



Les causes de la dégradation du lac Ahémé et ses chenaux

Amoussa BADAHOUI^{1,2}, Emile Didier FIOGBE^{1*} et Michel BOKO²

¹Unité de Recherche sur les Zones Humides, Département de Zoologie et Génétique, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

²Ecole Doctorale Pluridisciplinaire "Espaces, Cultures et Développement", Faculté des Lettres Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

*Auteur correspondant, E-mail : edfiogbe@yahoo.fr, Tél. : 90 94 80 60

RESUME

Depuis plus d'un demi-siècle, les populations riveraines du lac Ahémé ont géré à leur manière cet écosystème par des modes de régulation qui garantissent peu la « santé » écologique de ce plan d'eau. Le résultat aujourd'hui, est la pollution des eaux, le comblement du lac, la disparition des forêts galeries, la disparition de certaines espèces halieutiques, la baisse des rendements, avec pour conséquence la dégradation des pêcheries. En effet, les conditions hydrologiques et morphologiques du bassin du lac Ahémé sont favorables à une sédimentation essentiellement bio-détritique terrigène. Mais les défrichements répétés, les prélèvements de la végétation pour les techniques de pêche et le bois de chauffage, ont entraîné la disparition du couvert végétal du bassin lacustre. L'assiette morphologique du lac Ahémé a été donc fragilisée par la forte emprise humaine exercée sur l'écosystème. Ces comportements des populations riveraines ont contribué à la dégradation du lac et à son appauvrissement en ressources halieutiques. Pour réhabiliter le lac Ahémé, il faudra envisager un plan de gestion durable afin d'assurer sa restauration écologique.

© 2010 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Lac, écosystème aquatique, comblement, ressources halieutiques, restauration écologique.

INTRODUCTION

Le Bénin dispose de fortes potentialités en ressources naturelles. Les diverses pressions anthropiques sur l'environnement ont provoqué au fil des ans une dégradation avancée de ces ressources. Le constat de cette dégradation est réel à toutes les échelles de perception écologique (biosphère, biome, peuplement, écosystème) (MEHU/PNUD, 2002). C'est le cas du lac Ahémé situé au sud-Bénin.

Avec une superficie de 8 500 ha, le lac Ahémé est le plus vaste plan d'eau après le lac Nokoué (15 000 ha). Il fait partie du

système lagunaire du Sud-Bénin et communique avec la mer par le chenal de l'Aho, ce dernier reliant les lagunes côtières de Ouidah et de Grand-Popo.

Le lac Ahémé est compris entre les parallèles 6° 20 et 6° 40 latitudes Nord et les méridiens entre 1° 55 et 2° longitude Est et s'étend suivant une direction Nord Est- Sud Ouest entre Tokpa- Domè et Guézin, puis une direction Nord-Sud entre Bopa et Tokpa-Domè (Roche International, 2000a). Ce lac est installé dans une vallée encaissée, ennoyée, transformée en ria, et dont la communication avec la mer a été obstruée par

l'apparition du cordon littoral (Pliya, 1980). Son émissaire est le chenal Aho long de 10 km entre Guézin et Djondji, qui le relie à la lagune de Grand-Popo et par lequel lui parviennent les eaux de mélanges du fleuve Mono et de la mer (Guilcher, 1959 ; Pliya, 1980 ; Oyédé, 1983). (Figures 1 et 2)

Depuis plusieurs années, le lac Ahémé s'appauvrit très cruellement en ressources halieutiques. La production halieutique est passée de 6.298,57 tonnes en 1987 à 4.283,51 tonnes et 3.758,91 tonnes, respectivement en 1990 et 1995 (Direction des pêches, 1996). Cette situation signale le niveau de la dégradation continue de cet écosystème, engendrant de ce fait une extrême pauvreté des populations riveraines. Paradoxalement, dans les années 1950, ce même lac approvisionnait non seulement les marchés béninois en divers produits halieutiques, mais également alimentait une exportation vers les pays voisins tels le Ghana, le Togo et le Nigéria (Pliya, 1980). Mais cet espoir s'est vite estompé par les effets conjugués de la surexploitation et de l'ensablement de ce plan d'eau. Les actions anthropiques influencent négativement le fonctionnement normal de cet écosystème dont les ressources s'amenuisent au fil des années. Avec la poussée démographique, les populations riveraines exploitant le lac sont devenues plus nombreuses pendant que les ressources halieutiques diminuent. En 1999, les populations riveraines autour du lac Ahémé étaient estimées à 187 632 habitants dont 79 762 habitants pour le chenal Aho et les lagunes côtières de Ouidah et de Grand-popo (Roche International, 2000b). Le taux d'accroissement de la population augmente au rythme de 3,2% par année (Roche International, 2000b). Le nombre de pêcheurs en activité qui exploitent en permanence ce lac est considérable. On y compte en 1996, environ 8 491 pêcheurs avec une densité qui passe de 96 pêcheurs au km² en 1987 à 109 pêcheurs au km² en 1997 (Direction des pêches, 1998 ; Roche International, 2000c). Cette densité est largement supérieure à l'estimation établie pour l'ensemble des

milieux de type lagunaire et/ou estuarien de l'Afrique de l'Ouest et du Golfe de Guinée, avec une moyenne de 8,9 pêcheurs au km². La densité généralement admise dans ce type de milieu est de 12 à 13 pêcheurs au km² (Kapetsky, 1984 ; Roche International, 2000c).

Les menaces qui pèsent sur l'écosystème aquatique sont entre autres : i) la pollution des eaux par les pesticides utilisés en agriculture. La pollution altère les conditions physico-chimiques du milieu naturel et la structure de la population des espèces vivantes. Cette pollution peut également affecter directement l'homme au travers des ressources agricoles, l'eau et autres produits biologiques ainsi que les possibilités récréatives du milieu (Boko, 2004) ; ii) l'utilisation de techniques et de méthodes de pêche destructrices des ressources aquatiques ; iii) la destruction des frayères ; iv) les modifications des régimes hydrologiques provoquées par les barrages et autres aménagements hydrauliques ; v) le comblement du lac et des lagunes côtières suite au déboisement des berges et des bassins versant ; vi) la surexploitation des ressources biologiques aquatiques.

La présente étude sur le Lac Ahémé et ses chenaux vise à diagnostiquer les facteurs de dégradation de ce plan d'eau et proposer des approches de solutions en vue d'assurer sa restauration et sa gestion durable.

MATERIEL ET METHODES

La démarche méthodologique suivie pour réaliser cette étude repose sur une approche participative appuyée par les recherches documentaires et les résultats d'enquêtes de terrain effectuées sur le lac Ahémé, le chenal de l'Aho et les lagunes côtières de Ouidah et de Grand-Popo.

Pour une meilleure connaissance des problèmes environnementaux du lac Ahémé, nous avons exploité les méthodes de recherche ci-après : i) les résultats des travaux du Bureau d'étude canadien, Roche International qui a fait un diagnostic

environnemental sur les plans d'eau du sud-Bénin ; ii) la méthode Delphi.

Les paramètres mesurés par Roche International concernent l'eau et les sédiments.

Les paramètres mesurés dans l'eau se divisent en six grands groupes : les paramètres physico-chimiques, les ions majeurs, les éléments et composés à potentiel toxique, les éléments nutritifs, les pigments photosynthétiques et les paramètres bactériologiques. Les paramètres physico-chimiques retenus sont les suivants : alcalinité, conductivité, dureté, oxygène dissous, pH, profondeur, salinité, température, transparence-profondeur lue au disque de Secchi, la turbidité. Ce groupe permet de déterminer les grandes caractéristiques des eaux et de l'habitat aquatique en général. Le groupe des ions majeurs concerne la plupart des ions présents dans les eaux de surface tels que le calcium, les chlorures, le magnésium, le potassium et les sulfates. Ces paramètres permettent d'évaluer le degré de minéralisation de l'eau qui reflète la facilité avec laquelle les matériaux de la roche mère et les dépôts sont altérés et transportés vers le milieu aquatique. Le calcium et le magnésium permettent en outre de calculer ou de valider les valeurs de dureté de l'eau qui sont nécessaires pour évaluer le degré de toxicité des métaux lourds présents dans l'eau. Les sulfates et les chlorures sont également des indicateurs de pollution. Le groupe des éléments et composés à potentiel toxique comprend les paramètres suivants : azote ammoniacal, Demande biochimique en oxygène (DBO_5), Demande chimique en oxygène (DCO), huiles et graisses minérales et totales, métaux tels que aluminium, arsenic, cadmium, cuivre, fer, plomb et sélénium, solides en suspension. Ces paramètres peuvent présenter une toxicité soit directe ou indirecte envers les organismes aquatiques, animaux ou végétaux. Le groupe des éléments nutritifs inclut les composés azotés, soit les nitrites et les nitrates, les composés phosphorés tels que le phosphore total et les ortho phosphates, de même que la silice. Ces éléments sont

essentiels à la production primaire. Ils ont cependant des effets néfastes lorsque leurs concentrations sont trop élevées. L'eutrophisation des plans d'eau est ainsi causée par une surfertilisation en éléments nutritifs et peut avoir de graves conséquences sur la qualité de l'eau, la vie aquatique et les usages du milieu. Le groupe des pigments photosynthétiques comprend les types de bactéries suivants : coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, des entérocoques fécaux ainsi que les espèces du genre *Vibrio*. Ces paramètres révèlent l'ampleur de la pollution domestique. La plupart ne sont pas pathogènes en soi, mais ils servent d'indicateurs de déficiences dans le traitement des eaux usées et de salubrité du milieu.

Quant aux sédiments, les paramètres mesurés se divisent en quatre groupes : carbone organique, métaux lourds, pesticides, huiles grasses hydrocarbures et Biphényles polychlorés (BPC).

En ce qui concerne le lac Ahémé et ses chenaux, les prélèvements des échantillons ont été effectués par Roche International le 2 octobre 1999 et analysés le même jour, dans six stations différentes à savoir : Guézin, Possotomè et Bopa pour le lac Ahémé, et Djondji, Djègbadji et Togbin pour la lagune côtière.

Nous avons utilisé également la méthode « Delphi » qui répond mieux aux objectifs de cette étude axés sur une approche participative. On l'appelle « Delphi », par allusion aux oracles de la Grèce antique, dont le plus célèbre se tenait dans la ville de Delphes, une méthode inventée pour les militaires américains après la seconde Guerre mondiale. En fait, il s'agit seulement de consulter des experts scientifiques ou technologues et de traiter leurs avis comme des oracles, faute de pouvoir vérifier la justesse de leurs intuitions (Gaudin, 2005). Une centaine de personnes toutes catégories confondues (25 hauts cadres natifs des régions du lac Ahémé, 25 pêcheurs professionnels, 25 chefs traditionnels et 25 administrateurs des pêches), ont été choisies au hasard pour

mesurer les variables de la problématique investiguée.

RESULTATS

Le Tableau 1 présente les principaux facteurs de dégradation du lac Ahémé et ses chenaux.

Les facteurs de dégradation du lac Ahémé ont été identifiés en fonction de la grille des réponses obtenues et de leurs fréquences. Dans le tableau n°1, le terme fréquence employé désigne le nombre absolu d'opinions semblables exprimées par nos experts locaux consultés.

Selon la méthode Delphi, nous considérons que les opinions exprimées dont la fréquence des réponses obtenues serait supérieure à 50% de l'effectif des personnes

consultées, représentent les facteurs réels de dégradation des écosystèmes aquatiques du lac Ahémé. Ainsi, les principaux facteurs de dégradation identifiés sont : 1) la pollution des eaux ; 2) le comblement du lac ; 3) la modification du régime hydrologique et sédimentologique ; 4) la destruction des habitats des espèces halieutiques et autres organismes aquatiques ; 5) la déforestation des berges et des bassins versants.

Dans le Tableau 2, nous avons comparé les résultats des paramètres physico-chimiques des eaux du lac Ahémé mesurés par Roche International aux normes de qualité microbienne requise pour les eaux de baignade, afin de mieux apprécier les niveaux de pollution des eaux de ce plan d'eau.

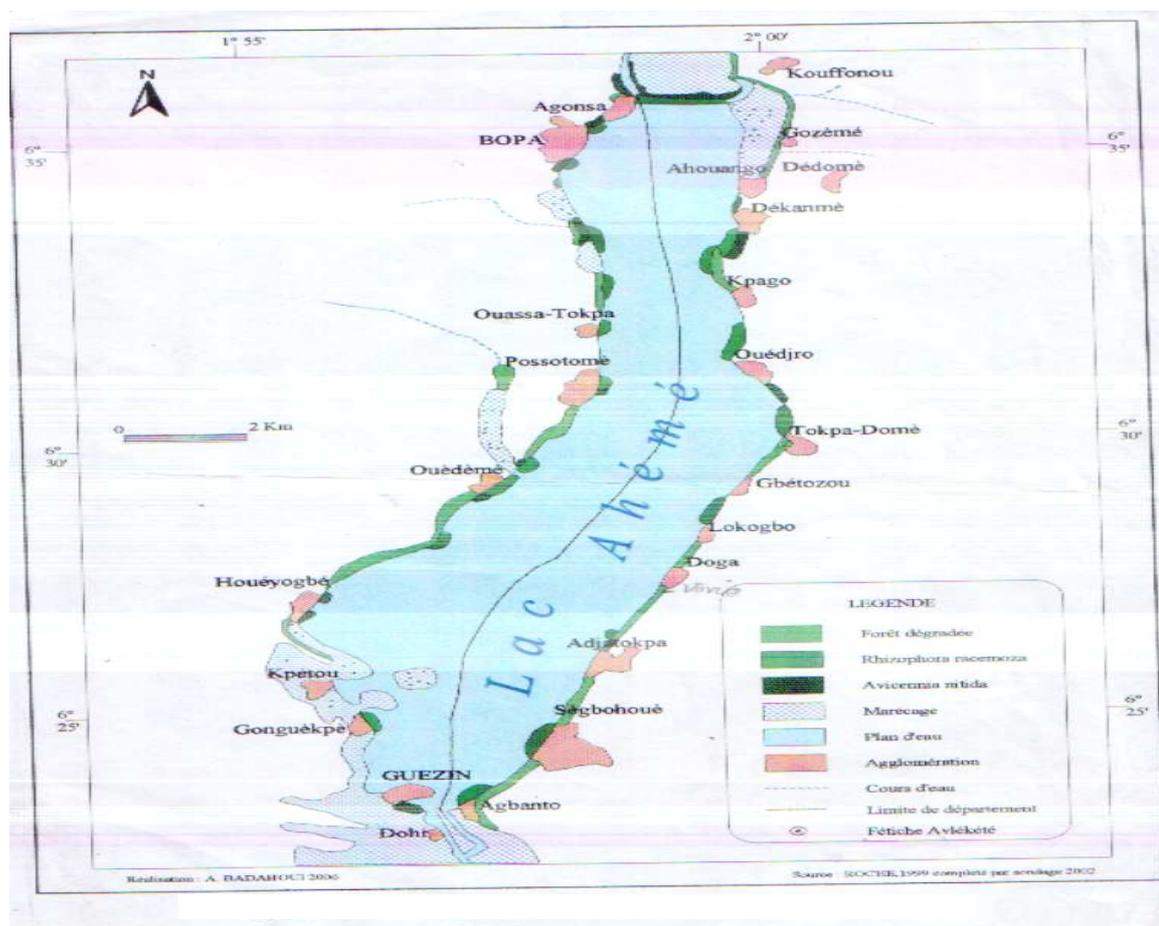


Figure 1 : Schéma d'occupation du lac Ahémé.

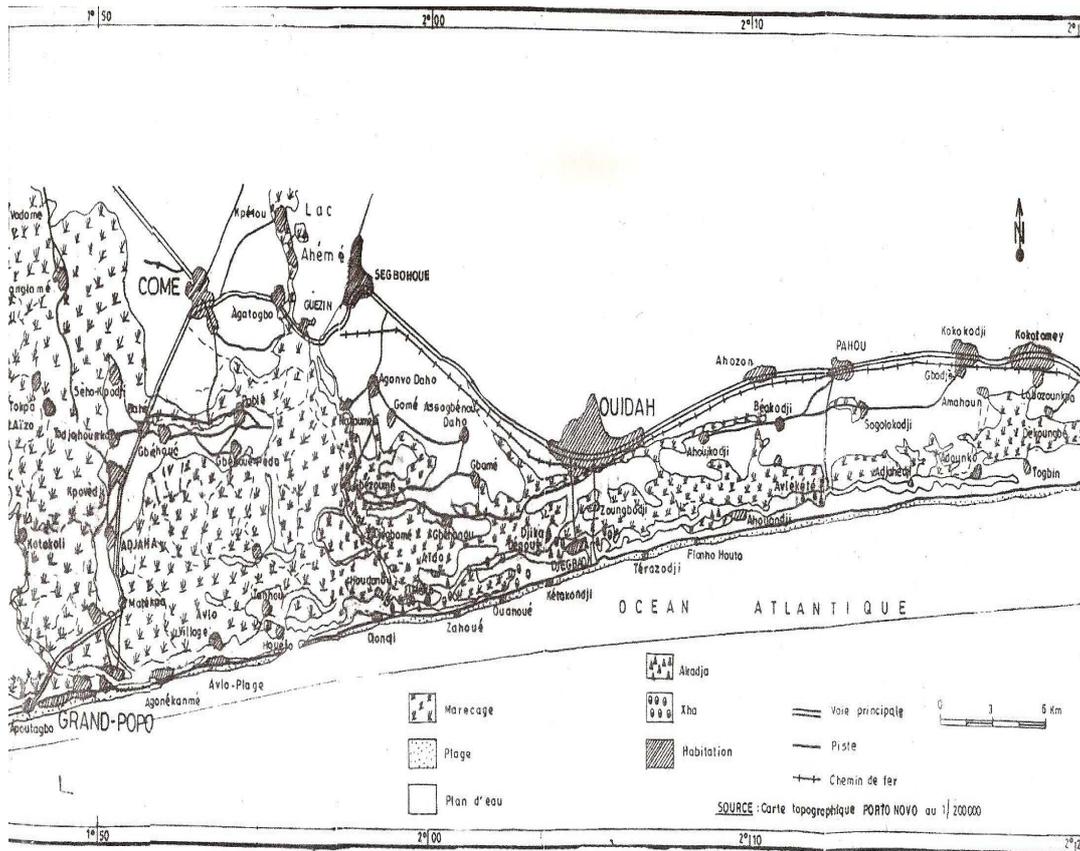


Figure 2 : Schéma d'occupation de la lagune côtière.



Photo 1: Erosion avancée des berges du lac Ahémé à Houédjro, rive Atlantique, obstruant presque la piste déserte longeant le plan d'eau. (Badahoui, 2008).

Tableau 1 : Identification des facteurs de dégradation du lac Ahémé.

N°	Principales opinions exprimées	Effectif des personnes consultées	Fréquence des réponses obtenues (%)
1	Pollution organique, biologique et chimique des eaux	100	90
2	comblement du lac	100	80
3	Modifications du régime hydrologique et sédimentologique	100	70
4	Destruction de l'habitat du poisson	100	60
5	Déforestation des berges et des bassins versants	100	58

Tableau 2: Mesure des paramètres bactériologiques sur les plans d'eau du lac Ahémé.

Zones de prélèvement	Coliformes totaux (Nb/l)	Coliformes fécaux (Nb/l)	Streptocoques fécaux (Nb/l)	Entérocoques fécaux (Nb/l)	Vibrio sp.
Lac Ahémé					
- Guézin	1 050 000	200 000	5 500	4 000	Néant
- Possotomè	1 120 000	120 000	1 200	300	
- Bopa	2 500 000	750 000	1 000	200	
Lagune côtière					
- Djondji	600 000	75 000	1 600	600	Vibrio fluvialis
- Djègbadji	400 000	60 000	1 500	200	Néant
- Togbin	650 000	450 000	8 000	7 000	Vibrio fluvialis
Norme guide	500/100 ml	100/100 ml	100/100 ml	100/100 ml	
Norme impérative	10 000/100 ml	2 000/100 ml	-	-	

(Norme : OMS- Directive européenne de décembre 1975).

DISCUSSION

Les principaux facteurs de dégradation des écosystèmes aquatiques du lac Ahémé sont essentiellement: i) la pollution des eaux ; ii) le comblement du lac ; iii) les modifications du régime hydrologique et sédimentologique; iv) la destruction de l'habitat du poisson; et, v) la déforestation des berges et des bassins versants.

Sur le lac Ahémé, les pollutions organique, biologique et chimique constituent

le premier facteur de dégradation de ce plan d'eau et sont causées par: i) le rejet des eaux usées et des ordures domestiques dans le lac Ahémé et le chenal Aho ; ii) l'utilisation d'engrais et de pesticides dans l'agriculture installée sur son bassin versant; iii) la décomposition d'une grande quantité de branchages utilisés pour l'aménagement des acadja et laissés en place sur les pêcheries ; iv) l'envahissement de l'écosystème par des végétaux flottants (*Pistia stratiotes* et

Nymphaea lotus) provenant du fleuve Couffo d'où ils sont détachés par les courants de crue pendant la saison pluvieuse.

Le rejet des ordures ménagères est également susceptible de contribuer à l'enrichissement organique du lac Ahémé. Les populations riveraines produisent annuellement moins de 35 000 tonnes d'ordures ménagères (Roche International, 2000a). Dans les sédiments du lac Ahémé, il a été détecté au niveau de Guézin, de l'hectachlore époxide, un sous-produit du Lindane, en concentration qui dépasse le seuil d'effets probables. Ce composé est très hautement toxique pour les invertébrés et poissons d'eau douce, car, il possède un facteur significatif de bioconcentration (Roche International, 2000c). D'autres contaminants, tels l'arsenic, le plomb et le HCB étaient retrouvés à Guézin et Bopa en concentrations susceptibles de provoquer des effets toxiques mineurs chez les organismes aquatiques.

Sur le lac Ahémé dans la localité de Bopa, la pollution domestique est très importante. En effet, sur ce site, il a été dénombré 750 000 coliformes fécaux par litre d'eau. Ces données indiquent que l'eau du lac Ahémé est la plus bactériologiquement contaminée de tout le sud-Bénin. Les caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac étaient relativement semblables à Guézin, Possotomè et Bopa. Les eaux des trois localités comportaient des quantités de matières en suspension (MES) les plus élevées de tout le sud-Bénin. En période de crue, on observe de plus grosses particules au nord du lac, tandis que les particules plus fines se retrouvent en suspension vers l'extrémité sud du lac Ahémé. La conductivité très élevée à Possotomè et Bopa pourrait s'expliquer par le rejet de soude caustique par l'usine d'embouteillage d'eau de Possotomè. Les charges de chlorures et de sulfates étaient aussi importantes dans les eaux du lac Ahémé. Les concentrations en chlorures peuvent s'expliquer en partie par une certaine influence saline de l'ordre de 0,2‰ observée

dans ces eaux. A Guézin, les concentrations dans l'eau de certains métaux sont plus élevées. Il s'agit de l'aluminium, du fer et du plomb dont les concentrations sont les plus élevées du sud-Bénin.

En dehors de Lindane retrouvé dans les eaux à Guézin dont la concentration dépasse le seuil d'effets probables, tous les paramètres mesurés ne traduisent qu'un potentiel faible de toxicité pour la vie aquatique dans le lac Ahémé.

Dans le complexe fleuve Couffo- lac Ahémé-chenal Aho, on observe pendant la période de crue de juillet à septembre des poussées de nénuphars (*Nymphaea lotus*) provenant du fleuve Couffo et qui passent un temps près de Bopa avant de descendre vers le sud du lac. Selon les témoignages des 90% des pêcheurs enquêtés, les nénuphars qui séjournent plus longtemps dans le lac, étaient jadis transportés par le courant d'eau jusqu'à l'océan via le lac Ahémé, le chenal Aho et la Bouche du Roi. Elles sont poussées par les vents perpendiculaires à l'axe du lac surtout en période d'harmattan au mois de décembre. Les plantes qui ne sont pas poussées sur les plages par le vent, rougissent et meurent au contact de l'eau salée qui pénètre à nouveau le lac après la décrue et fait sédimenter celles-ci. Cette matière organique sédimentée entre en putréfaction en créant par endroits un milieu benthique anaérobique engendrant parfois des bulles qui montent à la surface quand les pêcheurs marchent sur le fond ou lorsqu'ils y déposent leur perche. A certains endroits du lac, les mêmes pêcheurs enquêtés affirment avoir observé des mortalités de poissons et de nombreux bivalves qui, probablement sous l'effet du vent, montent en surface avec des algues en décomposition et les sédiments qui noircissent l'eau, lui donnant aussi une odeur nauséabonde et toxique. Dès le retrait de l'eau au début de l'étiage, la vase dégage des odeurs avec l'apparition de nombreux insectes qui envahissent le milieu. Après cette remontée de vase, des vagues d'algues font leur apparition çà et là, pendant environ deux mois.

La pollution sous toutes ses formes, contribue également au comblement des plans d'eau qui constitue un facteur important de dégradation du lac Ahémé.

Comment le phénomène de comblement se manifeste-t-il concrètement ?

Le comblement du lac Ahémé est un phénomène bien connu des pêcheurs riverains. Guilcher (1959) et Pliya (1980) avaient situé le problème dans le cadre d'une évolution naturelle inéluctable liée à la sédimentation, à l'alluvionnement annuel par les crues du Couffo et surtout celles du Mono, à l'érosion des bassins versants du lac, à la destruction des paléotiers fixateurs de la vase. Selon ces auteurs, les éléments sableux parvenus dans le lac ou les lagunes sont remaniés par les courants et créent des flèches qui barrent transversalement les plans d'eau ; les éléments remaniés sont colonisés rapidement par la végétation environnante.

Mais le comblement du lac Ahémé a évolué dans le temps. Les levés bathymétriques réalisés pendant deux campagnes, respectivement en 1991 et 1999 selon 17 transects (Salami et al., 1992 ; Roche International, 2000b), présentent le bilan sédimentaire du lac avec des niveaux de comblement qui varient d'un point à un autre. La comparaison de ces levés a montré qu'il s'est produit sur une période de 8 ans d'observations de 1991 et 1999, des comblements importants dans la partie sud du lac, entre les transects 10 et 14. Dans le cas du transect 13, la surface de la section a diminué depuis 1991 de 27%, ce qui correspondrait à une diminution moyenne de la profondeur sur cette portion de 50 cm, à cet endroit. Pour l'ensemble de la zone comprise entre les transects 10 et 14, qui couvre une superficie d'environ 19 km², le volume total de comblement est établi à environ 5 000 000 m³ sur 8 ans. Annuellement, cela représente donc un volume de comblement de 625 000 m³ dans cette zone. Ceci représente une épaisseur moyenne de l'ordre de 25 cm. L'exutoire du lac a montré aussi des signes de

comblement puisque la surface de la section 17 a diminué d'environ 26% depuis 1991. Pour la partie nord, on observe une redistribution des volumes de sédiments plutôt qu'un comblement net dans cette partie du lac.

Globalement à l'échelle du lac, le comblement pour les huit années séparant les deux relevés bathymétriques est évalué à environ 2 800 000 m³, soit une moyenne de 350 000 m³ par an.

Actuellement, les études techniques de Roche International suggèrent le dragage du lac Ahémé et ses chenaux pour retarder le comblement afin d'améliorer la bathymétrie et favoriser un régime hydraulique susceptible de freiner la sédimentation au niveau du lac et du chenal et, enfin, d'améliorer la productivité halieutique.

Le troisième facteur de dégradation du lac Ahémé et ses chenaux sont les profondes modifications des régimes hydrologiques et sédimentologiques des plans d'eau du lac causées par la mise en service du barrage de Nangbéto et la construction de la route de Guézin.

Comment se présentent les régimes hydrologiques et sédimentologiques du lac avant la mise en service du barrage de Nangbéto ? Durant cette période, le régime naturel du Mono est caractérisé par une crue unique centrée sur les mois de septembre et par un étiage très prononcé de décembre à avril avec un débit très faible voire nul. De plus, son débit annuel moyen a varié entre 13 et 228 m³/s entre 1951 et 1988 (Coyne et Bellier, 1992). Les régimes hydrologiques du lac Ahémé et de la lagune côtière ont une dynamique hydrologique régie d'une part, par les précipitations dans le sud-Bénin et dans les bassins versants des fleuves Couffo et Mono et, d'autre part, par l'influence des marées de l'Atlantique – marnage entre + 1,95 m et – 0,20 m (Oyébé et al., 1988). Les études de Oyébé et al. (1988) ont montré que la crue annuelle dans ces lagunes est dédoublée de façon plus ou moins prononcée selon les années. La première crue de juin était due aux

premières pluies sur la vallée du lac Ahémé, tandis que la seconde, en septembre et octobre, était sous l'influence des précipitations dans le bassin versant du Mono et de la crue de ce dernier. L'écoulement du Couffo étant faible entre juillet et septembre, l'eau y était calme, de transparence élevée et présentait une augmentation progressive de la salinité dans le bas-Couffo, indiquant ainsi que c'était l'eau du lac qui tendait à y refluer. Quand au Mono, ses courants étaient très violents de septembre à novembre, ce qui permettait à ses eaux de remonter le chenal Aho pour pénétrer dans le lac Ahémé. Les marées étant responsables des dénivellations de part et d'autre des cordons littoraux, elles généraient des courants dans un sens ou dans l'autre dans le chenal Aho, causant ainsi les intrusions salines dans le lac Ahémé.

Le régime de salinité du lac Ahémé avant la mise en service du barrage de Nangbéto était caractérisé par un gradient croissant du nord au sud. Ainsi, près de l'embouchure, la salinité atteignait celle de l'eau de mer de janvier à mars, puis elle diminuait jusqu'à environ 5 – 10‰ au cours des mois de juillet à décembre. Près de l'embouchure du Couffo, le maximum de salinité atteignait 10‰ environ, deux mois après que celle de Guézin eut commencé à reculer, diminuant elle-même à environ 1‰ entre les mois de juillet à décembre (Maslin, 1983). Des données additionnelles recueillies par la Direction des Pêches en 1987 montrent que la salinité à Guézin variait entre 35‰ et 40‰ pendant les mois de janvier à mars, alors qu'elle a atteint sa valeur minimale d'environ 1‰ pendant les mois d'août à décembre. Ces observations sur la salinité au niveau même du fleuve Couffo expliquent le fait qu'on trouvait autrefois des palétuviers en abondance sur les rives du nord du lac Ahémé et dans le delta du bas-Couffo jusqu'à Agbodji, étant donné que ceux-ci préfèrent les sols salins soumis à l'influence de la mer (Djessou, 1987 ; Roche International, 2000a).

Quels sont les impacts du barrage de Nangbéto sur le régime hydrologique du lac après sa mise en service? Depuis la mise en service de ce barrage, les eaux du lac Ahémé ont subi de profondes modifications. En 1987, le débit du Mono en période d'étiage est soutenu par les lâchures de l'usine du barrage hydroélectrique à un niveau d'environ 50 m³/s, ce qui a considérablement modifié le cours inférieur du fleuve. Les turbinages quotidiens conduisent à un cycle de débits instantanés d'étiage d'une durée de quelques heures jusqu'à 40 à 50 m³/s en moyenne, allant jusqu'à un maximum de 120 m³/s (Roche International, 2000b).

Le suivi des paramètres physico-chimiques par la Communauté Electrique du Bénin (CEB) entre 1989 et 1991 met en évidence quelques répercussions du barrage de Nangbéto sur la qualité de l'eau, soit une diminution des matières en suspension qui sédimentent en partie dans la retenue et l'atténuation des variations saisonnières de conductivité (Coyne et Bellier, 1992). Entre 1987 et 1994, le régime de salinité du lac Ahémé après la mise en service du barrage de Nangbéto est encore caractérisé par un gradient croissant du nord au sud (Direction des pêches, 1996). Toutefois, à Guézin près de l'embouchure, la salinité atteint des maxima de 30‰ et 35‰ au cours des mois de février à avril, puis elle diminue jusqu'à environ 1‰ à 5‰ au cours des mois d'août à janvier. A Tohonou, soit à 500 m en amont de l'embouchure du couffo, la salinité atteint un maximum d'environ 5‰ entre mars et juillet, alors qu'elle est nulle entre les mois d'août à janvier suivants (Roche International, 2000b).

Ces observations permettent de conclure que le régime de salinité du lac Ahémé a été modifié significativement par suite de la mise en service du barrage de Nangbéto. En amont du lac, la salinité minimale survient un mois plus tard tandis que la salinité maximale persiste trois mois de plus et survient environ deux mois plus tôt. Cela montre bien que l'écoulement continu du

Mono a donc pour effet de créer un bouchon d'eau douce qui empêche l'échange entre le lac Ahémé et l'océan, ce qui en diminue la salinité, mais la laisse durer plus longtemps.

Quels sont les impacts écologiques du barrage de Nagbéto sur le lac avant et après sa mise en service?

Avant la mise en service de l'ouvrage, d'importants impacts sont observés au niveau de la flore, la faune et des ressources halieutiques.

En ce qui concerne la flore, l'Iroko, *Chlorophora excelsa* et le Lingué, *Azelia africana* sont deux espèces qui ont disparu pour cause de surexploitation. Quant au palétuvier rouge, *Rhizophora racemosa* établi autrefois en abondance le long du chenal Aho, tout autour du lac Ahémé et jusque dans le delta du bas-Couffo, et au palétuvier blanc, *Avicennia africana* sur la rive Est du lac Ahémé et sur les rives du Couffo jusqu'à Agbodji, leur raréfaction s'est amorcée entre 1939 et 1944 à cause de la fabrication du sel (Mondjannagni, 1969 ; Djessou 1987; Roche International, 2000b). La modification des régimes hydrologiques et de salinité du lac Ahémé pourrait toutefois avoir eu un impact négatif sur la capacité de régénération des mangroves, particulièrement celles du nord du lac Ahémé et du fleuve Couffo. En effet, les palétuviers qui la constituaient montreraient une préférence pour les sols salins soumis à l'influence de la mer, bien que, une fois enracinés, ils peuvent croître en eau douce comme en eau salée (Djessou, 1987 ; Roche International, 2000a). Par conséquent, il est possible que la diminution de la durée du niveau maximal de salinité causée par la mise en service du barrage de Nangbéto ait diminué la capacité des mangroves de se régénérer naturellement dans cette région du lac Ahémé. La restauration des mangroves du nord du lac Ahémé, doit tenir compte des caractéristiques pédologiques des berges ainsi que du régime de salinité.

Il est difficile d'évaluer en l'absence d'études de caractérisation du milieu, les

impacts de la modification des régimes hydrologiques et de salinité du lac Ahémé sur la faune et la flore riveraine. Toutefois, il semble que ce sont davantage les activités humaines qui sont responsables de la disparition de nombreuses espèces. Ainsi, selon les témoignages des pêcheurs rencontrés dans les villages riverains du plan d'eau, les activités de chasse ont exterminé nombre de mammifères terrestres qui peuplaient la région. Parmi les mammifères aquatiques qui ont disparu du lac Ahémé, on compte le « djagbè », sorte de petit chien aquatique, ainsi que le lamantin. Les tortues de mer et les caïmans ont aussi disparu de la région tandis que les crocodiles qui peuplaient tout le plan d'eau ne sont observés que dans le fleuve Couffo. Ces deux dernières espèces ont été particulièrement affectées par la chasse, suite à la destruction des mangroves (Roche International, 2000a).

Quant à la faune malacologique, Maslin (1983) rapporte qu'il existait alors 5 espèces de lamellibranches et 5 espèces de gastropodes. Parmi les lamellibranches, on comptait *Crassostrea gasar*, *Congeria africana*, *Tagelus angulatus*, *Corbula trigona* et *Tellina ampulacea*, alors que les gastropodes comprenaient *Hydrobia lineata*, *Hydrobia accrensis*, *Melanoidea tuberculata*, *Tympanotonus fuscatus*, *Pachymelania aurita*. Les lamellibranches étaient mélangés dans tous les faciès du lac Ahémé, mais *Tellina ampulacea* représentait des densités importantes sur les fonds vaseux et riches en matière organique, tandis que *Corbula trigona* était plus concentrée sur les fonds sableux à taux de carbone plutôt faible. A Guézin et dans le chenal Aho, il y avait beaucoup d'*Ostrea tulipa*, une huître, qui vivait groupée en grappes dans la vase ou fixée aux racines-échasses de *Rhizophora*. Depuis la disparition brusque de ce bivalve, jadis très abondant dans tout le lac au début des années 40, il n'existait plus d'*Anadara senilis*. Selon les témoignages des pêcheurs, la destruction de cette variété de mangrove a été la cause de la

disparition des huîtres *Ostrea tulipa* dans ce lac.

Avant la mise en service du barrage de Nangbéto, la faune ichtyologique comptait une vingtaine d'espèces ci-dessous répertoriées (Dato, 1985 ; Djessou, 1987 ; Roche International, 2000c): *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia zillii*, *Ethmalosa fimbriata*, *Chrysichthys nigrodigitatus*, *Liza falcipinis*, *Mugil cephalus*, *Elops larerta*, *Hemichromis fasciatus*, *Clarias gariepinu*, *Schilbe mystus*, *Parachanna obscura*, *Acentrogobius schlegelii*, *Caranx carangus*, *Poynemus quadrifilis*, *Trachnotus glaucus*, *Cornes melanopterus*, *Heterotis niloticus*, *Synodontis nigrita*, *Penaeus duorarum* et *Callinectes latimanus*. La plupart de ces espèces montrent une euryhalinité forte à presque totale, confirmant le régime de salinité du lac en ce moment. Selon les témoignages des pêcheurs, dans le bon vieux temps, de nombreuses autres espèces marines que celles d'aujourd'hui pénétraient le lac en abondance à savoir : la grande raie noire épineuse (*le barracuda*), le capitaine de mer (*Megalops sp.*), la carpe rouge, le thon (*carangue caranx sp.*), le mâchoiron de mer (*Elops sp.*), l'éthmalose (*Ethmalosa fimbriata*), l'hétérotis (*Heterotis niloticus*) et le mérrou (*Epinephelus aeneus*). La présence de ces espèces faisait « vivre » le lac mais, il y a environ 40 ans, leur abondance a commencé à diminuer progressivement jusqu'à il y a 20 ans, période depuis laquelle les espèces marines se sont faites plus rares. De celles-ci, il n'y aurait plus de nos jours, que de rares mérrous et de petites raies. Aussi, certains poissons d'eau douce ne viennent plus à la hauteur de Agonsa, soit le « Ayo », poisson anguilliforme (*Gymmorchus sp.*) qu'on retrouve encore dans le lac Togbadji.

Il existe peu de données sur le rendement de la pêche avant la mise en service du barrage de Nangbéto. Toutefois, les pêcheurs rapportent que les eaux étaient hautes de mai à octobre, période au cours de laquelle la pêche était fructueuse (Djessou

1987 ; Roche International, 2000c). Dans le lac Ahémé et ses chenaux, la diminution de la production halieutique était déjà signalée en 1959. La production halieutique était estimée à 8200 tonnes en 1969 et 5 500 tonnes en 1987 (Coyne et Bellier 1992). Cette production est passée de 4283,51 tonnes en 1990 à 1813,2 tonnes en 2000 pour le lac Ahémé, et de 641,65 tonnes en 1990 à 600,42 tonnes en 2000 pour la lagune côtière (Direction des pêches, 2002).

Après la mise en service du barrage de Nangbéto, il a été observé d'autres impacts écologiques sur le système lagunaire. La faune ichtyologique du lac Ahémé compte désormais 44 familles et 83 espèces (Van Thielen et al., 1993). Les modifications précitées des régimes hydrologiques et de salinité du lac Ahémé s'expliquent par l'écoulement permanent d'un volume d'eau significatif dans le Mono, lequel agit comme un bouchon et diminue l'intrusion d'eau salée dans la lagune côtière, le chenal Aho et le lac Ahémé ; seules les grandes marées parvenant à s'introduire dans le système. La mise en service du barrage de Nangbéto a modifié sérieusement le régime hydrologique du lac Ahémé. Cette modification s'est traduite par la présence d'eaux saumâtres dans le lac, ce qui caractérise désormais le régime hydrologique de ce plan d'eau (Roche International, 2000b).

Les espèces marines ci-après ont disparu de la lagune côtière et du lac Ahémé : *Polydactylus sp.*, *Dasyatus sp.*, *Pomadasys sp.*, *Epinephelus sp.*, et *Lutjanus sp.* *Epinephelus sp.* et *Arius sp.* (Lalèyè, 1996).

Les captures de poissons dans le lac Ahémé ont connu un faible accroissement après la mise en service du barrage de Nangbéto. La production du lac avoisinait 2 000 tonnes en 1989, avant de remonter légèrement pour se stabiliser entre 3 000 et 4 000 tonnes par année jusqu'en 1996 (Coyne et Bellier, 1992).

Outre le barrage de Nangbéto, il y a la Bouche du Roi (l'embouchure) qui joue un

rôle clé dans les échanges entre la mer et le lac.

La Bouche du Roi (embouchure) joue un important rôle d'échange entre l'océan et les complexes fluvio-lagunaires. Elle influence non seulement le régime hydraulique des systèmes lagunaires, mais module également leur régime de salinité. Lorsque la Bouche du Roi est ouverte, elle permet en période de crue d'évacuer les eaux douces qui proviennent soit du Mono, soit du Couffo. Les deux systèmes connaissent alors une dulcification totale de leurs eaux (Roche International, 2000a). En conséquence, le lac Ahémé et les lagunes environnantes du sud-Bénin en général, doivent leur productivité à l'alternance de deux événements antagonistes : l'inondation de la plaine qui permet le développement des espèces estuariennes ou d'origine continentale, et la communication avec la mer qui permet l'entrée et la croissance en lagune des espèces marines (Coyne et Bellier 1992 ; Roche International, 2000a). La Bouche du Roi est donc le carrefour des phénomènes hydrologiques qui régissent l'ensemble de l'écosystème aquatique du Couffo-lac Ahémé-chenal Aho- lagune côtière.

Par ailleurs, relative à l'hydrologie du lac Ahémé, il a été constaté en 1999 un déplacement accéléré de la Bouche du Roi vers l'est et l'ouverture par les riverains d'une nouvelle embouchure plus à l'ouest à la hauteur du village Avlo (Mono).

Mais pourquoi la Bouche du Roi s'est-elle déplacée en 1995 et pourquoi ce déplacement s'est-il accéléré en 1999?

Depuis la déstabilisation de la Bouche du Roi en 1995, sa vitesse de déplacement vers l'est a été estimée à 1 km/an. Cependant, il semble que ce mouvement s'est accéléré au cours des mois d'été 1999, principalement à cause des crues importantes du Mono (Roche International, 2000a).

La Bouche a donc continué sa progression vers l'est, se frayant un chemin à travers le mince cordon de sable séparant la

lagune de la mer. Cette progression a atteint le village de Djondji où, suite à une érosion accélérée des berges, a mis en danger les habitations de ce village.

Au cours de nos investigations sur ce site dans la même période, nous avons constaté que l'érosion des berges s'était dangereusement rapprochée de plusieurs habitations du village Djondji.

Face à ce danger, les habitants de Grand-Popo et d'autres villages riverains de la lagune côtière, soumis à d'importantes inondations par la crue du Mono, ont décidé après concertation, d'aménager une nouvelle ouverture à la hauteur d'Avlo. Ainsi, le 25 juillet 1999, la nouvelle embouchure a été ouverte par les villageois et, deux semaines plus tard, selon les témoignages des habitants de Djondji, l'ancienne ouverture était déjà complètement refermée (Roche International, 2000a), et l'érosion côtière s'intensifie dans le village de Djondji que la mer a presque décimé. Les populations riveraines ont trouvé la nécessité d'ouvrir à nouveau l'ancienne embouchure refermée, en sollicitant du gouvernement du Bénin une assistance financière qui leur a été accordée.

Le dernier facteur qui a agit sur les paramètres physico-chimiques est la construction de la route-digue de Guézin qui a fortement modifié le régime hydrologique du lac Ahémé.

Cet ouvrage d'une longueur d'environ 2,6 km a entravé la libre circulation des eaux, canalisant celle-ci dans six passages relativement étroits (Roche International, 2000a). De même, pour des raisons économiques, on a procédé à la réduction de la portée du pont devant relier Agbanto et Agatogbo en faveur de la construction de la digue – route de plusieurs centaines de mètres, compromettant ainsi l'écoulement normal des eaux. En période de forts débits, la hauteur du niveau d'eau est visiblement plus élevée sous les ponceaux qu'en amont ou en aval de ceux-ci, ce qui montre bien qu'il y a un effet de canalisation de l'eau dans ces

passages étroits. Aussi, la concentration des eaux dans les lits étroits à cause de cette routedigue peut entraver, à long terme, la répartition des sédiments alluvionnaires dans l'ensemble de la plaine et favoriser le transport des sédiments jusque dans le chenal Aho. Il faut noter que ces impacts n'apparaissent toutefois pas très importants à court terme pour les ressources halieutiques. Mais en revanche, la diminution de l'amplitude et de la durée des inondations causées par la construction du barrage de Nangbéto peut avoir une influence majeure sur le recrutement des espèces halieutiques. Le débit continu du Mono tout au long de l'année maintient l'ouverture de la Bouche du Roi, ce qui permet, au moment des crues, l'évacuation plus rapide des eaux. De plus, le laminage des grandes crues du Mono réduit la quantité d'eau qui, autrement, pourra remonter le chenal Aho et contribuer à l'allongement de la période d'inondation autour du lac Ahémé. C'est probablement l'amplitude et la durée de l'inondation qui est le principal régulateur naturel de la productivité halieutique de tous les plans d'eaux et cours d'eaux du sud-Bénin (Roche International, 2000c). En effet, le régime des inondations peut affecter : i) la reproduction des espèces halieutiques ; ii) la survie et la croissance des espèces halieutiques

La destruction des habitats du poisson et d'autres organismes aquatiques constitue également une cause principale de dégradation de l'environnement du lac Ahémé. Ici, la destruction des mangroves par les populations riveraines en constitue le principal facteur. En effet, les mangroves constituent un milieu très productif pour les espèces halieutiques et servent à la fois d'abris, de site d'alimentation et de reproduction de plusieurs espèces.

Les mangroves jouent non seulement un rôle anti-érosif, mais également un rôle de piège à sédiments par lequel elles limitent le comblement des parties profondes des plans d'eau (Roche International, 2000b).

La dégradation des mangroves autour du lac Ahémé s'est amorcée au cours de la deuxième Guerre Mondiale quand, entre 1939 et 1944, l'importation de sel de cuisine a cessé. Les populations ont commencé à exploiter les mangroves pour fabriquer du sel (Djessou, 1987 ; Roche International, 2000a). Aujourd'hui, on note beaucoup moins de palétuviers autour du lac Ahémé et du chenal Aho. Les bosquets de palétuviers sont très réduits et épars du côté est du lac Ahémé. Quant aux rives du Couffo, elles sont pratiquement déforestées au moins jusqu'à quelques kilomètres en amont de l'embouchure. Elles le sont également tout le long de la côte dans la région de Bopa, où il ne reste qu'une bande de mangrove de quelques kilomètres plus au sud, après quoi toute la côte ouest est pratiquement dépourvue de mangrove. Du côté sud-ouest du lac Ahémé, les palétuviers sont présents en petit nombre, mais parsemés en bordure de la plaine inondable. Il en est de même sur toute la plaine inondable que traverse le chenal Aho.

En définitive, la destruction des mangroves a résulté selon Roche International (2000a), de plusieurs activités et motivations humaines, notamment : i) la récolte de bois de feu pour la cuisine domestique et pour l'évaporation de l'eau en saliculture; ii) la récolte des branchages pour la fabrication des nasses ; iii) la récolte des troncs pour la fabrication de piquets destinés à la construction d'acadja et de xha, de même que la construction des habitations et divers autres usages domestiques ; iv) la coupe des palétuviers pour capturer plus facilement les poissons qui s'y cachent et, v) le creusage de canaux et de trous à poissons ayant entraîné l'érosion des sols et le déchaussement d'Avicennias.

Au total, l'emprise humaine exercée sur le couvert végétal a favorisé la déforestation dans les régions du lac.

Somme toutes, la destruction des habitats du lac Ahémé et ses chenaux est

causée par la destruction des mangroves, l'érosion des berges, la déforestation des bassins versants, l'approvisionnement du bois de chauffe, la saliculture et les feux de brousse.

Conclusions

Cette étude a contribué au diagnostic des facteurs de dégradation du lac Ahémé. Les principaux facteurs de dégradation de ce plan d'eau et de son appauvrissement en ressources halieutiques ont été identifiés.

Dans la perspective d'un développement durable des ressources aquatiques, la gestion de l'habitat du poisson est de première importance. La diversité, l'abondance et le rendement des ressources halieutiques dépendent en effet de la qualité de l'habitat du poisson, laquelle dépend à son tour des phénomènes biophysiques naturels et des activités humaines qui affectent la qualité de l'eau et les biocénoses.

La dégradation des écosystèmes aquatiques du lac Ahémé s'explique par l'occupation du sol (champs de culture, extension des habitations) qui dénude les terres riveraines et accélère l'érosion des berges et le comblement consécutif des fonds. Les hauts-fonds créent l'hyperthermie des eaux nuisibles à la faune. De même, la construction de gros équipements comme le barrage de Nangbéto et la route-digue de Guézin, modifient énormément le régime hydrologique et influence aussi la vie faunique du plan d'eau. Enfin, les prélèvements anarchiques des essences forestières par les populations riveraines ont contribué à la déforestation rapide des berges et bassins versants des plans d'eau.

Pour donc remédier à cette situation, nous proposons les actions diligentes suivantes:

- Lutter contre la pollution des eaux ;
- Mettre en place un ouvrage de contrôle à la sortie du lac Ahémé ;
- Engager à court et moyen termes la lutte anti-érosive ;
- Faire régulièrement le suivi hydro-sédimentologique du lac Ahémé en accordant une priorité à la collecte de données hydro-sédimentologiques afin :
 - 1) de suivre de façon permanente l'évolution du comblement;
 - 2) d'évaluer l'efficacité de la lutte anti-érosive et,
 - 3) d'effectuer une modélisation du système pour mieux évaluer les résultats dans le futur.
- Procéder à l'enlèvement des obstacles à la libre circulation des eaux dans le lac et le chenal Aho ;
- Assurer la régulation des échanges entre mer et lagune.

REMERCIEMENTS

Nous remercions toutes les personnes ressources rencontrées dans le cadre de cette étude qui nous ont fourni des informations sur le terrain et de la documentation. Nos remerciements vont également à tout le personnel des Centres communaux pour la promotion agricole (CeCPA) de Ouidah et Kpomassè, particulièrement le Responsable communal pour la promotion agricole (RCPA) de Ouidah, qui a mis à notre disposition une barque motorisée pour assurer nos sorties des 24 et 25 janvier 2008 sur le lac Ahémé, le chenal Aho et la lagune côtière de Ouidah.

REFERENCES

- Baglo AM. 1980. Les conséquences géographiques de la construction du barrage de Cotonou sur la zone lagunaire du sud-est béninois. Mémoire de Maîtrise, Université Nationale du Bénin, p111. + annexes.
- Baglo AM. 1989. La mangrove béninoise : grands équilibres écologiques et perspectives d'aménagement. Thèse de Doctorat du 3^e cycle, Université Paul Sabatier Toulouse 3, 245 p.
- Boko M. 2005. *Méthodes et Techniques des Sciences Environnementales*. CIFRED/UAC ; 303 p.

- Bourgoignie G. 1972. *Les hommes de l'Eau, Ethno-écologie du Dahomey Lacustre*. Editions Universitaires ; 391 p.
- Buffe J. 1958. Les pêcheries en branches "acadja" des lagunes de Bas-Dahomey. *Bois et Forêts des Tropiques*, **60**: 25-36.
- Colleuil B. 1984. Un modèle d'environnement lagunaire soumis aux conditions du climat équatorial tempéré: le lac Nokoué (République Populaire du Bénin). Thèse de doctorat. Université de Bordeaux I, 143p.
- Coyne, Bellier. 1992. Aménagement hydroélectrique d'Adjarala – Etude d'environnement. Communauté Electrique du Bénin, 152 p. + annexe.
- Coyne X, Bellier Y. 1993. Aménagement hydroélectrique d'Adjarala – Etude d'environnement. Annexe G : Etude des impacts hydrauliques et sédimentologiques. Communauté Electrique du Bénin, p180.
- Dejoux C. 1988. La Pollution des Eaux Continentales Africaines, Expérience Acquisée, Situation Actuelle et Perspectives. ORSTOM: Paris ; 513 p.
- Djessou R. 1987. Etude comparée des conditions physico-chimiques du lac Nokoué, de la lagune de Porto-Novo et du lac Ahémé. Mémoire de fin de cycle D. E. A. T., C. P. A. Mèdji de Sékou, 88 p.
- Direction des Pêches, 1996. Plan de gestion des plans d'eau continentaux du sud-Bénin. PPL/GTZ, 48 p + annexes.
- Direction des Pêches, 1998. Plan directeur des pêches pour la République du Bénin, Danida/FAO, 79 p.
- Fanneau de la Horie B. 1995. Plan d'aménagement rural du Département du Mono – Rapport de phase 5.
- Gaudin T. 2005. La Prospective, « Que sais-je » PUF, 126 p.
- Gaujous D. 1995. *La Pollution des Milieux Aquatiques: Aide Mémoire* (2è edn). Technique et Documentation– Lavoisier ; 220 p.
- Guilcher A. 1959. La région côtière du Bas-Dahomey Occidental. *BIFAN, Série B*, **XXI**(1-2) : 358-423.
- Houknpè C. 2004. Techniques et situation de la pêche continentale dans les zones humides. Projet lagune , Océanique n° 46-47, revue de la coopération française au Bénin, pp. 20-22.
- Kapetsky JM. 1981. Quelques considérations sur l'aménagement des pêcheries des lagunes côtières et d'estuaires. FAO, document technique sur les pêches. N° 218 Rome, 54 p.
- Lalèyè P. 1995. Ecologie comparée de deux espèces de Chrysishtys, poissons siluriformes (Claroteidae) du complexe lagunaire lac Nokoué-lagune de Porto-Novo au Bénin. Thèse de doctorat, Université de Liège, Belgique, 152 p. + annexes.
- Le Barbé L, Alé G, Millet B, Texier H, Borel Y, Galde R. 1993. Les ressources en eaux superficielles de la République du Bénin. ORSTOM. Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.
- Maslin JL. 1983. Les mollusques benthiques d'une lagune du sud-Bénin, le lac Ahémé : les facteurs de leur répartition, dynamique de population et estimation de la production de *Corbula trigona*. Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Claude –Bernard- Lyon I, 152 p.
- MEHU/PNUD 2002. Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique du Bénin, 71 p. et Annexes.
- Mondjannagni A. 1969. Contribution à l'étude des paysages végétaux du Bas-Dahomey. Annuaire de l'Université d'Abidjan, Série g ; t. I, fasc.2.
- Montcho B A, Sègbédji F X. 1991. Les facteurs de dégradation du lac Ahémé. Mémoire ENS/UNB, 100 p.
- OMS. 1986. Directives pour l'eau de boisson. Vol 2. Critères d'hygiène et documentation à l'appui.

- Oyédé, LM. 1983. Un exemple de sédimentation biodétritique quaternaire dans le domaine margino-littoral en climat tropical humide : le lac Ahémé. Thèse de doctorat de troisième cycle, Université Nationale du Bénin et Université de Dijon, 171 p.
- Oyédé LM, Lang J, Tsawlassou G. 1988. Un exemple de sédimentation biodétritique Holocène en climat tropical humide : le lac Ahémé (Bénin Afrique de l'Ouest). *Journal of African Earth Sciences*,7(5/6): 835-855.
- Pliya J. 1980. *La Pêche dans le Sud - Ouest du Bénin*. ACCT : Paris ; 296 p.
- Roche International. 2000a. Etude du Projet d'aménagement des plans d'eau du Sud-Bénin : l'Environnement, les eaux et les forêts, Volume 2- Tome IV.
- Roche International. 2000b. Etude du Projet d'aménagement des plans d'eau du Sud-Bénin : Hydrologie et sédimentologie, Volume 2- Tome 3.
- Roche International. 2000c. Etude du Projet d'aménagement des plans d'eau du Sud-Bénin : Le secteur des pêches, Volume 3- Tome 3.
- Salami A, Tchawlassou A. 1992. La morphodynamique du lac Ahémé : contribution à l'étude du comblement du lac et ses impacts. Mémoire de Maîtrise, DGAT/Université Nationale du Bénin, 113 p.
- Soclo H. 1999. Inventaire et classification des sources majeures de pollution au Bénin- Version préliminaire, ABE, 64 p. + annexes.
- Toffi DM. 2008. Le climat, l'homme et la dynamique des écosystèmes dans l'espace littoral du Bénin. Thèse de doctorat unique de géographie, FLASH-EDP/UAC, 361 p.
- Van Thielen R. 1996. Le rôle du système acadja dans la gestion des eaux intérieures du sud- Bénin. Projet Pêche Lagunaire (PPL) Cotonou, 50 p.
- Vernier J. 1992. *L'Environnement*. Collection « Que sais-je » PUF ; 127 p.
- Welcomme RL. 1970. Les installations de pêche de la région du lac Ahémé. Etude Dahoméenne, nouvelle série n° 17, Décembre 1970.