

# **IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE GARAFIRI SUR LE BASSIN VERSANT ET L'ESTUAIRE DU KONKOURÉ :**

**Enseignements sur la méthodologie et les résultats du suivi  
environnemental**

---

SAMOURA Karim, Chercheur au GEIGER, UQAM  
Attaché de recherche au Centre de Recherche Scientifique de Conakry Rogbané, GUINÉE  
D.E.P.A. en Gestion de l'Environnement  
Candidat au Ph D. en Sciences de l'Environnement à l'ISE / UQAM

et

BOUBACAR Djibo & KOUROUMA Dan Lansana, Ph D. en Sciences de l'Environnement ,  
GEIGER, UQAM

---

## **Introduction : objectifs et contenus de l'étude**

La présente étude vise à analyser le cas du suivi des impacts environnementaux du projet de construction du Barrage de Garafiri sur le bassin continental et l'estuaire du Konkouré, en Guinée. En premier lieu, nous présenterons brièvement le projet à l'étude et le milieu récepteur. En deuxième lieu, nous décrirons le processus d'évaluation des impacts environnementaux (ÉIE) appliqué, le cadre législatif et réglementaire guinéen, les principales étapes du processus et les intervenants. Ensuite, nous présenterons les principaux enjeux du projet qui ressortent du rapport d'ÉIE et du rapport de suivi. En troisième lieu, nous ferons l'analyse critique des aspects méthodologiques du suivi et de ses résultats aux fins d'en tirer des enseignements susceptibles d'améliorer les pratiques dans ce domaine d'activité et de faire des recommandations pertinentes pour une meilleure adaptation des méthodes et des outils d'ÉIE au contexte africain.

## **1. Contexte et justification**

La République de Guinée appartient encore à la catégorie de pays qui sont les moins bien desservis en électricité. Sa situation énergétique se caractérise par un faible niveau de consommation d'énergie par habitant, un usage important des énergies traditionnelles (biomasse) et des hydrocarbures et un potentiel hydroélectrique (6,1 GW) exploité à moins de 2 % (DNE, 1996). La production énergétique en 1998 était de l'ordre de 250 GWH pour une puissance

installée de 102 MW, ce qui était nettement insuffisant pour satisfaire la demande estimée à 470 GWh en 1994 et à 690 GWh en 2000. Face à cette situation, la nouvelle politique énergétique du pays a privilégié le développement de l'hydroélectricité en général et la mise en valeur du potentiel du bassin du Konkouré en particulier. C'est dans ce contexte que le projet d'aménagement hydroélectrique de Garafiri a été initié par le Secrétariat d'État aux Énergies de la République de Guinée, avec l'appui de certains partenaires bilatéraux et multilatéraux. Ce projet avait pour objectif, l'alimentation en électricité de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée.

Le barrage de Garafiri est situé sur le bassin versant du Konkouré (voir Figure 1a). Le bassin du Konkouré s'étend sur une superficie de 17 250 km<sup>2</sup>, partagé entre la Moyenne Guinée (au Nord-ouest du pays) et la Guinée Maritime (à l'Ouest). Il est compris entre les préfectures de Téliélé, Kindia, Fria, Dubréka et Conakry. Il est constitué par les contreforts du massif du Fouta Djallon dans sa partie Est et Nord, par les versants des monts Balandougou et Bendéguélen à l'Ouest et par une partie de la baie de Sangaréya au Sud. Le barrage contrôle un bassin versant de 2 460 km<sup>2</sup>, soit 14% de celui du Konkouré. Sa zone d'incidence correspond à la région de la Guinée Maritime et une partie de la Moyenne Guinée. La zone d'étude définie dans le cadre de ce projet de suivi est constituée de la retenue d'eau du barrage (Figure 1b), située dans la vallée du Konkouré et de ses affluents, du cours d'eau aval et de l'estuaire du Konkouré (Figure 1c).

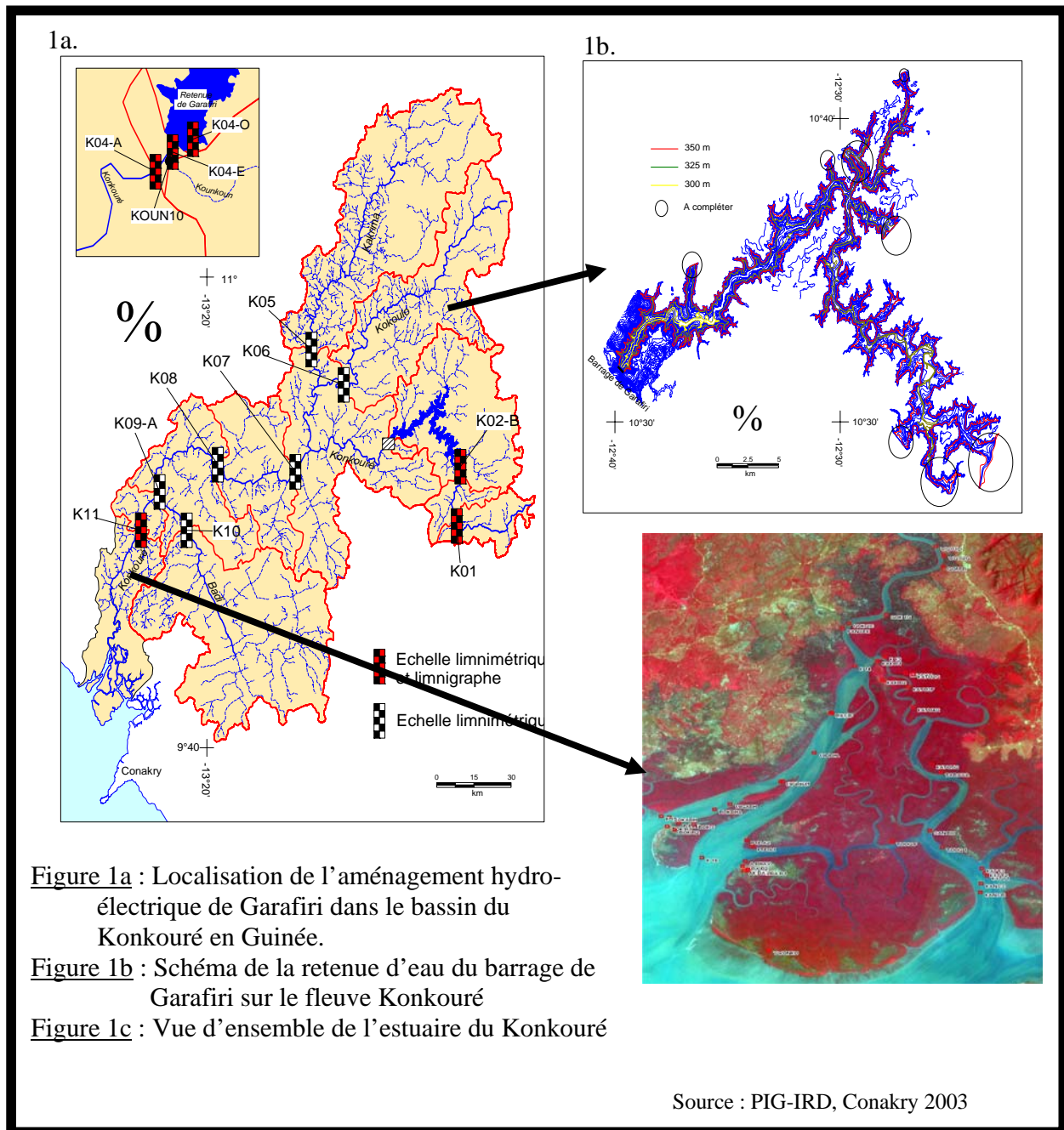
## **2. Description des principales composantes de l'intervention**

Les principales composantes du projet d'aménagement hydroélectrique de Garafiri sont :

- la construction de la route d'accès au site ;
- la construction d'un barrage de retenue d'eau (lac artificiel d'une superficie de 79 km<sup>2</sup>) ;
- la mise en place de 3 turbines avec une puissance totale installée de 75 MW pour un productible moyen de 264 GWh/an et un productible garanti de 219 GWh/an ;
- l'exploitation du barrage avec un débit restitué moyen de 68 m<sup>3</sup>/s

Les projets connexes concernent la construction de la cité des ingénieurs, l'aménagement de points d'eau dans les nouvelles agglomérations, la construction de 2 écoles, la construction d'un poste de santé et de 2 centres de santé et l'installation d'un centre de pêche.

**Figure 1 :** Localisation du projet

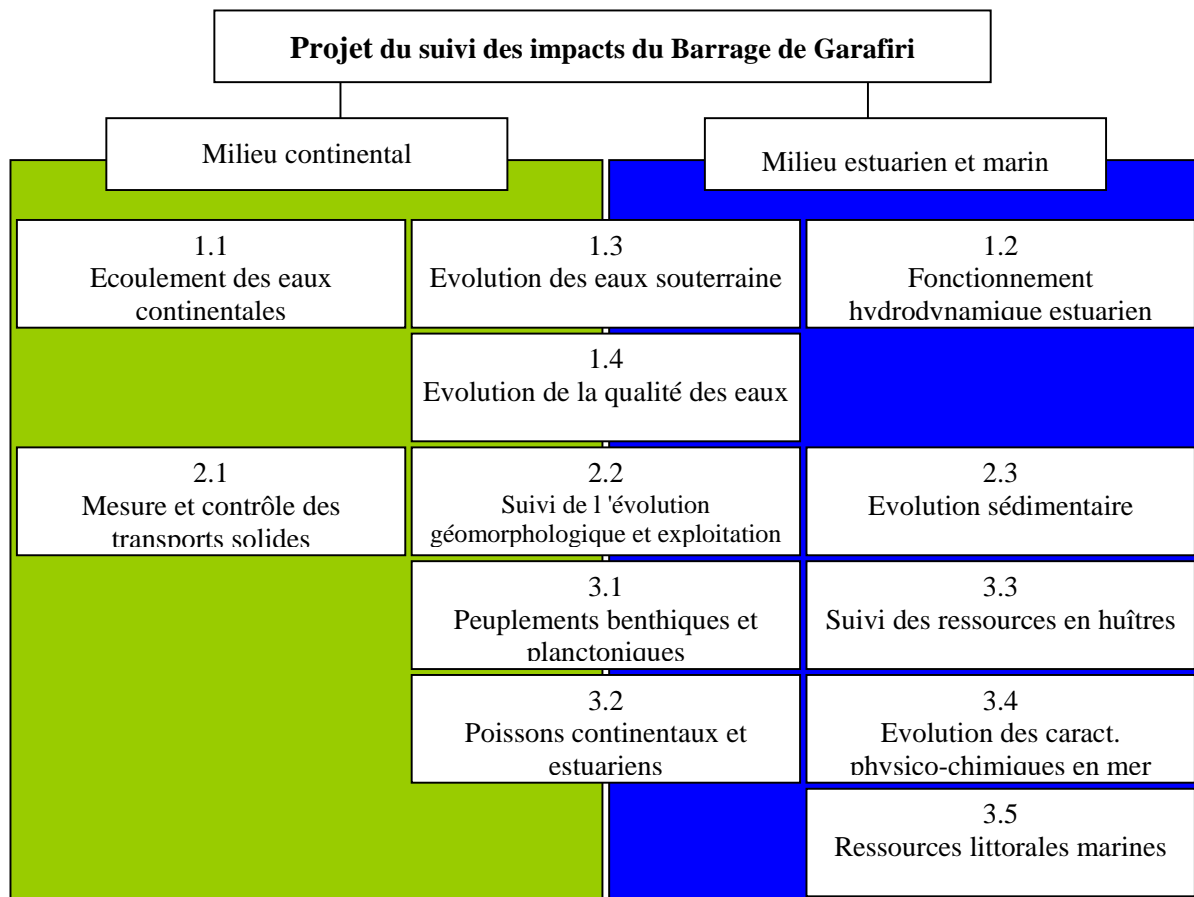


### 3. Processus et acteurs de l'ÉIE et du Suivi environnemental

Dans le cas à l'étude, la réalisation de l'étude d'impact du projet a été confiée à un bureau privé français de consultation spécialisé en étude d'impact, BCEOM en février 1990. L'étude d'impact inclut un plan de réinstallation des populations déplacées mais ne comporte pas de programme de suivi environnemental au sens propre du terme.

La construction du barrage a commencé en 1997. Après le début des travaux, l'Agence canadienne de coopération internationale (ACDI) a constaté l'absence de programme de suivi et a pris la décision d'en faire une condition pour la poursuite de son implication financière dans le projet. Afin de répondre à cette nouvelle demande, le Ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie et l'Entreprise nationale d'Électricité en Guinée (ENELGUI) a confié à l'Institut de la Recherche pour le Développement (IRD), le mandat de concevoir et d'appliquer un programme de suivi des impacts. L'IRD a réalisé son mandat en partenariat avec les bureaux de consultants BCEOM et BRLi, le Centre de recherche scientifique de Conakry - Rogbané (CERESCOR), le centre de recherche halieutique de Boussoura (CNSHB) et les directions nationales de l'Hydraulique et de la Météorologie de la Guinée. Les éléments du suivi sont présentés à la figure 2.

**Figure 2 : Schéma de présentation des éléments du suivi environnemental réalisé**



Source : PIG 2003, Rapport final de suivi

Le document des termes de référence (TDR) identifie clairement les indicateurs relatifs à chacun des éléments du suivi, ainsi que le protocole et le budget de mise en œuvre. Enfin, mentionnons

que le plan de réaménagement prévu dans l'étude d'impact a été réactualisé par une étude réalisée par l'ONG Guinée Écologie en 1996 – 1997.

#### **4. Enseignement sur les résultats du suivi des impacts, selon les études du PIG, 2003.**

##### **4.1 De l'analyse de la qualité de l'eau**

Les résultats de l'étude du PIG sur la qualité de l'eau ont mis en évidence ce qui suit :

- Dans le bassin, la principale caractéristique est la faible minéralisation de l'eau des rivières.
- Dans la retenue, la structure verticale de la colonne d'eau, avec une couche profonde anoxique, conditionne la biologie du lac et la répartition des organismes. La faible teneur en éléments nutritifs limite le développement des micro-algues, mais les poissons peuvent utiliser la production primaire des algues épiphytes sur les troncs d'arbres immergés ou benthiques dans les zones de bordure. Le Lac de retenu de Garafiri est fortement stratifié, avec seulement 10 à 20 m de couche d'eau utile à la vie aquatique. Cette stratification pourrait être liée au fait que la biomasse qui colonisait le site n'a pas été dégagée avant l'enneigement. La décomposition cette biomasse créerait une eutrophisation dans les couches profondes du lac ;
- En aval du barrage, la turbulence favorise une ré oxygénation rapide de l'eau, et la qualité de l'eau peut être considérée comme bonne à environ 15-20 km du barrage. L'environnement aquatique est cependant perturbé sur une distance importante du fait des fluctuations rapides des débits (alternance jour-nuit) résultant du cycle de la production électrique qui répond à la demande urbaine.

##### **4.2 Le transport des solides**

Bien que la quantité de MES ayant transité au niveau à certaines stations, aient pu être déterminée (soit Yékémato de 91 000 tonnes en 2000, de 128 000 tonnes en 2001 et de 97 000 tonnes en 2002), le manque de données sur la situation avant barrage n'a pas permis de mettre en évidence les effets réels du fonctionnement du barrage. En plus, la qualité désirable de l'échantillonnage réalisé par les observateurs des stations limnimétriques jusqu'à octobre 1999 n'assure la fiabilité des données et ne permet pas certaines études comparatives. Selon la rapport final du PIG (2003), les raisons de ces défaillances sont en raison notamment : les nombreuses lacunes de prélèvement (13 %), les erreurs d'étiquetage des échantillons, ), le manque de sérieux de certains observateurs.

### **4.3 L'écoulement des eaux continentales :**

Le remplissage du barrage de retenue d'eau et le fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Garafiri ont entraîné des modifications de débits en aval qui varient suivant les saisons.

Sur le tronçon du Konkouré compris entre le barrage de Garafiri et la confluence du Konkouré et de la Kakrima :

- l'arrêt complet des écoulements entre avril 1999 et septembre 1999 a peut-être eu un impact sur la vie aquatique pendant l'étiage (avril et mai).
- les arrêts fréquents d'exploitation (débit = 0 m<sup>3</sup>/s) pourraient également avoir des conséquences sur l'écosystème aquatique en période d'étiage.

En saison des pluies, il y a écrêtement des crues notamment sur le tronçon du Konkouré compris entre le barrage de Garafiri et la confluence du Konkouré et de la Kakrima. Au delà, les modifications dues à la présence du barrage de Garafiri sur les écoulements naturels sont peu (ou pas) perceptibles en raison de l'importance des apports de Kakrima et Kokoulou.

En saison sèche, les écoulements sont très supérieurs aux débits naturels depuis Garafiri jusqu'à l'estuaire du Konkouré. L'apport supplémentaire en eau douce sur l'estuaire est de ce fait très important en étiage (deux à trois fois l'apport avant barrage).

### **4.4 La vie aquatique : Benthos, phytoplancton et zooplanctons et Poissons**

Dans l'ensemble, les données obtenues ne permettent pas de mettre en évidence une modification à court terme de la répartition des espèces pêchées dans le lac et dans le bassin aval après la mise en fonction du barrage. Dans la retenue d'eau, les résultats obtenus montrent que le lac est riche et donne lieu au développement d'un peuplement de poissons avec une production nettement supérieure à celle d'avant barrage; ce stock de poissons est exploitable par la pêche artisanale. Une enquête réalisée par le Centre nationale des sciences halieutiques de Boussoura (CNSHB) en avril 2001 a permis de dénombrer dans le lac de Garafiri 186 pêcheurs dont 75 professionnels (Bozo et Somono) venant du Mali et 111 semi-professionnels (Malinké et Peul), répartis entre 9 débarcadères. Dans le Bassin continental, on n'observe pas de modification notable.

### **4.5 Le Fonctionnement estuarien**

Il apparaît de ce qui précède que le barrage de Garafiri après remplissage de la retenue, a très peu modifié le volume annuel d'eau douce arrivant à l'estuaire. Par contre, la régulation de l'écoulement par le barrage a réduit les crues et soutenu le débit d'étiage, ce qui a une certaine répercussion sur l'équilibre biologique de l'estuaire du Konkouré et sur l'évolution des activités socioéconomiques. Les modifications physiques et biologiques et leurs répercussions sur le milieu humains s'expliquent comme suit :

- L'intrusion marine dans l'estuaire est fonction des conditions locales de la marée, de l'intensité des débits fluviaux, et de la forme et des caractéristiques morphologiques du lit de l'estuaire. L'augmentation de l'apport d'eau douce dans l'estuaire suite à la mise en fonction du barrage de Garafiri a modifié le mélange eau-douce – eau salée. La limite de l'estuaire définie par le point le plus amont atteint par le sel en étiage sec exceptionnel est située plus à l'aval qu'auparavant. Il n'a pas été possible de déduire des mesures faites de combien cette limite a été déplacée, d'autant que cette limite se situe à l'amont de Wassou. Cependant les estimations avancées lors des mesures effectuées sont de l'ordre de la dizaine de kilomètres en étiage de VE. Cette modification constitue certainement le principal impact de l'aménagement du barrage sur de l'estuaire.
- Les impacts résultants de la réduction des crues ne pourront être observés qu'à long terme, notamment ceux sur l'évolution sédimentaire de l'estuaire.
- L'évolution de la distribution des huîtres au cours de la période 1999-2002 révèle un changement en estuaire supérieur, à partir de l'année 2000 (qui correspond à la mise en fonction du barrage de Garafiri). La baisse de la salinité en étiage dans cette zone, suite à la mise en fonction du barrage serait la cause de ce changement, qui se traduit par la disparition des huîtres en estuaire supérieur sur une distance de 8 km environ.
- Compte tenu de leur forte sensibilité aux variations de la salinité des eaux de submersion et du sol, les peuplements herbacés qui colonisent les basses terres en mangrove constituent un indicateur écologique important dans cette étude. L'importance des modifications subies par ces peuplements dépend essentiellement de la prédominance des conditions marines ou fluviales, de la morphologie des chenaux et de la nature du sol.
- Les impacts sur la répartition et l'exploitation des ressources sont perceptibles essentiellement en estuaire supérieur, entre Kakounsou et Wassou. Dans cette zone, les rendements de la production du riz et du sel ont été modifiés. La production du riz est améliorée avec un taux augmentation du rendement compris entre 50 et 75%, alors que l'extraction du sel est en abandon sur certains sites et le rendement de pêche en légère diminution.

Une synthèse de ces résultats permet de conclure que compte tenu de la durée limitée des études, les résultats obtenus sont très peu explicites sur les impacts réels du barrage de Garafiri sur le bassin et l'estuaire du Konkouré. Ces résultats ne peuvent permettre de tirer des conclusions définitives sur les impacts réels de l'aménagement hydroélectrique de Garafiri sur le bassin continental et l'estuaire du Konkouré. Néanmoins, ils permettent d'établir :

- ❖ la richesse spécifique de la retenue d'eau du barrage en ressource halieutique,
- ❖ l'état stratifié de la retenue qui serait en rapport avec la décomposition de la biomasse envoyés par le remplissage du barrage,
- ❖ les modifications hydrologiques en aval du barrage et leurs répercussions sur les éléments biologiques des milieux aquatiques et terrestres dans le bassin continental ,
- ❖ la grande vulnérabilité des écosystèmes de mangrove aux modifications hydrologiques consécutives à la mise en place de barrage hydroélectriques dans les bassins côtiers en milieu tropical,
- ❖ l'importance des répercussions des modifications biophysiques sur les activités humaines tant dans la zone de la retenue d'eau qu'en milieu estuarien,
- ❖ la réinstallation des populations déplacées, l'exploitation du potentiel piscicole de la retenue d'eau, la santé des populations, les écosystèmes terrestres et l'utilisation des terres sont autant de problèmes épineux qui devaient faire l'objet de suivi.

Ces résultats fournissent en général un état de référence pour les interventions futures dans le bassin du Konkouré.

## **5. Enseignements au plan méthodologique**

Au-delà de l'évaluation des impacts réels, la finalité du suivi environnemental est d'apprendre des expériences passées. Le rôle du suivi environnemental est donc primordial puisqu'il permet d'augmenter les connaissances, de réduire les incertitudes, d'améliorer les outils d'analyse et, en bout de course, de mieux protéger l'environnement [Directions des évaluations environnementales du Québec, juillet 2002]. En ce qui concerne le suivi des impacts du barrage de Garafiri sur le bassin continental et l'estuaire du Konkouré en Guinée, les enseignements à tirer sont de plusieurs ordres.

### **5.1. Au plan politique**

Le manque de guide sur les modalités de suivi environnemental au niveau national n'a pas permis au promoteur et son consultant de disposer de documents de référence d'une part ; à la Direction en charge de la vérification de la qualité de l'étude suivi de mieux contrôler le processus et la qualité des rapports de suivi. En l'absence d'un tel guide, l'implication des acteurs sociaux dans le processus de suivi dépend de la volonté du promoteur. En effet, dans le cas de la présente étude de suivi, il ressort des explications fournies plus haut que la participation du public n'a pas été active.

Néanmoins, il convient de noter que ce suivi a été l'occasion pour les autorités et élus locaux d'exprimer de façon informelle, leurs préoccupations quant aux changements observés dans leur



milieu. Les chercheurs nationaux impliqués dans l'équipe de consultation ont pu constater la différence entre la recherche pure et le suivi des impacts et bénéficier de nouvelles connaissances, notamment sur la démarche méthodologique des ÉIE et du suivi.

## **5.2. Au plan méthodologique**

À la lecture du rapport de suivi, on peut noter que les travaux réalisés et les résultats sont importants du point de vue scientifique. Cependant, les règles de l'art en matière de suivi environnemental ne sont pas respectées. Dans l'ensemble, les observations suivantes peuvent être faites :

- ❖ L'inadéquation est visible entre les enjeux identifiés lors de l'ÉIE et les éléments du programme de suivi environnemental. Cela démontre que la qualité de l'étude d'impacts influence énormément la pertinence du programme de suivi environnemental;
- ❖ La disponibilité de données fiables sur le milieu récepteur et l'établissement de la situation de référence constituent des freins à la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement et d'un suivi environnemental de qualité. Ces données sont indispensables pour évaluer les impacts potentiels et appréhender l'ampleur des impacts réels.
- ❖ La comparaison des impacts réels (observés) aux impacts potentiels (prédits dans le rapport d'ÉIE) est essentielle pour juger de la justesse de l'évaluation des impacts et améliorer les études futures.
- ❖ Les problèmes d'instrumentation et de méthode de collecte des données peuvent biaiser le résultat du suivi. La qualité de plusieurs données des deux premières années de suivi a été jugée peu fiable par le consultant en raison de techniques de mesure inappropriées ou du manque de sérieux dans les mesures et l'analyse des données (PIG, 2003), ce qui a rendu difficile l'analyse des impacts.
- ❖ La faiblesse des marges de manœuvre du consultant à causes des limites de temps imposées par les termes de références du suivi (clauses du contrat), est une contrainte importante pour l'extension de l'étude à de nouveaux paramètres ou sur une durée plus grande.
- ❖ Les ressources financières étant limitées en générale pour les études environnementales de longues durées, la faiblesse du budget impose des limites insurmontables au suivi environnemental. En effet, l'élargissement de l'étude ou l'acquisition d'équipements performants exigent des moyens financiers supplémentaires, parfois non disponibles. Dans le cas du suivi du barrage de Garafiri, la réalisation d'études complémentaires en estuaire (modélisation du fonctionnement hydro-sédimentaire et suivi des impacts sociaux) ont entraîné des coûts supplémentaires. Le promoteur n'étant plus sous contrainte, ces coûts

supplémentaires ont été supportés par le Consultant principal, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) ;

- ❖ La vérification de la fiabilité des données collectées lors d'un suivi est un préalable à leur analyse. La qualité des données peut être compromise par les équipements de mesures, le sérieux des observateurs, l'échantillonnage, etc.

### **Conclusion**

L'analyse des résultats, lors d'une étude de suivi environnemental, ne se limite pas de l'approfondissement des connaissances sur le fonctionnement du milieu. Il doit s'étendre sur la mesure des impacts réels et leurs comparaisons aux impacts prévus dans le rapport de l'ÉIE, la vérification de l'efficacité des mesures d'atténuation.

Sur le plan pratique, les activités du suivi sont limités par plusieurs facteurs dont entre autres :

- le manque de données sur l'évolution du milieu récepteur avant la construction du barrage ;
- l'absence de comparaison entre les impacts prévus et les impacts observés ;
- Le manque de distinction entre les impacts imprévus et les impacts non prévus. Le premier se réfère aux impacts identifiés dans l'étude d'impact mais dont l'ampleur, l'étendue ou l'importance s'avèrent différents de ce qui avait été prévu. Le deuxième se réfère aux impacts non identifiés dans l'étude d'impact ;
- l'absence de vérification de l'efficacité des mesures d'atténuation et de proposition de correction de ces mesures ;
- le manque de participation publique à travers des comités de suivi.

Néanmoins, les différentes études antérieures réalisées sur les milieux biophysique et humain ont été exploitées et bien intégrées à l'étude de suivi (PIG, 2003). La collecte de données primaires a suivi pour établir et observer l'évolution des différents paramètres hydrologiques et hydrodynamique, de qualité des eaux, de la composition floristique des herbacées, de l'occupation du sol et de la vie aquatique. Les résultats obtenus sont d'un intérêt scientifique certain. Ils permettent de mettre en évidence l'importance des impacts d'un aménagement hydroélectrique, même de taille moyenne (75 MW), sur un bassin côtier en milieu tropical. En outre, ils mettent en évidence l'importance du suivi environnemental et son utilité pour l'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans les projets en phase de construction et/ou d'exploitation.

L'analyse des données concernant les impacts du barrage sur milieu humain et les observations de terrain en période d'exploitation, montrent l'urgence de la mise en place de dispositifs de suivi des impacts socioéconomiques et sanitaires dans la zone de la retenue.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- André, Pierre, Claude E. Delisle, Jean.-Pierre. Revéret. 2002. *L'évaluation des impacts sur l'environnement 2ed.* Montréal : Presses internationales Polytechnique, 519 p.
- BCEOM, 1993. Avant projet, environnement et réinstallation des populations : rapport de synthèse. Projet hydroélectrique de Garafiri. Étude déposée au Ministère de l'Énergie et de l'hydraulique et au Ministère des Mines, Géologie et Environnement.
- DGPG, 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.
- Gagnon, Christiane, 2001. *Suivi des impacts humains : rôle, méthode, planification et outils.* Document de cours, École d'été de l'IIFÉE/IÉPF.
- Guinée-Écologie, 1997. Étude socioculturelle de la réinstallation des populations dans la zone du barrage Hydroélectrique de Garafiri. Rapport d'étude à la Direction générale du Barrage de Garafiri. 56p.
- Leduc, Gaétan, Michel Raymond. *L'évaluation des impacts environnementaux : un outil d'aide à la décision.* Ste-Foy (Québec) : Éditions MultiMondes, 403 p.
- Ofumon, David, 1997. « Les forêt sacrées en Afrique. » *Écovision* No. 23, 61-63.
- PIG, 2003. Étude de l'Impact du barrage de Garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré : rapport final. Étude déposée au Ministère de l'Énergie et de l'hydraulique, Conakry, Guinée.
- Médecins du Monde, 1999. Prévalence des maladies hydriques (Paludisme, Onchocercose et Schistosomiase) dans la zone de Garafiri. Enquête réalisée du 26 aout1998 au 26 février 1999. Rapport d'étude à la Direction du Projet Garafiri et à l'inspection Régionale de la Santé de Kindia, Guinée.