

# La technique du lagunage au service de la protection de l'environnement en Afrique Tropicale

## Application à la Côte d'Ivoire

### Le lagunage pilote de Dabou

par Max GERVAIS  
Ingénieur BCEOM  
Chef du Service Environnement Assainissement

LIBRARY IRC  
PO Box 93190, 2509 AD THE HAGUE  
Tel.: +31 70 30 689 80  
Fax: +31 70 35 899 64  
BARCODE: 5307  
LO: 341.1 89TE

#### I. SITUATION DU LAGUNAGE EN COTE D'IVOIRE

Le problème de l'assainissement revêt en Côte d'Ivoire, comme d'ailleurs dans tous les pays africains, une importance particulière du fait de la forte évolution démographique avec pour corollaire un développement accru de l'urbanisation. Au sein de l'assainissement l'épuration des eaux usées est, par delà la protection de l'environnement, une impérieuse nécessité pour la santé des populations. Les eaux usées sont en effet non seulement source de pollution mais aussi à l'origine de nombreuses maladies qui diminuent la capacité de production de ces pays.

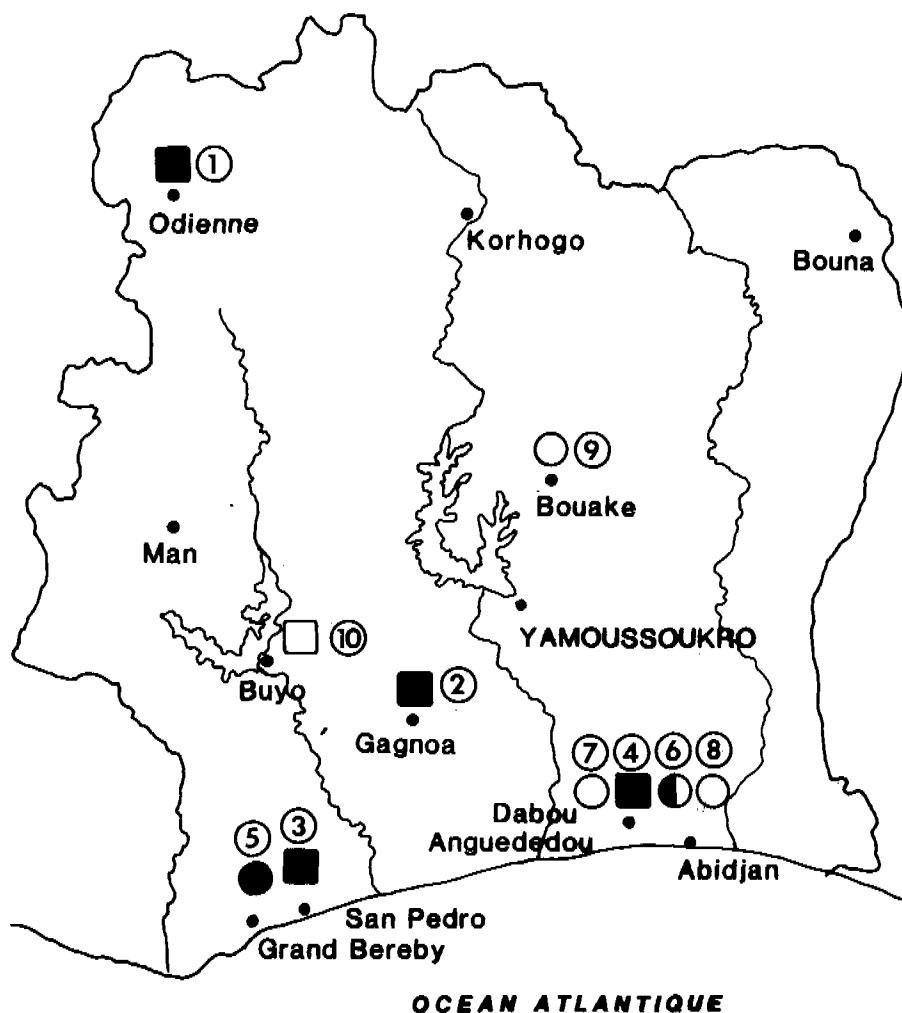
Depuis plusieurs années des stations d'épuration classiques ont été réalisées dans le but de remédier à cet état de fait.

Jusqu'au début des années 1980, le procédé de lagunage n'était pas utilisé et la préférence des décideurs allait vers les stations d'épuration classiques dont le fonctionnement s'est malheureusement avéré peu satisfaisant en raison des sujétions importantes qu'entraînent leur exploitation et leur maintenance.

A partir de 1984 et à l'initiative du **Ministère des Travaux Publics et des Transports**, le lagunage a connu un regain d'intérêt car il apparaît globalement de nature à répondre à l'ensemble des critères caractérisant les conditions socio-climatiques africaines :

- facilité de mise en œuvre,
- simplicité d'exploitation,
- recours aux énergies naturelles.

Actuellement la capacité d'épuration par lagunage en Côte d'Ivoire s'établit à 60 000 équivalents habitants. A échéance de 2 ans cette capacité d'épuration par lagunage devrait être portée à 250 000 équivalents habitants.



**EPURATION DES EAUX USEES DOMESTIQUES**

- Lagunage existant
- Lagunage en projet

**EPURATION DES EFFLUENTS INDUSTRIELS**

- Lagunage existant
- ◐ Lagunage en voie de réalisation
- Lagunage en projet

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| ① Lycé Professionnel d'Odienne     | ⑥ S.A.P.H. Anguededou (Latex)            |
| ② Lycée Professionnel de Gagnoa    | ⑦ Palm Industrie Yassap (huile de palme) |
| ③ Lycée Professionnel de San Pedro | ⑧ Abattoir d'Abidjan - Anyama            |
| ④ Lycée et Collège de Dabou        | ⑨ Abattoir de Bouaké                     |
| ⑤ Société de Grand Béréby (Latex)  | ⑩ Ville nouvelle de Buyo                 |

Toutefois, avant de généraliser le procédé de lagunage sur le territoire ivoirien, et en raison de la sensibilité de la technique aux paramètres climatiques, l'administration locale a souhaité disposer des normes optimales de conception et de dimensionnement des ouvrages.

A ce titre trois ouvrages pilotes ont été retenus :

- le lagunage pilote de Dabou pour l'épuration des eaux usées domestiques. Ce projet est réalisé et fait l'objet depuis septembre 1988 d'un suivi expérimental, les études préalables et de suivi étant financées par le F.A.C.,
- le lagunage pilote en cours de réalisation de S.A.P.H. - Anguededou pour l'épuration des effluents provenant de l'élaboration du caoutchouc. Le financement des études et suivi expérimental est assuré conjointement par la Caisse Centrale de Coopération Economique et par la Banque Mondiale,
- le lagunage pilote projeté de PALM INDUSTRIE-Yassap pour l'épuration des effluents provenant de l'élaboration d'huile de palme. Le financement des études et du suivi sera assuré avec le concours du F.A.C.

Dans ces 3 cas et en raison de son expérience internationale sur le sujet et de sa parfaite connaissance de l'Afrique, le concours du BCEOM a été sollicité pour réaliser les études préalables, la définition et l'orientation du suivi expérimental ainsi que pour l'exploitation des résultats expérimentaux en termes d'objectifs normatifs.

## II. QUELQUES RAPPELS SUR L'EPURATION PAR LAGUNAGE

Les modes d'utilisation, principes d'épuration et l'étendue des performances du lagunage ont déjà été largement présentés dans les publications du BCEOM en 1963, 1971, 1978 et 1979. Ces articles ont exposé les acquis expérimentaux relatifs au procédé mais en se basant quasi exclusivement sur l'expérience française et sur les données bibliographiques internationales.

On rappellera brièvement ici les principales données concernant le procédé.

### 2.1. Historique et situation du lagunage dans le monde

Technique extensive d'épuration biologique des eaux résiduaires, le procédé de lagunage naturel a connu ses premières applications, en tant que telle, au tout début du 20ème siècle.

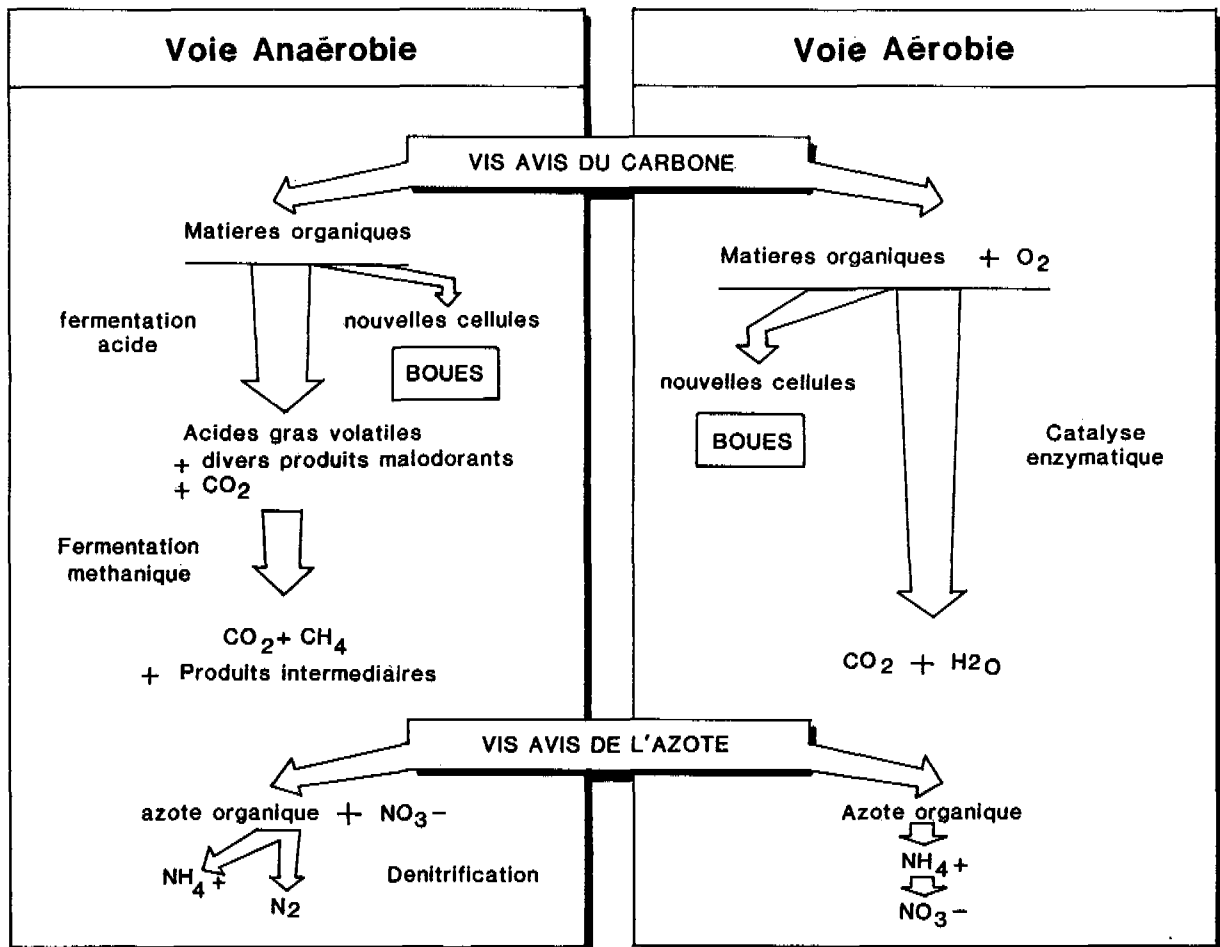
Utilisé en premier aux Etats Unis, il a fallu attendre le milieu du siècle pour que le procédé de lagunage, plus connu alors sous le vocable de bassins d'oxydation ou d'étangs de stabilisation, se développe à travers le monde. Ce développement s'est effectué dans des pays très diversifiés tant par leur latitude que par leurs conditions climatiques.

On rencontre en effet le procédé du lagunage aussi bien en zone semi-glaciaire (Canada, Norvège, U.R.S.S.), qu'en zone tempérée et semi-tropicale (Etats-Unis, Pays d'Europe, pays du bassin méditerranéen, pays d'Afrique du Sud, Australie) ou encore en zone tropicale (pays d'Amérique Latine, Zambie, Kenya, Inde, Malaisie).

## 2.2. Principes d'épuration en lagunage

Le principe d'épuration par lagunage est basé sur la prolifération des organismes vivants au détriment de la matière contenue dans les eaux usées, en présence ou non d'oxygène :

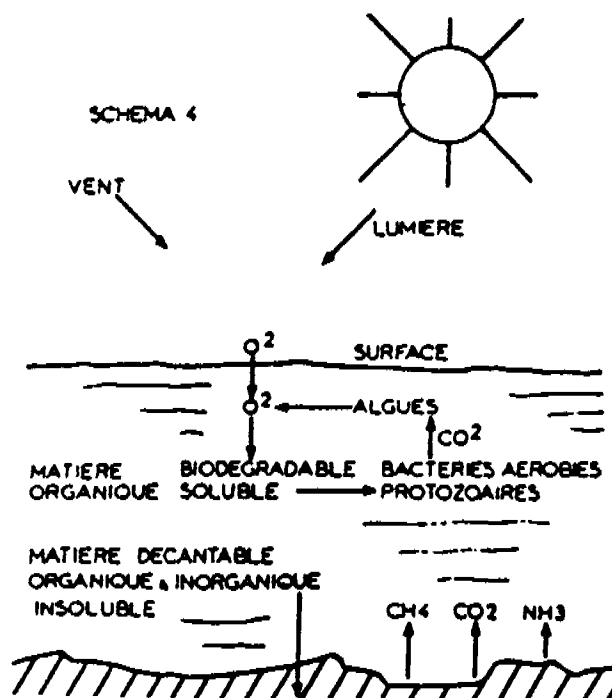
- Le **lagunage anaérobie** consiste en un stockage d'eau usée dans un bassin de 3 à 4 m de profondeur, dans lequel se développent essentiellement des micro-organismes anaérobie, responsables de la fermentation des matières avec dégagement de gaz divers (méthane, hydrogène sulfuré, gaz carbonique).
- Le **lagunage aérobie** comporte un à plusieurs bassins de faible profondeur (h 1,20 m). Les micro-organismes et les algues qui s'y développent consomment la matière organique et les sels minéraux. Il s'y produit de plus, une forte activité de décontamination bactérienne.



Dans le premier cas, le processus de dégradation consiste en la combinaison de 2 phénomènes **précipitation et transformation anaérobie** des matières en gaz carbonique et méthane. D'autres composés gazeux, tels H<sub>2</sub>S et acides organiques volatiles sont également produits. Le traitement ne produit généralement que peu de nuisances olfactives notables lorsqu'il est bien exploité, mais de telles nuisances sont toujours à redouter.

Dans le 2ème cas, les micro-organismes dégradent les matières organiques selon des processus identiques à ceux qui s'établissent dans les stations d'épuration de type boues activées. Il se produit, de plus, une **élimination presque complète des germes tests de contamination fécale et des micro-organismes pathogènes**. Cette élimination s'effectue à des taux supérieurs à 99,9 % exprimés en coliformes fécaux.

## EPURATION EN LAGUNE AEROBIE



### 2.3. Etendue des performances en zone tropicale - Aspects sanitaires

Le domaine des performances du lagunage en zone tropicale est identique à celui observé dans les autres régions du monde. Rappelons à ce sujet que le procédé opère une réduction des charges organiques qui peut être supérieure à 80 % et un abattement des pollutions microbiennes de 4 à 5 unités logarithme exprimé sur les coliformes fécaux et streptocoques.

Les investigations effectuées par le C.P.H.E.R.I. de Nagpur ont montré que le lagunage avait une influence très significative d'une part, sur la réduction des Salmonelles, et d'autre part sur l'inactivité des virus, ces données étant par ailleurs confirmées par J.P. ARTHUR.

Pour l'aspect sanitaire, il semble, toujours d'après le C.P.H.E.R.I., que les kystes d'amibes, les larves d'Ankylostome et les oeufs de schistosome mansoui (Bilharziose) seraient notablement réduits par traitement par lagunage. Les expériences faites sur les notes intermédiaires de la Bilharziose montrent que le lagunage ne constituait pas un site favorable au développement de ces mollusques.

Enfin, l'attention est systématiquement attirée sur le rôle prépondérant que joue la végétation sur le développement des moustiques et qu'à cet égard un contrôle strict de celle-ci s'impose mais que la meilleure manière de lutter contre les moustiques était la prévention par un revêtement des berges.

### III. LE LAGUNAGE PILOTE DE DABOU

#### 3.1. Objet de la réalisation

Le lagunage pilote de Dabou s'insère dans la globalité d'un projet qui s'inscrit dans une triple perspective ; scientifique, d'aménagement du territoire, de gestion et de transfert de technologie.

Ce lagunage est destiné à l'épuration des eaux usées du collège et du lycée de Dabou. A l'initiative d'une coopérative scolaire, un objectif de valorisation aquacole a été assigné en complément de l'objectif d'épuration.

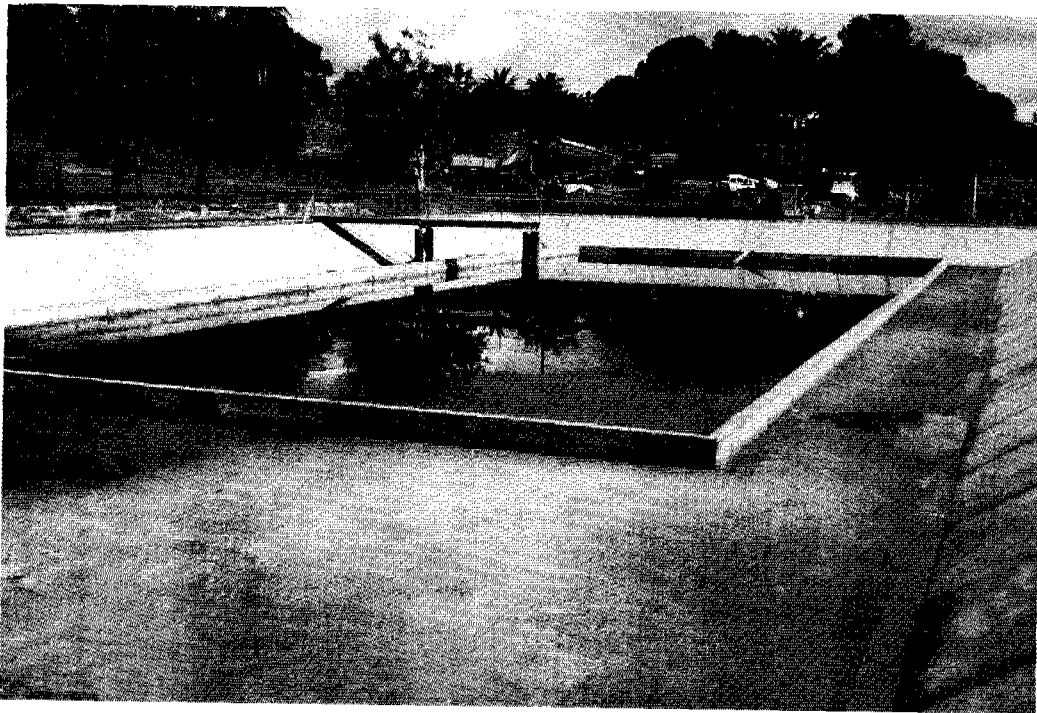


#### 3.2. Caractéristiques de l'installation

L'installation est dimensionnée pour recevoir une charge de 70 kg de DB5/jour et un volume d'eau usée de 210 m<sup>3</sup>/jour, l'ensemble correspondant à une population scolaire de 2 400 élèves et enseignants.

Elle comprend :

- un ouvrage de dégrillage,
- un canal de mesure des débits avec seuil triangulaire et débitmètre à ultrasons,
- un bassin d'épuration primaire mixte anaérobie-aérobie d'une surface de 2 000 m<sup>2</sup>,
- un bassin d'épuration aérobie d'une surface totale de 2 000 m<sup>2</sup> répartie en deux compartiments identiques,



Bassin mixte  
anaérobie-aérobie

(Document D.E.)



Les deux bassins  
aérobie

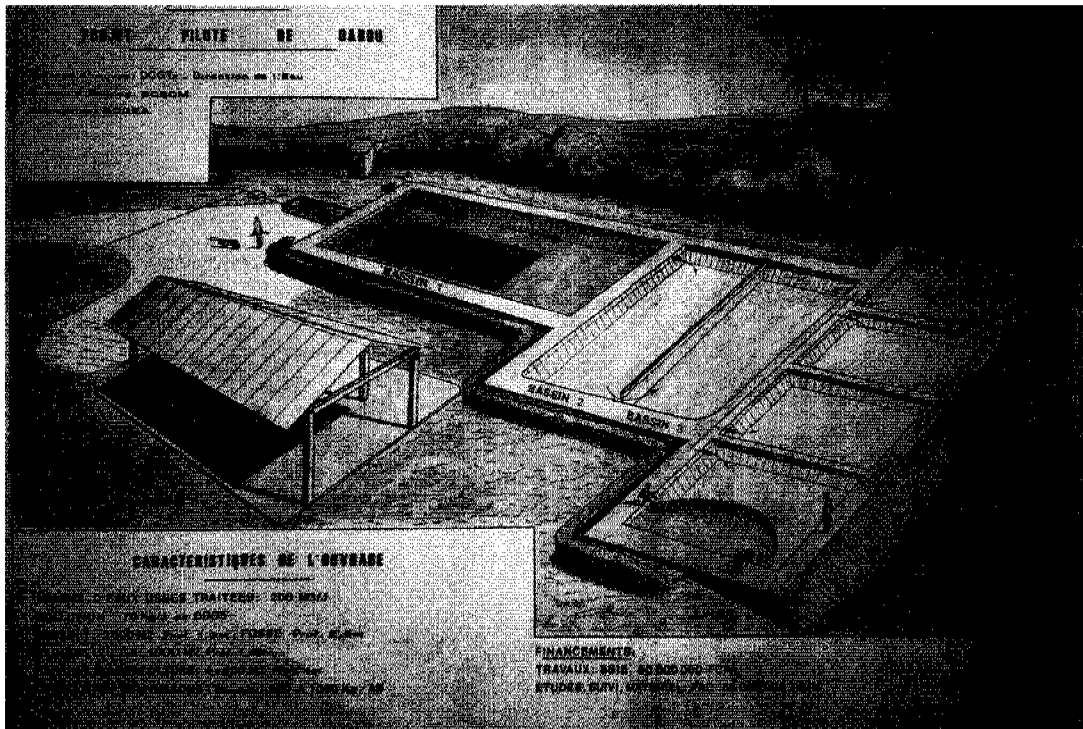
(Document D.E.)



Les quatre bassins  
d'aquaculture

(Document D.E.)

- un canal d'évacuation des eaux épurées avec débitmètre enregistreur,
- quatre bassins d'aquaculture d'une surface totale de 1 600 m<sup>2</sup>.



Le lagunage est dimensionné sur une base de :

- 175 kg de DB05/ha/jour sur la totalité de l'installation (non compris les bassins d'aquaculture),
- 350 kg de DB05/ha/jour sur le seul bassin primaire.

On rappellera que pour le climat moyen français, les bases de dimensionnement s'établissent à, respectivement 50 et 100 kg soit des valeurs 3,5 fois inférieures aux charges projetées sur Dabou.

Le rendement épuratoire espéré par le dimensionnement adopté est de 85 % sur la DB05.

### 3.3. Les raisons des choix technologiques

Du point de vue de la **conception globale** de l'ouvrage, l'originalité du lagunage de Dabou réside dans l'insertion d'un **double étage vertical anaérobie-aérobie** au sein du premier bassin.

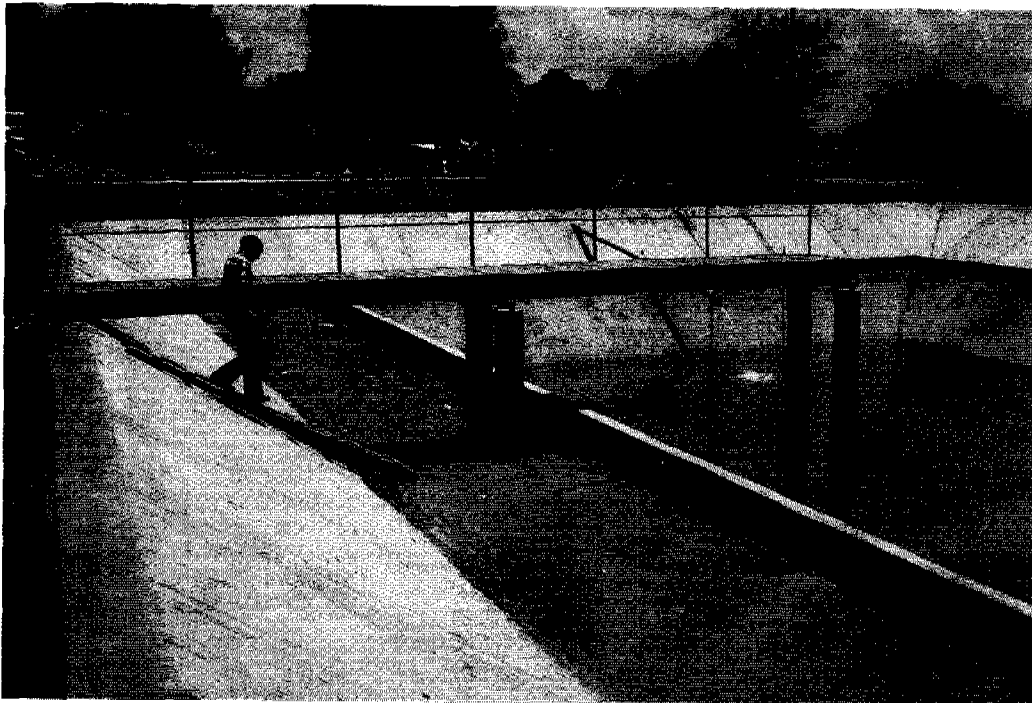
Cette disposition nous paraissait en effet de nature à utiliser au mieux les deux caractéristiques du climat ivoirien, chaleur et ensoleillement. Pour éviter les nuisances de l'étage anaérobie, ce dernier a été inséré dans un "écran" aérobie destiné à l'oxydation des composés malodorants issus de la fermentation des matières organiques.





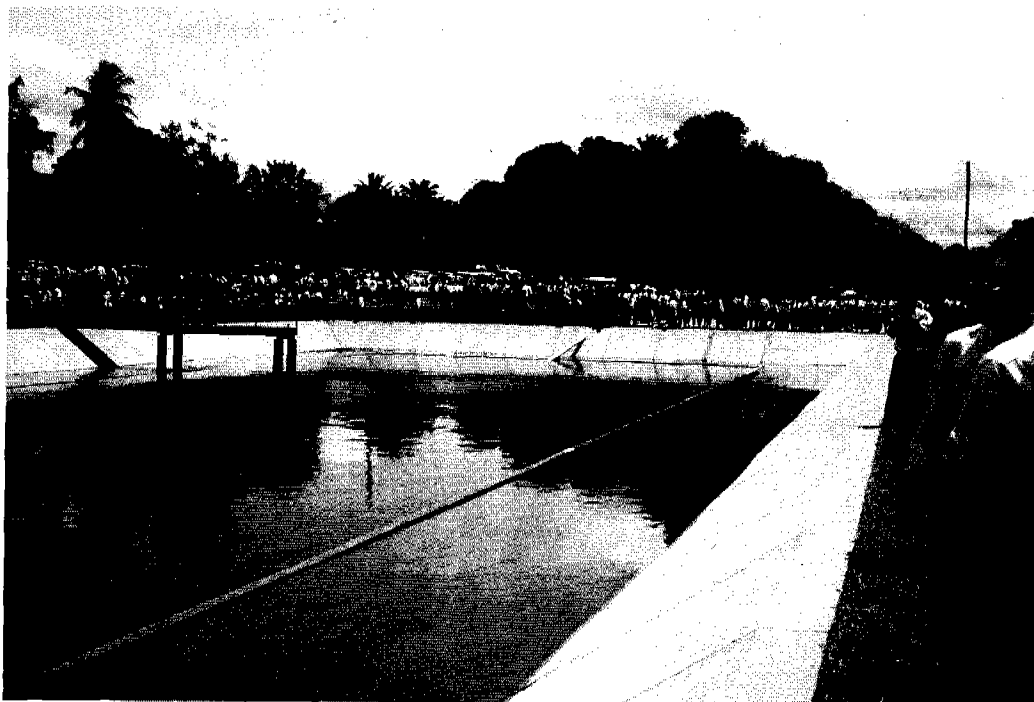
Le premier bassin en  
cours de terrassement

(Document D.E.)



Premier bassin  
Début de la mise en eau

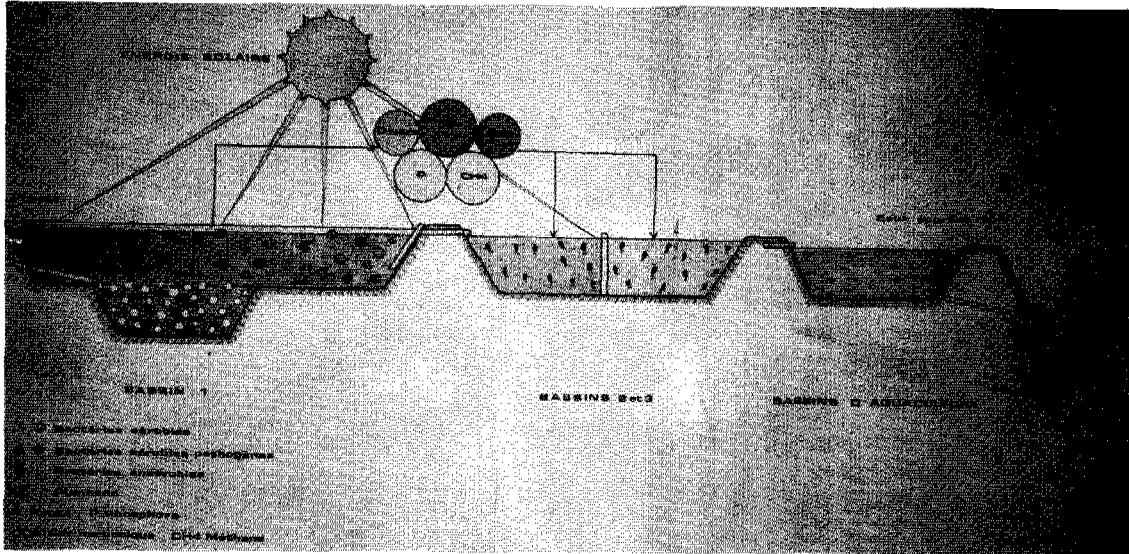
(Document D.E.)



Premier bassin un mois  
après le début de rem-  
plissage

(Document D.E.)

## LAGUNAGE DE DABOU - Coupes sur bassins



Un soin particulier a été porté pour assurer l'étanchéité des ouvrages, celle-ci devant être garantie d'un triple point de vue :

- permettre au lagunage de fonctionner de manière optimale sous l'angle hydraulique pour obtenir des résultats expérimentaux exploitables,
- éviter la contamination des aquifères sous-jacents,
- prévenir la prolifération des végétaux au sein des bassins ce qui suppose de maintenir une tranche d'eau au minimum supérieure à 0,80 m.

Dès que l'on pense lagunage, cette lutte contre la prolifération végétale nous paraît, dans le contexte africain, un point capital dont il est fondamental de se préoccuper, pour éliminer tout risque sanitaire lié à la présence de moustiques.

Ce qu'il faut redouter comme moustique ce n'est pas, comme on pourrait le penser, l'ANOPHELE vecteur du paludisme, mais plus exactement le moustique CULEX FATIGANS qui se complait dans les eaux chargées en matières organiques. Or, ce CULEX FATIGANS est un des vecteurs de l'encercose dont la forme aiguë entraîne la cécité des individus contaminés. Comme la plupart de ses congénères ce moustique ne peut pas s'évader d'un plan d'eau sans le support végétal qui lui sert, en quelque sorte, de "terrains de décollage".

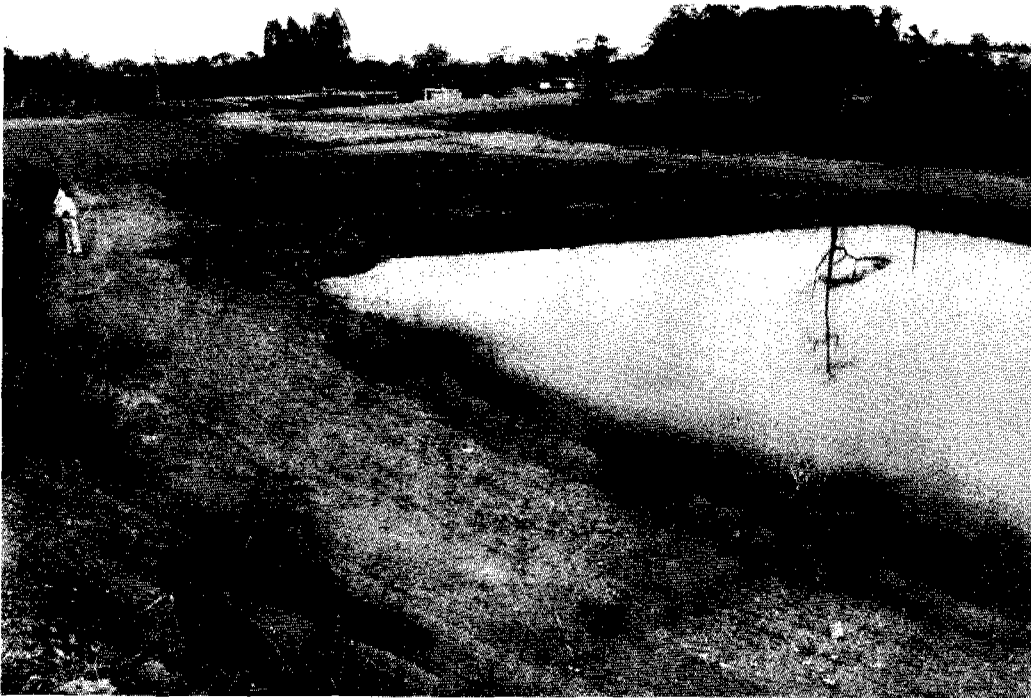
En matière de lagunage en Afrique il est donc permis d'écrire les égalités suivantes :

**végétation = moustique = risque potentiel d'encercose**

**pas de végétation = absence de moustique = élimination du risque**

A cet égard, qu'il nous soit permis ici de manifester la plus vive méfiance vis-à-vis du lagunage à macrophytes (végétaux supérieurs plantés ou flottants) à moins d'imposer une gestion rigoureuse du milieu ce qui pour l'instant relève à notre sens du domaine de l'utopie.

Les cas observés sur les lagunages de Gagnoa et San Pedro sont très significatifs de l'envahissement par la végétation lorsqu'aucune précaution n'est prise pour s'assurer de l'imperméabilisation naturelle des bassins et si nécessaire d'en réaliser l'étanchéité.



SAN PEDRO  
Seul le premier bassin  
est à son niveau  
opérationnel

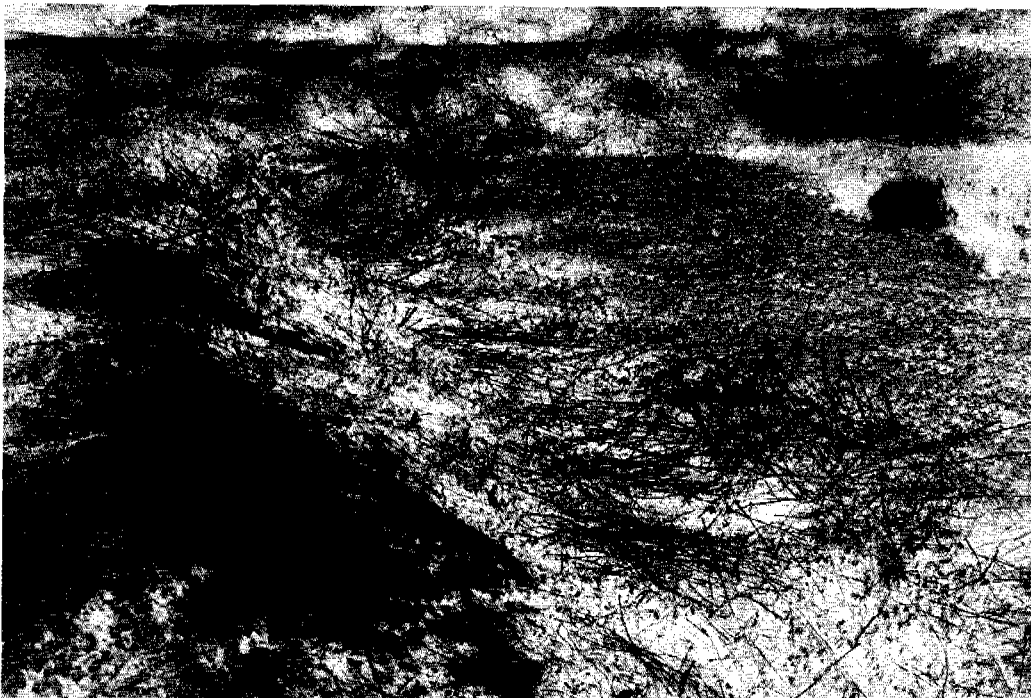
(Document BCEOM)



SAN PEDRO  
Admission dans le  
deuxième bassin à  
très faible remplissage

Protection dégradées  
des talus

(Documents BCEOM)



GAGNOA  
Deuxième bassin  
envahi par la végétation  
car très faiblement en  
eau

(Document BCEOM)

A Dabou et au niveau des études d'avant-projet il a été procédé à une reconnaissance géologique réalisée par le L.B.T.P. (Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics)

SITE C - PROFILS PEDOLOGIQUES

T1C TN. 9791m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,00	Terre végétale	
0,50	Terre végétale	
1,00	Sable brun	
2,00	Sable fin argileux brunâtre	
3,00		
4,00		
5,00		
6,00		

T2C TN. 9828m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,00	Terre végétale	
0,60	sable pey argileux brunâtre	
1,25	sable fin jaunâtre	
	sable argileux jaunâtre	
3,25	graveleux latéritique rougeâtre	
3,65	graveleux latéritique jaunâtre	
4,75	sable graveleux jaunâtre	
	calcaire	

T3C TN. 9828m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,20	Terre végétale	
1,00	sable argileux jaunâtre	
2,00		
3,00	Calcaire latéritique rosé	

T4C TN. 9740m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,10	Terre végétale	
1,00	Sable argileux jaune	

T5C TN. 9840m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,10	Terre végétale	
1,00	sable argileux jaunâtre	
2,00	graveleux latéritique jaunâtre	
3,00	sable graveleux latéritique rougeâtre	
4,00	sable argileux jaunâtre avec graviers	
	calcaire	

T6C TN. 9762m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,20	Terre végétale	
1,00	sable argileux jaunâtre	
2,15	Graveleux latéritique	

T7C TN. 9971m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,20	Terre végétale	
0,50	sable argileux brun	
0,70	Sable peu argileux brunâtre	
1,00	Graveleux latéritique brun	
1,30	Graveleux latéritique jaunâtre	
1,60	avec blocs de latéritiques	
1,80	Graveleux latéritique argileux rougeâtre	
2,00	Sable fin graveleux rougeâtre	
2,20	Sable fin jaunâtre	
2,50	Sable fin orange	
3,00		
4,00		

T8C TN. 9786m

Profondeur (m)	DESCRIPTION DES SOLS	Echantillon
0,10	Terre végétale	
0,20	Graveleux latéritique jaune	
0,30	avec blocs de latéritique	
0,40	Graveleux latéritique rougeâtre	
0,50	avec blocs de latéritique	
0,60	Sable argileux jaunâtre avec présence de graviers	
0,70		
0,80	Sable argileux jaunâtre avec blocs de latéritiques	
0,90		
1,00	Sable argileux avec éléments de quartz jaunâtre	
1,10		
1,20	Sable fin jaunâtre	
1,30		
1,40		
1,50		
1,60		

Outre les éléments nécessaires à l'établissement du projet, cette reconnaissance, à travers les essais de perméabilité réalisés in situ et en laboratoire, a permis de dresser un bilan hydraulique prévisionnel montrant qu'en l'état naturel il n'était pas possible de satisfaire globalement aux conditions de l'équation :

Apports - (pertes par évaporation + pertes par infiltration) ... 0

En effet, si les pertes par évaporation sont négligeables, en moyenne 0,0043 m/j, soit pour 4 000 m<sup>2</sup>, 17 m<sup>3</sup>/j évaporés, par contre les résultats des essais de perméabilité ont dénoté des coefficients de perméabilité de :

-  $9,2 \cdot 10^{-6}$  m/s sur le sol en place,

-  $7,6 \cdot 10^{-7}$  m/s sur le même sol mais après compactage à 95 % de l'optimum proctor.

Traduits en termes de pertes cela voudrait dire au minimum 264 m<sup>3</sup>/j pouvant s'infiltrer, soit un total de pertes de l'ordre de 280 m<sup>3</sup> pour 210 m<sup>3</sup> d'apports.

Pour des raisons économiques liées à la présence d'un gisement à proximité du site, l'étanchéité des fonds de bassin a été réalisée par un corroi d'argile sur sol scarifié et compacté à sec.

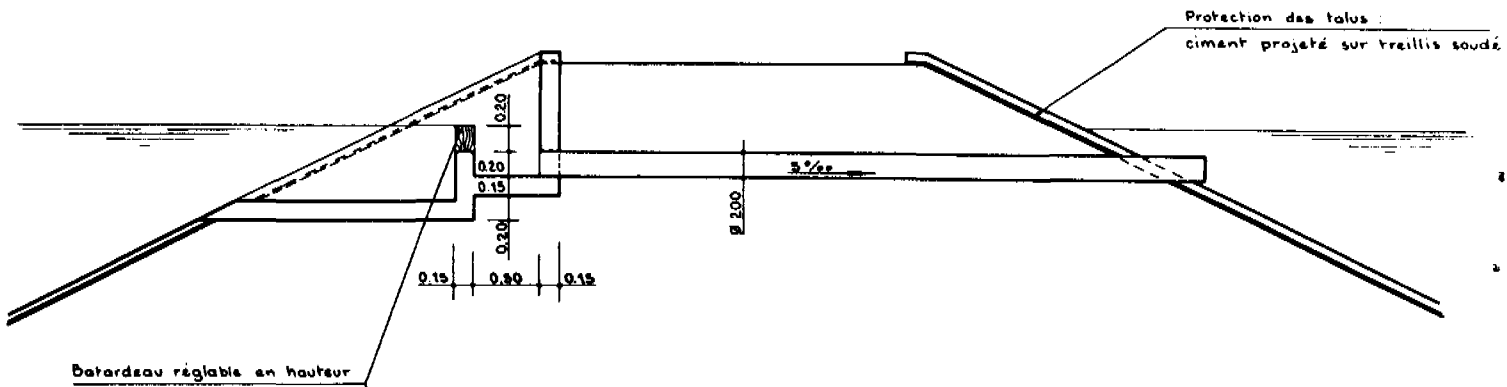


**Le revêtement des berges en béton** qui est apparu à certains comme une solution très luxueuse, techniquement destinée à soigner l'esthétique de l'ouvrage, répond en fait à d'autres finalités beaucoup plus impérieuses. Ces finalités sont de deux ordres :

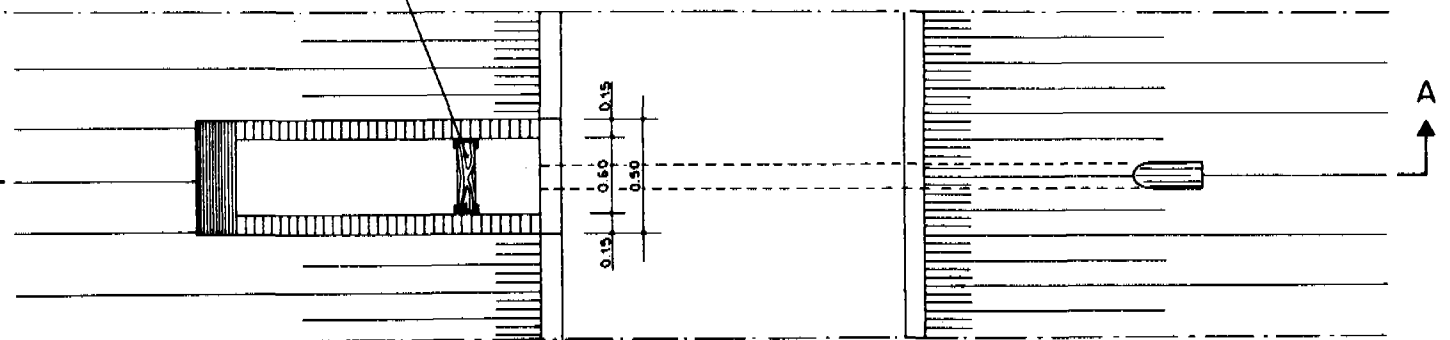
- parfaire l'étanchéité des berges des bassins,
- surtout prévenir le développement de la végétation pour les raisons invoquées précédemment de lutte anticulicidienne, d'autant que le lagunage est situé à environ 250 m des établissements scolaires.

# OUVRAGES DE COMMUNICATIONS ENTRE BASSINS

## Coupe A - A



## Plan

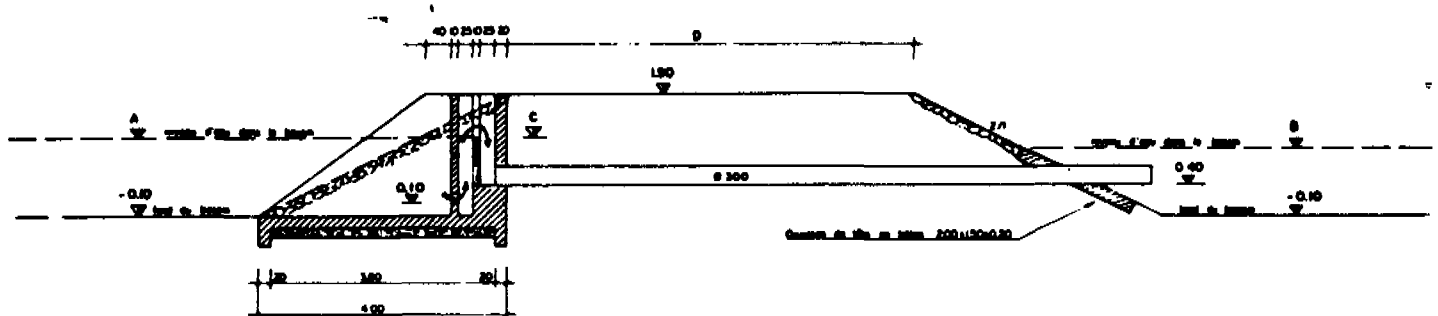


### Conception adoptée à DABOU

ECHELLE - 1/30

### Ouvrage de communication type

### Coupe - 1/50



### Élément de conception en Europe du Sud

**Les ouvrages de communication entre bassins et d'évacuation de l'effluent épuré présentent la particularité de ne pas répondre aux modalités de conception préconisées par le BCEOM pour les lagunages européens et qui consistent à prélever les eaux du bassin en amont en subsurface.**

Pour Dabou, les évacuations ont été prévues en surface pour éviter le développement de macrophytes du genre WOLFIA. Ces végétaux ont été systématiquement observés sur les lagunages existant en Côte d'Ivoire dès lors que les reprises d'effluent s'effectuaient en profondeur. Le même phénomène n'étant jamais décelé sur les bassins où la reprise se situait en surface.

Ces végétaux qui se présentent sous la forme de granuloïdes très agglomérés constituent des couches de 2 à 3 cm d'épaisseur qui, par blocage des échanges avec l'extérieur, peuvent contribuer à la totale asphixie des bassins d'épuration. Par ailleurs, leur développement peut être suffisamment rapide pour rendre illusoire toute tentative de contrôle par extraction périodique.

**Des aménagements complémentaires ont été prévus :**

- d'une part pour éviter l'érosion par les eaux de ruissellement par création d'un fossé d'interception et fascinage végétal des talus externes du lagunage,



- d'autre part pour faciliter les opérations du suivi expérimental par création d'une passerelle d'accès au sein du bassin mixte et échelle de descente dans le compartiment aérobie,
- enfin, s'agissant d'une installation pilote, et donc forcément, très visitée, l'esthétique des abords a été soignée par engazonnement et plantation d'une haie végétale de bougainvilliers, ce poste ne représentant toutefois que 1 % du coût total de l'ouvrage.

#### **2.4. Le programme expérimental**

Ce programme de recherche a été élaboré par le BCEOM en concertation avec la Direction de l'Eau de Côte d'Ivoire de manière, d'une part, à connaître la nature et l'étendue des performances du procédé et d'autre part à normer les éléments de conception et de dimensionnement applicables à la zone tropicale d'Afrique en général et à la Côte d'Ivoire en particulier.

##### **Du point de vue bilan hydraulique :**

- enregistrement en continu des débits entrant et sortant du lagunage,
- enregistrement sur le site de la pluviométrie et de l'évaporation.

##### **Pour les paramètres de fonctionnement du lagunage :**

- réalisé à cadence hebdomadaire, température, pH, oxygène dissous et turbidité,
- réalisé à cadence trimestrielle, dosage des pigments chlorophylliens, identification du zoo et phytoplancton, suivi du sédiment, épaisseur et degré de minéralisation.

##### **Pour les paramètres caractérisant l'épuration biochimique :**

A cadence mensuelle et sur échantillons moyens 24 h :

- MES, DCO et DB05 sur échantillon brut et filtré,
- Azote total Kjeldha, Azote organique, Azote nitrique, nitreux et ammoniacal,
- Phosphates.

##### **Pour la bactériologie**

A cadence mensuelle :

- coliformes totaux et coliformes fécaux,
- streptocoques,
- staphylocoques,
- vibrions (aéromonas mobile et immobile),
- clostridium,
- salmonelles,
- pseudomonas aeruginosa.



### **Pour la virologie**

A cadence trimestrielle :

- virus de l'hépatite A,
- virus coxsackie A et B,
- Poliovirus 1, 2 et 3.

### **Pour la parasitologie**

A cadence semestrielle sur les prélèvements effectués sur les eaux, sédiments et parois des bassins :

- Helminthes,
- Protozoaires,
- Diptères,
- Mollusques.

Il faut noter qu'en plus du lagunage, les bassins d'aquaculture feront l'objet d'un contrôle semestriel pour ce qui concerne la physico-chimie, la bactériologie et la parasitologie.

A ce programme, en partie réalisé et coordonné par la Direction de l'Eau de Côte d'Ivoire participent les laboratoires suivants :

#### **Du côté ivoirien :**

- le LANEMA pour l'ensemble des éléments qui ont trait à la biochimie et à la recherche des germes fécaux de contamination fécale,
- le CERO pour l'analyse des taux de chlorophylles et l'identification du zoo et phytoplancton,
- l'Institut Pasteur de Cocody pour l'identification des bactéries pathogènes.

#### **Du côté français :**

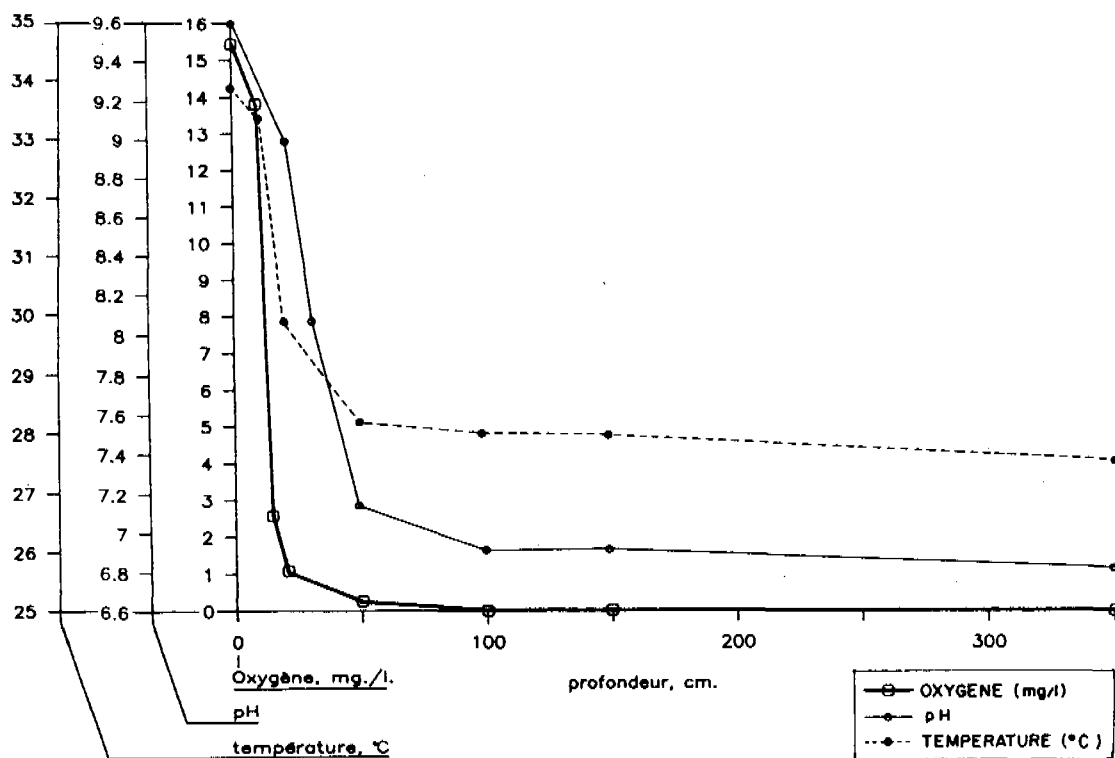
- le laboratoire de l'Institut Bouisson Bertrand et l'ORSTOM à Montpellier pour les aspects touchant à la virologie et à la parasitologie.

## **2.5. Présentation des premiers résultats**

Les travaux ayant été terminés en avril 1988, c'est à cette date que l'ouvrage de lagunage a été raccordé au réseau desservant les établissements scolaires de Dabou. Compte tenu des délais de mise en eau, des vacances scolaires ainsi que des délais d'instauration des bioscénoses, le suivi analytique n'est assuré que depuis novembre 1988 bien que le bilan hydraulique ait commencé quant à lui, depuis mai 1988.

Du point de vue fonctionnement il apparaît au niveau du premier bassin mixte anaérobie-aérobie que la configuration bi-couche recherchée au cours de la conception se trouve parfaitement confirmée par les données expérimentales concernant la distribution verticale des températures, pH et oxygène dissous.

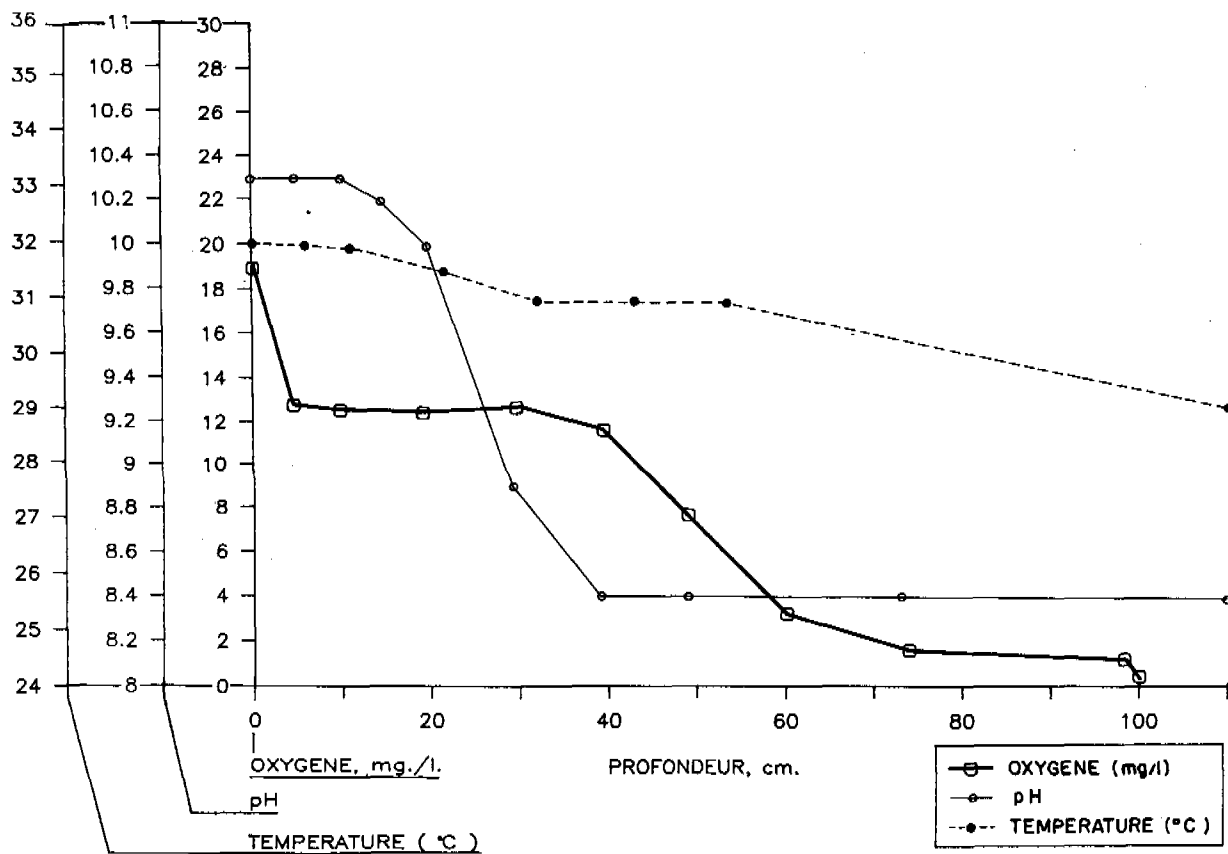
## BASSIN MIXTE : ANAEROBIE - AEROBIE



La très forte stratification observée sur le premier bassin correspond parfaitement à la coexistence d'une zone anaérobie profonde (de - 0,50 à - 3,50 m) surmontée d'une zone typiquement aérobie. Cette coexistence favorise la diversité des écosystèmes et donc une consommation plus poussée de la pollution.

Les observations effectuées sur les bassins aérobies dénotent la phénoménale activité photosynthétique favorisée par l'éclairage et la disponibilité de substrats minéraux dissous. Cette activité est directement responsable des très fortes sursaturations en oxygène dissous (jusqu'à trois fois la saturation normale en surface) et de l'élévation du pH par épuisement des carbonates.

## BASSIN AEROBIE



Quant aux teneurs en Chlorophylle, elles sont en moyenne très élevées, et paraissent liées essentiellement aux variations climatiques. La très forte variabilité observée sur le Bassin 1 (de 16 à 1 250 microg./l), montre bien l'instabilité de ce bassin, à la limite entre l'anaérobiose bactérienne et l'explosion aérobie algale. Les valeurs en sortie de B3 sont en moyenne plus faible (influence du démarrage ou limitation de la production algale ?), et moins variables.

Chlorophylle microg./l	Sortie B1	Sortie B2	Sortie B3
Moyenne	520	527	319
Ecart-type	527	264	151

Sous l'angle des performances on obtient les résultats moyens suivants :

77 % de réduction sur les MES,

85 % de réduction sur la DCO dont 75 % sur le seul premier bassin,

97 % de réduction sur la DB05 dont 85 % sur le seul premier bassin.

En ce qui concerne les nutriments, les analyses montrent entre l'entrée et la sortie une forte baisse des teneurs en Azote total, avec disparition des formes amoniales et baisse des formes organiques. Comme il n'y a pas corrélairement apparition de nitrates, il est possible de penser à l'existence simultanée en des zones différentes de phénomènes d'ammonification, de nitrification et de dénitrification. Le phosphore subit également un abatement substantiel, qui peut s'expliquer aussi bien par précipitation chimique à pH élevé, que par sédimentation des matières organiques. Il est intéressant de noter la possibilité d'abattelements de 75 % d'Azote total et 80 % de Phosphates pour un procédé considéré comme peu performant vis-à-vis de ces paramètres.

Evolution des nutriments, mg/l

	Entrée	Sortie B1	Sortie B2	Sortie B3
Azote				
N-NTK	47	36	17	12
N-NH4	22,2	13,2	3,6	0,6
N-N03	0,8	0,2	0,4	0,6
N organique	25	23	13	11
Phosphore				
mg/l de P04	28	12	9	6
MES	203			47

L'élimination des germes est typique de celles obtenues en lagunage, avec des abatements globaux d'environ trois unités log. pour les coliformes totaux et fécaux pour les streptocoques fécaux et clostridium sulfito-réducteurs. Un caractère très important est la décroissance des abatements en fonction des bassins, le premier étant le plus efficace, et le dernier n'amenant paradoxalement qu'une faible amélioration.

---

BIBLIOGRAPHIE

---

ARCEIVELA - Wastes stabilisation ponds - Design, construction and operation in India - CPEHRI - Nagpur.

ARTHUR J.P. - Notes on the design and operation of waste stabilisation ponds in warm climates of developing countries - World Bank - Technical paper n°7.

BCEOM - Les étangs de stabilisation en zone tropicale - Bulletin d'information n°23 - Avril 1963.

BCEOM - Les étangs de stabilisation - Synthèse des principales connaissances actuelles - BCEOM - Informations et Documents - 1er trimestre 1971.

BCEOM - Applications et limites des étangs de stabilisation - BCEOM - Informations et Documents - 4ème trimestre 1978.

BCEOM - La lagunage naturel - Résultats d'expériences récentes, recommandations pratiques de conception et méthodologie d'intégration - BCEOM - Informations et Documents - 4ème trimestre 1979.

BCEOM - Epuration des eaux usées par lagunage - Expérimentation en Côte d'Ivoire - Diagnostic des ouvrages existants - Mission Française de Coopération - Mars 1987.

---