provoquera toutefois des impacts importants au niveau de la future zone de retenue (modification du peuplement piscicole, déplacement de populations, baisse de productivité de la pêche en raison de techniques non adaptées au milieu lentique,...) qui doivent être pris en compte dans le rapport d'étude d'impact entrant dans la procédure d'EIE pour la validation du projet par le financeur, et l'administration guinéenne.

## Conclusions et réflexions.

Les grands barrages, tels que définis par la Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB) sont caractérisés par une hauteur supérieure à 15 m ou un volume de retenue supérieur à trois millions de m<sup>3</sup>.

De par leur fonction (irrigation, hydroélectricité, alimentation en eau potable, soutien d'étiage et écrêtement des crues,...), ils présentent de grands intérêts pour les populations et les activités économiques. Au niveau mondial, ils assurent 30 à 40% des surfaces irriguées, près de 15 % de la production alimentaire, et 19 % de la production d'électricité.

Toutefois, malgré ces avantages en terme de développement, ils génèrent de nombreux impacts sur le fonctionnement de l'hydrosystème, aussi bien en amont par la création d'une retenue, qu'en aval par les modifications hydrosédimentaire. Les usages de ces milieux se retrouvent ainsi perturbés, avec de nombreuses conséquences sur les populations.

Les trois principales sources d'impacts liés aux barrages sont (i) la régularisation des écoulements naturels, (ii) le piégeage des sédiments et (iii) la possible dégradation des eaux de fond dans les réservoirs. Il en résulte des modifications profondes des dynamiques hydrosédimentaires fluviales et estuariennes, déstabilisant les équilibres existants, aussi biologiques (flore et faune) que socio-économiques (activités liées aux milieux aquatiques).

Le dysfonctionnement des plaines d'inondation et des zones humides, la disparition d'habitats naturels, la diminution de la biodiversité, la perte de secteurs de pêche,... sont autant d'impacts négatifs générés par l'aménagement de grands barrages. Toutefois des impacts positifs peuvent également apparaître tels que la création de retenue au potentiel halieutique, le développement de productivité rizicole par recul du front salin estuarien,...

Cependant, en raison des contextes toujours différents, chaque cas de barrage présente des impacts spécifiques. Aussi, dans le cadre du projet Kaléta en Guinée, il a pu être évalué que la construction du barrage "au fil de l'eau" ne semblerait pas générer d'impacts notables supplémentaires sur le milieu aval, car déjà profondément modifié par la mise en eau du barrage réservoir de Garafiri.

Par ailleurs, les impacts n'apparaissent pas uniquement suite à la phase d'aménagement, mais aussi pendant les phases de travaux et les opérations exceptionnelles, telles que les opérations de vidange pour des raisons d'inspection ou d'urgences liées à un problème de sécurité.

Une telle opération, en prenant exemple sur le projet de vidange de Cotatay, crée en premier lieu une modification provisoire du régime hydrologique déjà régulé, en général sans grandes conséquences car les débits de vidanges sont inférieurs à ceux des crues. En revanche le risque d'entraînements de sédiments et d'eaux profondes de mauvaises qualités peut particulièrement causer des dégâts importants sur le milieu aval.

Pendant longtemps, les constructions et les vidanges de barrages étaient effectuées sans soucis de prévision de ces différents impacts. Il était alors nécessaire de les gérer après coup, particulièrement lorsque les pressions des détracteurs (populations affectées et ONG) étaient suffisamment importantes. A mesure que le bilan entre les aspects bénéfiques et négatifs des barrages était mieux évalués et connus, les nouveaux projets étaient de plus en plus remis en cause.

L'évaluation des impacts environnementaux (EIE), outil d'anticipation et de concertation entre les différentes parties prenantes, a été progressivement intégrée dans les réglementations nationales et les directives des bailleurs de fonds. Appliqué aux projets de barrages, qui de part leur ampleur sont obligatoirement soumis à EIE, cet outil a permis d'intégrer les préoccupations environnementales et sociales dans les procédures d'autorisation de ces projets.

L'objectif est de proposer la mise en œuvre, dès le stade du projet, de mesures d'accompagnement environnementales et sociales, pour atténuer ou compenser les impacts négatifs et maximiser les impacts positifs. Cette procédure implique un jeu d'acteur entre le maître d'ouvrage, les autorités administratives et/ou financières pour l'examen du projet et la décision d'acceptation, mais également le public dans le cadre de procédure de consultation (enquête publique ou audience publique).

Les exemples du Cotatay et de Kaléta développés dans ce rapport illustrent l'application de l'EIE dans deux contextes très différents.

L'EIE doit ainsi être un outil de décision partielle pour autoriser un projet ou l'interdire lorsque les impacts négatifs ne sont pas jugés acceptables par rapport aux avantages que le barrage peut apporter.

## BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES CONSULTÉS

### PROJET DE VIDANGE DE COTATAY

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, 2003. *Réseau départemental de suivi de la qualité des rivières de la Loire – Bilan de l'année 2003*. Rapport FDAAPPMA 42. 60 p. + annexes.

COYNE ET BELLIER, 1981. *Barrage de la ville du Chambon-Feugerolles, Installations techniques - Vue en plan du barrage avec tuyauterie de prise d'eau et vidange. 1/100 et 1/200*. Ville de Chambon-Feugerolles - Dossier du Propriétaire. 1p.

COYNE ET BELLIER, 1985. *Barrage du Cotatay - Vue en plan de la retenue - Courbe hauteur/surface et hauteur/volume*. Le Chambon Feugerolles. 1p.

COYNE ET BELLIER, 1986. *Barrage du Cotatay - Etude géologique*. Le Chambon Feugerolles. 5p.

COYNE ET BELLIER, 1986. *Barrage du Cotatay - Etude hydrologique*. Le Chambon Feugerolles. 43p.

COYNE ET BELLIER, 1988. *Barrage du Cotatay, Cahier des graphiques d'exploitation du barrage de 1970 à 1990*. 8p.

COYNE ET BELLIER, 1992. *Barrage du Cotatay, Dossier du propriétaire, Document ancien décrivant le barrage lors de sa construction*. Annales des pont et chaussées de 1908 n°67. 17p.

COYNE ET BELLIER, 1997. *Barrage du Cotatay, Inspection subaquatique décennale du 26 au 30 m&i 1997 - Avis de Coyne et Bellier après lecture du rapport de l'entreprise O'CAN*. Ville de Chambon-Feugerolles. 8p

COYNE ET BELLIER, 2006. *Barrage du Cotatay - Dossier de prise en main*. Le Chambon-Feugerolles. 16p.

DDE DE LA LOIRE, 1995. *Fiche synoptique du barrage du Cotatay*. Service hydraulique, Service du contrôle des barrages. 6p.

MERIAS J.C., 2004. *Diagnostic piscicole du bassin versant de l'Ondaine - Etude de l'habitat des différent cours d'eau - Etat des peuplements*. Rapport de stage. FDAAPPMA 42. 41 p.

O'CAN, 1997. *Barrage du Cotatay, Inspection subaquatique du parement amont, Compte-rendu*. Ville du Chambon-Feugerolles. 13 p.

SAGE ENVIRONNEMENT, 2004. *Etat zéro du contrat de rivière Ondaine et affluents*. Syndicat intercommunal de la vallée de l'Ondaine. 69p.

SAUNIER & ASSOCIES, 2005. *Dossier de demande d'autorisation d'utilisation de l'eau pour la consommation humaine, I. Qualité de l'eau de la ressource*. Ville du Chambon-Feugerolles. 37p.

SOGETRAM RHONE-ALPES, 1982. *Visite du parement amont du barrage du Cotatay. Plan au 1/200*. Ville du Chambon-Feugerolles. 1p.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ONDAINE, DDE LOIRE, 2001. *Contrat de rivière - Ondaine et affluents - 2002-2008, Document principal*. 73p.

SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ONDAINE, DDE LOIRE, 2001. *Contrat de rivière - Ondaine et affluents - 2002-2008, Annexes : fiches des opérations*. 73p.

VILLE DU CHAMBON-FEUGEROLLES, 1986. *Compte-rendu journalier des travaux de réfection du parement amont du barrage Cotatay*. Services techniques. 42 p.

VILLE DE CHAMBON-FEUGEROLLES, 1998. *Essai de du 22 avril 1998 sur le temps de propagation de l'onde d'écoulement et des hauteurs d'eau dans la rivière, à l'aval du barrage de Cotatay*. Services Techniques. 2p.

## **PROJET D'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE KALETA.**

AFONSO V., 1998. *Contribution à l'étude d'impact du barrage de Garafiri sur la qualité des eaux et les écosystèmes aquatiques du Konkouré (République de Guinée)* – Rapport de stage. Université de Bourgogne. DESS Espace rural et Environnement. 77 p.

BANGOULA A.K., 1993. *Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar*. O5. 4 p.

BANGOURA I., ARSENAULT D., 1993. *Rapport d'inventaire forestier*. - République de Guinée, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 24 p.

BCEOM, 1994 – *Actualisation de l'étude environnementale du projet Garafiri. Rapport final* – République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles et de l'Environnement, Secrétariat d'Etat aux énergies. 109 p.

BCEOM, 1999. *Etude d'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré – Hydrodynamique et dynamique sédimentaire* – Rapport de première année. 27p.

CCE, SECA, 1993. *Plan d'aménagement forestier des mangroves de la baie de Sangareya – Document n°13/93* – République de Guinée, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 245p.

CERESCOR, 1992. *Rapport annuel de 1992*.

COYNE ET BELLIER, EDF, 1995. *Aménagement hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré – Etude de définition technique et organisationnelle du plan de suivi environnemental du bassin versant du Konkouré* – République de Guinée – Ministère de l'énergie et de l'Environnement. 90p.

COYNE & BELLIER, EDF, HYDROCONSULT INTERNATIONAL, 1996 – *Aménagement hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré (Guinée). Synthèse de l'hydrologie* - République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles, de l'énergie et de l'Environnement. 26 p.

DAGET J., 1958. *Les eaux et les poissons du haut et moyen Konkouré*. Rapport de mission - Laboratoire d'hydrobiologie de Diafarabé. 4p.

HUGUENY B., CAMARA S., SAMOURA B., MAGASSOUBA M., 1996. *Applying an index of biotic integrity based on fish assemblage in a West African river*. Hydrobiologia 331. p.71-78.

HYDROCONSULT INTERNATIONAL, 1994 – *Aménagement hydroélectrique de Kaléta sur le Konkouré. Synthèse des données de bases. Hydrologie* - République de Guinée, Ministère des Ressources Naturelles, de l'énergie et de l'Environnement. 40 p.

IRD CONAKRY, 2002. *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré – Note de synthèse*. 6p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2000 - *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré - Rapport d'étape Année 2 - Tome 1 à 4* - République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 350 p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2001 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Rapport d'étape. Année 3. Tome 1 Rapport principal* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique. 113 p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2003 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Rapport final.* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique. 278 p.

IRD-BCEOM-BRLi, 2003 – *Etude de l'impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré. Annexes sur CD-rom.* – République de Guinée. Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique.

LEVEQUE C., PAUGY D., TEUGELS G.G., ROMAND R., 1989. *Inventaire taxonomique et distribution des poissons d'eau douce des bassins côtiers de Guinée et de Guinée-Bissau.* Rev. Hydrobiol. Trop. 22(2). p. 107-127.

OBSERVATOIRE DE GUINEE MARITIME, 2005. *Rapport d'étape.* République de Guinée. 664 p.

ORANGE D., 1990. *Hydroclimatologie du Fouta-Djalou et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'ouest).* Thèse, Univ. L. Pasteur de Strasbourg, 213 p.

ORSTOM-BCEOM-BRLi, 1996 – *Termes de référence du suivi de l'impact du barrage de Garafiri et de Kaléta sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré* – République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 42 p.

ORSTOM-BCEOM-BRLi, 1998 - *Impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré - Offre techniques* - République de Guinée. Ministère des ressources naturelles et de l'énergie. 42 p.

ROCHE ET AL., 1958. Monographie du Konkouré. **BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES CONSULTÉS**

RUE O., 1995. *Expertise des impacts possibles du barrage de Garafiri sur les mangroves du Konkouré. Annexe 3 in* COYNE ET BELLIER, EDF, 1995. *Etude de définition technique et organisationnelle du plan de suivi environnemental du bassin versant du Konkouré* – République de Guinée – Ministère de l'énergie et de l'Environnement. 15p.

SAMOURA K., FERRY L., CARN M., CAMARA S., 2002. *Impacts environnementaux et sociaux des aménagements hydroélectriques sur les estuaires d'Afrique de l'Ouest : cas de l'estuaire du Konkouré en Guinée.* 15 p.

TREBAOL L., LEMOALLE J., 1999 – *Contribution au volet qualité des eaux. Suivi environnemental du projet hydroélectrique de Garafiri sur le Konkouré.* IRD Conakry. 55p.

WOLANSKI E., 1995. *Rapport d'étude sur l'écologie des mangroves de la baie de Sangareya – Document n°17/95.* Ministère de l'agriculture de l'élevage et des forêts. 25 p.