

ETUDE DE FAISABILITE DE LA MISE EN PLACE
D'UN RESEAU NATIONAL D'OBSERVATION DE LA
QUALITE DES EAUX LAGUNAIRES ET MARINES
EN COTE D'IVOIRE (R.N.O.C.I.)

Rubrique VIII

DEFINITION D'UNE STRATEGIE
ADAPTEE AU CONTEXTE IVOIRIEN

par

Ph. DUFOUR*

1 - Alternatives de réseaux	VIII,4
2 - Méthodologie générale du RNOCI	VIII,25
3 - Estimation des coûts de fonctionnement	VIII,32
4 - Eléments de choix entre les différentes alternatives	VIII,43

* Chercheur ORSTOM - Institut de Limnologie
Avenue de Corzent - 74203 Thonon - France

1 - ALTERNATIVES DE RESEAU	VIII,4
1.1 - Les paramètres	VIII,5
1.2 - Les supports	VIII,7
1.3 - Les niveaux	VIII,8
1.4 - La périodicité	VIII,8
1.5 - Les stations	VIII,9
1.6 - Quelques propositions de réseaux	VIII,11
1.6.1. - Conception des alternatives	VIII,11
1.6.2. - Description des points d'appui des 8 alternatives (réseau eau)	VIII,12
1.6.3. - Les stations du réseau sédiment	VIII,21
1.6.4. - Fréquence et articulation des campagnes eau et des campagnes sédiment	VIII,22
1.6.5. - Paramètres collectés et niveaux échantillonnés par les différentes alternatives de réseaux	VIII,23
1.6.6. - Nombre de stations annuel par alternatives de réseaux	VIII,24
2 - METHODOLOGIE GENERALE DU RESEAU	VIII,25
2.1 - Organisation générale du RNOCI	VIII,25
2.2 - Rôle de l'équipe de direction	VIII,25
2.3 - Les services de prélèvements	VIII,28
2.4 - Les laboratoires d'analyses	VIII,29
2.5 - Le service informatique	VIII,30
2.6 - Le service d'impression	VIII,31
3 - ESTIMATION DES COUTS DE FONCTIONNEMENT	VIII,32
3.1 - Coût des analyses et mesures	VIII,32
3.2 - Coût des analyses et mesures par stations	VIII,32

3.3 - Coût des analyses pour chaque alternative de réseaux	VIII,34
3.4 - Coût présumé des moyens navigants pour chaque alternative de réseau	VIII,35
3.5 - Frais d'intercalibration	VIII,35
3.6 - Coût des déplacements automobiles	VIII,38
3.7 - Frais informatiques	VIII,39
3.8 - Frais d'impression	VIII,39
3.9 - Frais des campagnes hydrocarbures et macrodéchets sur le littoral	VIII,40
3.10 Frais de fonctionnement total	VIII,41
4 - ELEMENTS DE CHOIX ENTRE LES DIFFERENTES ALTERNATIVES	
4.1 - Choix de réseaux	VIII,43
4.2 - Eléments de choix entre l'appel maximum à des services extérieurs et l'autonomie maximum du RNOCI au sein du Ministère de l'Environnement	VIII,43

1. - ALTERNATIVES DE RESEAU

Dans ce chapitre, nous envisageons plusieurs alternatives de réseaux. Les différences portent sur les facteurs suivants :

- les paramètres
- les supports
- le nombre de stations et leur situation géographique
- la fréquence des prélèvements
- le nombre de niveaux.

Nous fournissons des éléments de choix et, en combinant les différents facteurs, proposons huit alternatives de réseaux, d'intérêt mais aussi de coût distincts.

1.1. - Les paramètres

Nous avons distingué, rubrique V, deux groupes de paramètres ; les paramètres de la qualité des eaux, qu'ils soient physiques, chimiques ou biologiques, et les paramètres de pollution qu'ils soient minéraux ou organiques.

Les paramètres du premier groupe ont une existence dans tous les milieux aquatiques qu'ils soient pollués ou non. Seul leur niveau varie.

Les polluants n'existent pas, ou n'existent qu'à l'état de trace, dans le milieu naturel. Ils y sont introduits plus massivement par l'homme de façon chronique ou accidentelle.

Les paramètres du premier groupe décrivent et expliquent l'écosystème naturel et son évolution en fonction de sa structure interne, du climat et des échanges avec les milieux limitrophes.

La présence de polluant signale une intervention de l'homme. Elle peut, par son niveau, être un danger direct ou indirect pour l'homme. Lorsque l'effet est indirect, il s'exerce par l'intermédiaire d'un paramètre de la qualité des eaux.

Dans un réseau de surveillance du milieu aquatique, il est donc tout aussi nécessaire de mesurer les paramètres de la qualité des eaux que les polluants. Mais les uns et les autres sont très nombreux et un choix s'impose qui doit tenir compte de leur contenu informatif, de leur coût et de leur accessibilité.

Pour les paramètres de qualité, il faut sélectionner ceux qui permettent le mieux de distinguer les effets naturels des effets anthropiques et qui sont significativement et durablement influencés par ces derniers.

Les paramètres de qualité des eaux indispensables sont :

- la température
- la salinité
- la turbidité calibrée par les matières en suspension
- un paramètre qui intègre la richesse organique, la DBO par exemple.
- la chlorophylle "a".

Les paramètres utiles sont :

- les sels nutritifs à l'exclusion de la silice en lagune et des sulfates en lagune et en mer,
- l'oxygène dissous,
- les sulfures en lagune,
- le carbone organique particulaire,
- le pH en lagune,

Les paramètres facultatifs sont :

- la putrescibilité,
- les sulfates,
- le zooplancton,
- l'ichtyofaune,
- le pH en mer,
- la silice en lagune
- les sulfures en mer.

Pour les polluants, il faut accorder la priorité à ceux qui sont pris en compte par les conventions internationales de surveillance ou évalués dans la plupart des réseaux nationaux :

- le mercure,
- le cadmium,
- les PCB,
- les coliformes et streptocoques fécaux.

Il faut aussi accorder la priorité aux polluants effectivement ou potentiellement importants en Côte d'Ivoire :

- les hydrocarbures totaux,
- les pesticides les plus utilisés : organochlorés ; les organophosphorés sont biodégradables rapidement.

En seconde priorité, tous les paramètres de pollution, dont la liste est dressée rubrique V, devront être pris en compte. Il conviendra d'y ajouter à terme les polluants devenus effectivement ou potentiellement une menace pour les milieux aquatiques du fait de l'évolution des activités et rejets humains.

1.2. - Les supports

Les polluants peuvent être analysés sur trois supports différents, l'eau, le sédiment et la matière vivante, qui sont représentatifs d'échelles de concentration, de temps et d'espace distincts.

Les concentrations des polluants dans les eaux ne sont significatives que dans le cas de pollution intense et d'un échantillonnage serré dans le temps et l'espace.

Les sédiments et la matière vivante concentrent les polluants et les intègrent sur des échelles de temps et d'espace plus vastes.

Les hydrocarbures, les organochlorés et les micropolluants minéraux seront dosés en priorité dans les sédiments.

Par contre, les bactéries indicatrices de pollution fécale et les germes pathogènes, dont la durée de vie dans le milieu aquatique est réduite seront dosés dans l'eau d'abord, dans la matière vivante ensuite.

En seconde priorité, seulement, les micropolluants organiques et minéraux seront dosés dans la matière vivante, en troisième dans l'eau.

En ce qui concerne les dosages dans la matière vivante, on choisira de préférence des organismes filtreurs et fixés, donc biosintérateurs et indicateurs de l'état de pollution du milieu où ils ont été prélevés : huîtres par exemple. Certains poissons plats relativement sédentaires seront aussi intéressants.

1.3. - Les niveaux

L'eau de surface sera échantillonnée à chaque station. On ne fera un prélèvement en profondeur (1 m au-dessus du fond) que si deux catégories d'eau bien distinctes sont superposées, par exemple en lagune, dans la couche d'eau plus salée de la région proche du canal de Vridi, ou dans les fosses à l'intérieur de la couche d'eau anoxique. Le prélèvement en profondeur ne se justifie dans tous les cas que si l'épaisseur d'eau dépasse 4 mètres. Lorsqu'il se justifie, il est utile d'effectuer un profil vertical (en continu à la sonde ou par prélèvements régulièrement espacés) au minimum de température, mieux d'oxygène et de salinité pour apprécier l'épaisseur des couches, dont les variations sont informatives.

1.4. - Périodicité

Chacun des supports présentés ci-dessus a une variabilité propre.

Les masses d'eau sont en perpétuel mouvement sous l'effet des marées, du vent et des courants. Il faut donc prélever des échantillons assez fréquemment pour se faire une idée correcte de la situation en un point. La fréquence mensuelle semble une base acceptable. Elle pourra être augmentée dans les zones les plus fluctuantes : zones d'estuaires, lagunaires, baies très polluées. Elle pourra être diminuée dans les zones plus stables, lorsqu'après quelques années, on aura acquis une bonne connaissance des variations saisonnières.

Les organismes vivants intègrent la pollution sur une durée et un espace plus importants. Les directives du R.N.O. français recommandent 2 à 4 prélèvements par an pour les coquillages, 1 à 2 pour les poissons et les crustacés. Les époques de prélèvement devront être définies en collaboration avec les biologistes du C.R.O.

Le sédiment intègre la pollution sur une période encore plus importante. En effet, les matières en suspension dans l'eau se déposent au fond à une vitesse de l'ordre du mm en mer ou du cm dans les estuaires et les lagunes. Par suite, quelques cm de sédiment prélevés intègrent la pollution de plusieurs années.

Dans la plupart des cas une campagne de prélèvement tous les deux ou trois ans sera suffisante.

1.5. - Les stations

Le réseau devra permettre de suivre l'évolution de trois types de zones :

- 1er type : zones manifestement soumises à des apports importants d'agents exogènes (grands estuaires, zones industrialo-portuaires).
- 2ème type : zones présentant un intérêt biologique ou hydrographique particulier (baies, rades, estuaires, zones conchylicoles).
- 3ème type : zones "a priori" indemnes de toute pollution et destinées à servir de "zones témoins" dites de référence.

Dans chaque zone, baptisée point d'appui, pour reprendre la terminologie du R.N.O. français, on effectuera une ou plusieurs stations de coordonnées géographiques fixées.

Compte tenu de notre connaissance des lagunes, de l'océan et de leur pollution, résumée dans la rubrique I, nous dressons ci-dessous un inventaire des zones à considérer à court ou moyen terme. Beaucoup d'entre elles appartiennent à 2 ou 3 des types précédemment définis.

Il faudra d'abord retenir les zones d'impact des grandes villes. Abidjan, bien entendu, et San Pedro, deuxième port de la Côte d'Ivoire, dont l'extension future est probable. La région atlantique de San Pedro présente en outre l'intérêt d'être enrichie saisonnièrement par un upwelling.

Les communications des trois grandes lagunes avec l'océan, Ebrié Aby et de Grand Lahou, présentent un grand intérêt biologique et hydrologique. Elles sont lieu d'échange entre les eaux continentales et marines, et passage obligatoire des espèces animales amphibiotes.

Pour les mêmes raisons, on s'intéressera aux estuaires du Sassandra et du Cavally.

Les graus d'Assinie et de Grand Lahou ainsi que l'estuaire du Cavally peuvent être considérés comme des zones témoins, indemnes de graves pollutions.

A l'intérieur des lagunes, les principales zones de pêche et d'aquaculture doivent être échantillonnées. Ainsi, en lagune Ebrié, outre la région amont du canal de Vridi qui est en même temps celle du port d'Abidjan, on s'intéressera au secteur compris entre la digue de Jacquville et l'Agnéby, lieu d'une importante pêcherie de crevettes et en outre, proche d'installations aquacoles, ainsi que le secteur sud de Dabou, le plus productif de cette lagune. Une station pourra être effectuée en baie d'Adiopoudoumé exemple de nursery de crevettes, par ailleurs bien étudiée par le C.R.O.

Quelques zones d'intérêt touristique devront aussi être prises en compte : en lagune Ebrié, le sud de la Riviera et le sud de l'île Boulay, ce dernier secteur étant promis à l'impact d'un développement urbain et portuaire dans un proche avenir. Sur le littoral océanique, les secteurs au large des plages d'Azuretti, d'Assinie, de Grand Bereby et de Jacquville pourront être échantillonnés. Ces secteurs peuvent encore être considérés comme des témoins, quoique atteints par une pollution périodique par hydrocarbures.

La station côtière du C.R.O. (longitude 5°12 N, latitude 4°02 W) suivie depuis 1962 devra être incluse dans le réseau, compte tenu de son intérêt historique.

1.6. - Quelques propositions de réseaux

Les zones d'intérêt sont nombreuses. D'autres apparaîtront avec le développement urbain, agricole et industriel. Un choix s'impose, le R.N.O. ivoirien ne pouvant probablement pas dans un premier temps prendre en compte toutes les zones considérées.

Deux alternatives de conception opposée mais de coût équivalent peuvent être envisagées : quelques points d'appui sur lesquels sont collectés tous les paramètres utiles, ou bien un grand nombre de points d'appui sur lesquels ne sont collectés que quelques paramètres. Dans les deux cas, l'évolution par un réseau plus complet doit se faire à terme.

Nous suggérons ci-dessous plusieurs alternatives de réseaux, pour lesquels nous fournirons ensuite une évaluation financière.

1.6.1. - Conception des alternatives

Quatre réseaux à extension géographique (nombre de points d'appui) distincte, avec pour chaque réseau deux possibilités :

- 1 niveau par station et un nombre de paramètres minimum
- 2 niveaux par station et un nombre de paramètres raisonnable.

L'intitulé des 8 alternatives résultantes est porté dans le tableau I.

TABLEAU I : Intitulé des alternatives de réseaux

Nombre de points d'appui	2	3	5	12
Densité des mesures/station				
Minimum	A	B	C	D
Raisonnable	A'	B'	C'	D'

1.6.2. - Description des points d'appui des 8 alternatives
(réseau eau)

* Réseaux A et A' : 2 points d'appui (fig. 1)

- Point d'appui n° I en lagune Ebrié dans la zone d'estuaire et d'influence d'Abidjan : 4 stations.
- Point d'appui n° II en mer au large du canal de Vridi : 3 stations.

Les stations sont positionnées en fonction de leur intérêt :

Station 1 : future zone d'extension du port ; lieu de pêche intensive ; zone de passage obligatoire des eaux et des organismes entre la lagune ouest et l'océan.

Station 2 : zone urbaine ; actuellement polluée ; zone de passage obligatoire des eaux et des organismes entre l'océan et la lagune est.

Station 3 : zone portuaire d'Abidjan, lieu d'échange hydrologique intense entre la lagune et l'océan, lieu de passage obligatoire de toutes les espèces amphibiotiques.

LAGUNE EBRIE

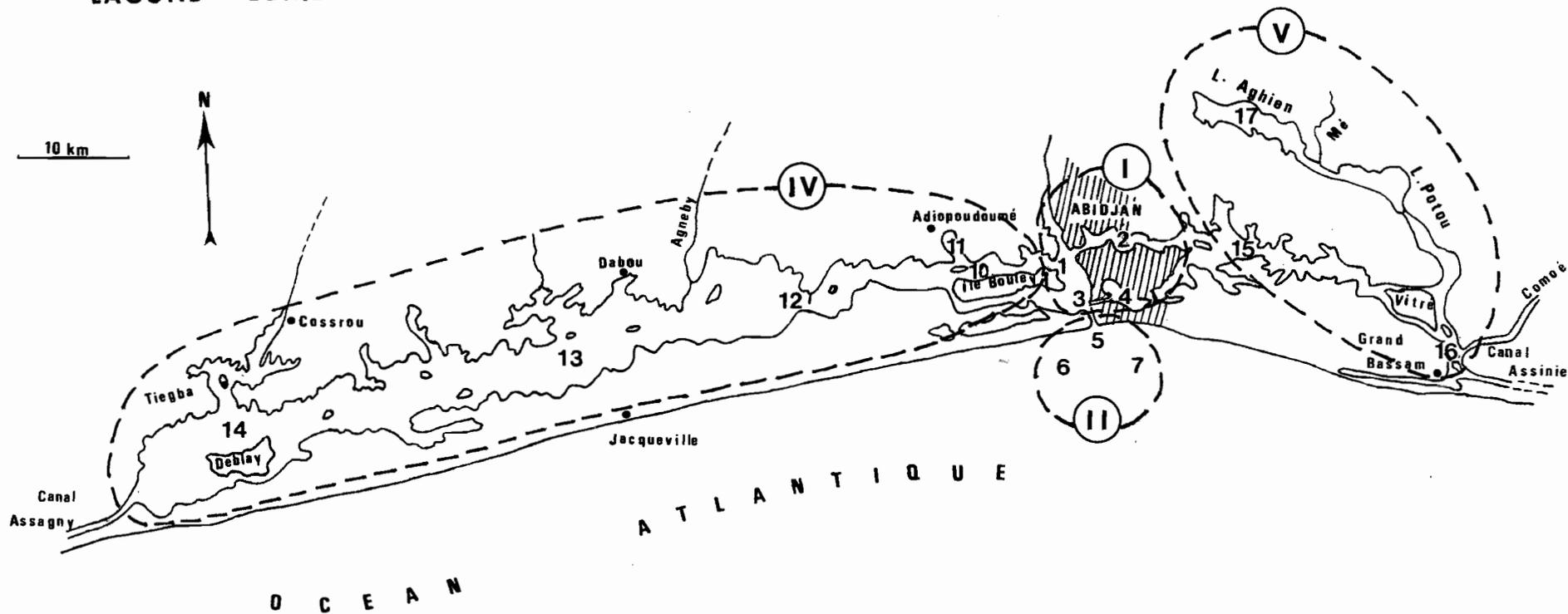


Fig. 1 : Points d'appui (chiffres romains) et stations (chiffres arabes) de la lagune Ebrié et de sa zone d'influence en mer.

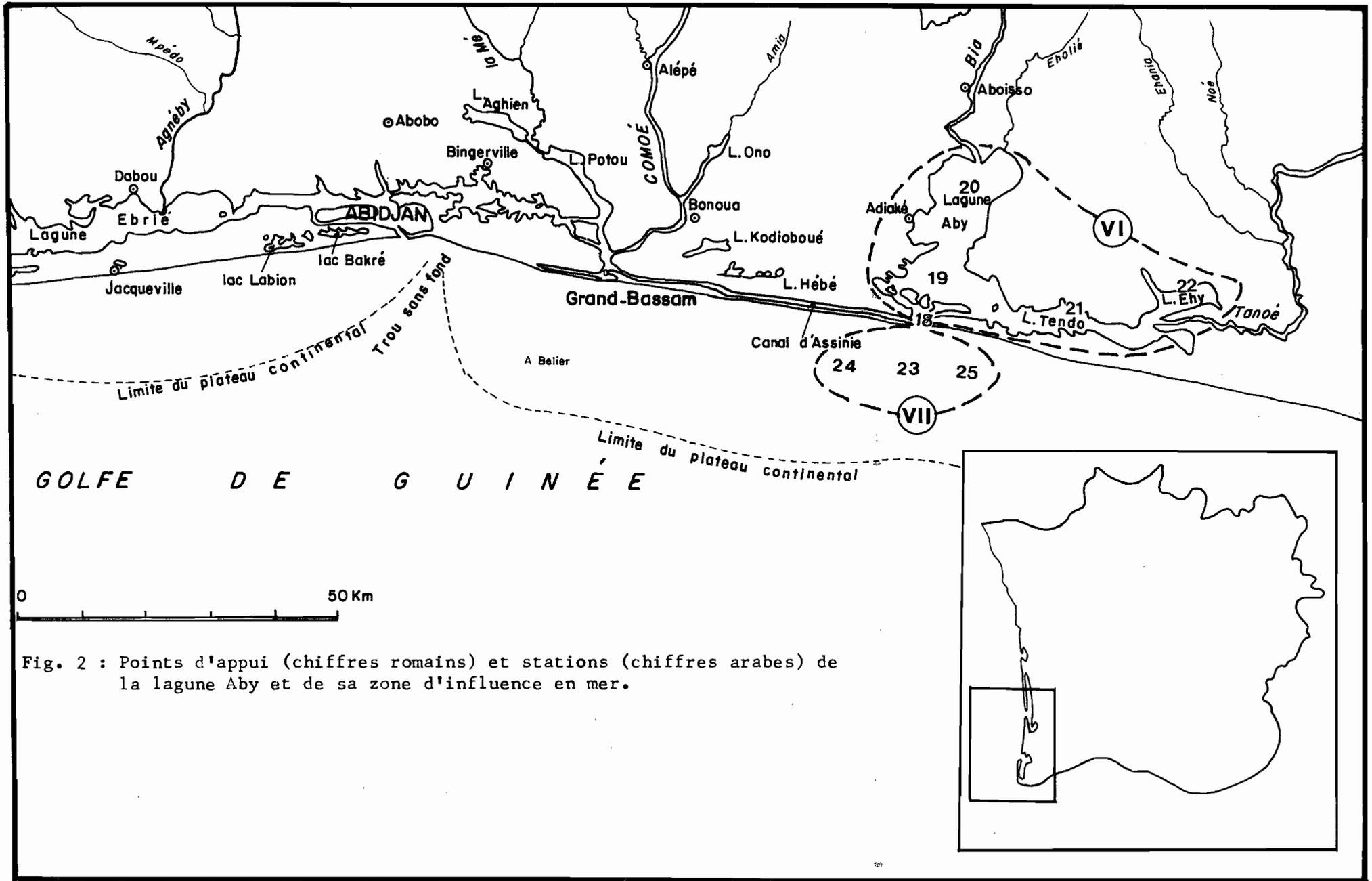


Fig. 2 : Points d'appui (chiffres romains) et stations (chiffres arabes) de la lagune Aby et de sa zone d'influence en mer.

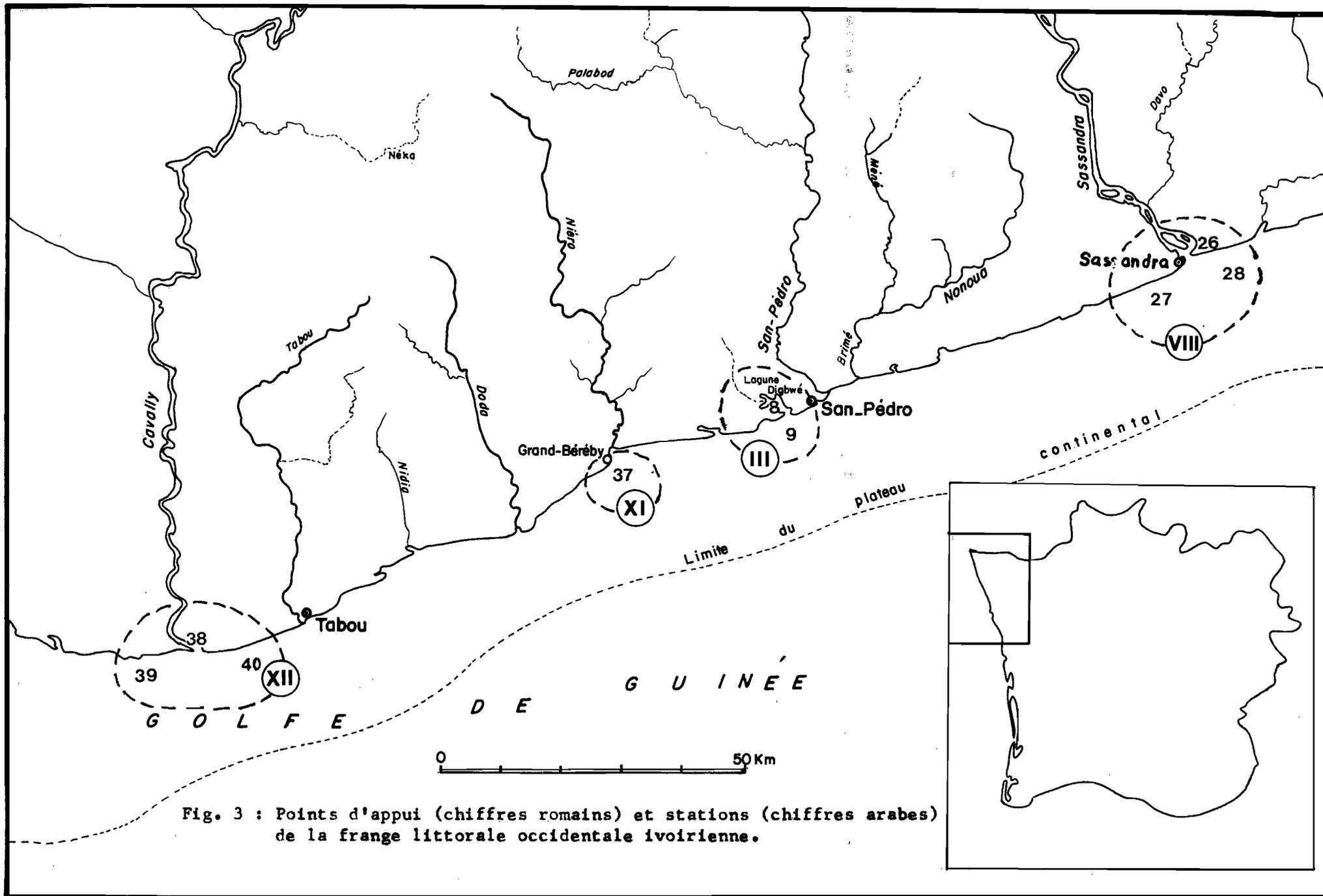


Fig. 3 : Points d'appui (chiffres romains) et stations (chiffres arabes) de la frange littorale occidentale ivoirienne.

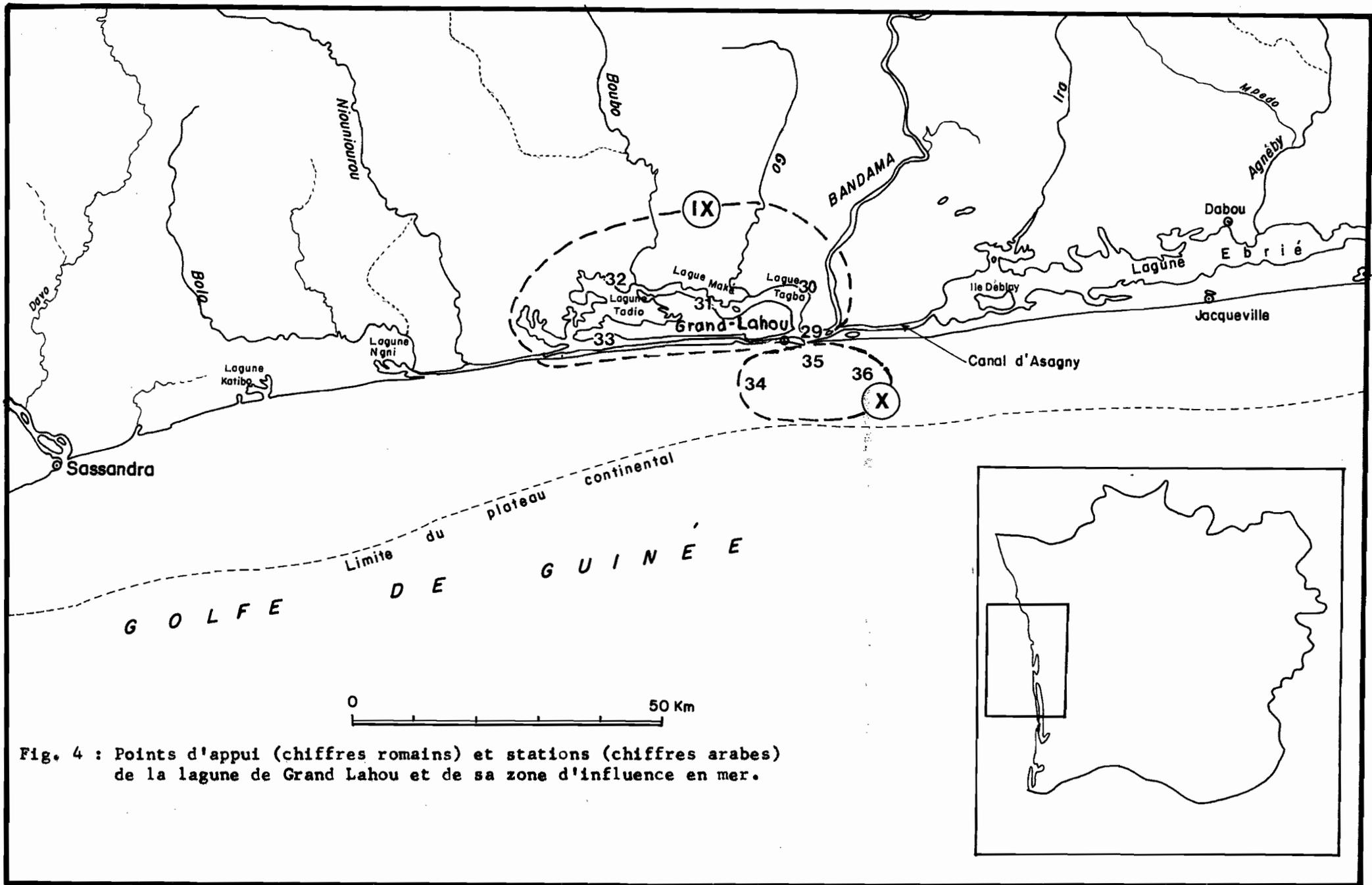


Fig. 4 : Points d'appui (chiffres romains) et stations (chiffres arabes) de la lagune de Grand Lahou et de sa zone d'influence en mer.

Station 4 : centre de la baie de Biétri, baie urbaine très polluée actuellement mais qui doit être soulagée par la prolongation du grand collecteur des eaux usées d'Abidjan en mer.

Station 5 : au débouché du canal de Vridi en mer, permet de tester l'influence des eaux lagunaires sur l'océan.

Station 6 : actuelle station côtière de référence du C.R.O. ; zone témoin lorsque le courant côtier porte à l'est (cas le plus fréquent).

Station 7 : zone de dilution des eaux lagunaires lorsque le courant côtier porte à l'est ; future zone de dilution des eaux du grand collecteur d'Abidjan.

* Réseaux B et B' : 3 points d'appui

Aux points d'appui n° I et II s'ajoute le point d'appui n° III (2 stations) à San Pedro, où existe une antenne du ministère de l'Environnement (fig. 3).

Station 8 : dans la lagune Digbwé .

Station 9 : en mer au large de cette lagune.

* Réseaux C et C' : 5 points d'appui

Compte tenu des moyens logistiques disponibles, il est facile de multiplier les points de mesure en lagune Ebrié qui, en outre, est la plus menacée par la pollution et la mieux connue des lagunes ivoiriennes. Deux points d'appui supplémentaires seront visités.

Point d'appui n° IV : lagune Ebrié ouest (5 stations, fig. 1)

Station 10 : chenal central est ; zone témoin face à la baie d'Adiopoudoumé ; zone de pêche intense d'espèces marines et amphibiologiques.

Station 11 : baie d'Adiopoudoumé ; nursery de crevettes.

Station 12 : au niveau de la digue de Jacquerville où l'on pêche la crevette intensément.

Station 13 : pêcheries collectives importantes ; zone la plus productive de la lagune

Station 14 : pêcheries individuelles importantes ; zone très productive, la plus isolée vis à vis des influences océaniques et continentales.

Point d'appui n° V : lagune Ebrié est (3 stations, fig. 1)

Station 15 : chenal central est, zone témoin, zone aquacole.

Station 16 : zone de dilution des eaux du fleuve Comoé ; zone témoin.

Station 17 : en lagune Aghien, envisagée comme réservoir d'eau douce de la ville d'Abidjan.

* Réseaux D et D' : 12 points d'appui

Le réseau s'étend à tout le littoral océanique et aux grandes lagunes.

Les points d'appui sont numérotés dans un ordre correspondant à un intérêt décroissant, à notre avis.

Point d'appui n° VI : 5 stations en lagune Aby (fig. 2)

Station 18 : grau d'Assinie, communication de la lagune avec l'océan.

Station 19 : cuvette centrale sud ; zone de pêche intense ; zone d'anoxie naturelle en profondeur.

Station 20 : cuvette centrale nord ; zone de pêche, peu profonde ; zone de dilution des eaux de la rivière Bia.

Station 21 : lagune Tendo ; zone de pêche importante et de contrebande ; en partie ghanéenne, zone de dilution de la rivière Tanoé.

Station 22 : lagune Ehy ; zone de pêche ; zone la plus productive du système lagunaire Aby.

Point d'appui n° VII : 3 stations océaniques au large de la lagune Aby (fig. 2)

Station 23 : face au grau d'Assinie, même intérêt que la station 5 face au canal de Vridi.

Station 24 : face à Assouindé à proximité de plages fréquentées ; zone témoin lorsque le courant côtier porte à l'est (cas le plus fréquent).

Station 25 : zone de dilution des eaux du système lagunaire Aby.

Point d'appui n° VIII : estuaire du Sassandra : 3 stations (fig. 3)

Station 26 : dans l'estuaire du Sassandra, premier fleuve de Côte d'Ivoire par son débit.

Station 27 : zone océanique à l'ouest de l'estuaire ; zone témoin lorsque le courant porte à l'est (cas le plus fréquent).

Station 28 : zone océanique à l'est de l'estuaire, zone de dilution des eaux du fleuve.

Point d'appui n° IX : 5 stations en lagune de Grand Lahou (fig. 4) la moins bien connue des grandes lagunes ivoiriennes.

Station 29 : grau de Grand Lahou, zone d'échange entre la lagune et l'océan ; zone de dilution des eaux du fleuve Bandama, zone aquacole

Station 30 : lagune Tagba.

Station 31 : lagune Maké, la plus profonde du système.

Station 32 : lagune Tadio, peu profonde, zone de pêche intense.

Station 33 : zone productive.

Point d'appui n° X : 3 stations océaniques au large du grau de Grand Lahou (fig. 4)

Station 34 : à l'ouest, 35 en face, 36 à l'est; mêmes commentaires et intérêts que pour les stations 23, 24 et 25 face au grau d'Assinie.

Point d'appui n° XI : face à Grand Béréby (fig. 3).

Station 37 : zone témoin face à des plages agréables et de plus en plus fréquentées.

Point d'appui n° XII : estuaire du Cavally : 3 stations (fig. 3)

Station 38 : dans l'estuaire du Cavally, fleuve à bassin versant presque exclusivement forestier, peu agricole et industrialisé; estuaire témoin.

Station 39 et 40 : à l'ouest et à l'est de l'estuaire, dans la zone de dilution des eaux continentales selon la direction des courants.

1.6.3. - Les stations du réseau sédiment

Nous conseillons les mêmes positions géographiques que pour le réseau eau, donc même nombre de points d'appui et de stations que pour le réseau eau, à l'exception de la lagune Ebrié. Pour celle-ci qui est la plus menacée par les pollutions, nous conseillons d'intensifier le réseau sédiment par rapport au réseau eau et d'adopter les stations de l'opération-test (rubrique VII et annexe VII,1). (1)

Point d'appui n° I : 28 stations dont les numéros 1, 2, 3 et 4 du réseau eau (fig. rubrique VII, page 26).

Point d'appui n° IV : 10 stations dont les numéros 10, 11, 12, 13 et 14 du réseau eau (fig. rubrique VII, pages 24 et 25)

Point d'appui n° V : 7 stations dont les stations numéros 15, 16 et 17 du réseau eau (fig. rubrique VII, page 25).

En résumé : nombre de station du réseau sédiment.

Point d'appui n° I : 28 stations

Point d'appui n° II : 3 stations. Il sera utile d'ajouter 1 ou 2 stations à proximité de l'aboutissement du collecteur des eaux usées d'Abidjan, lorsqu'il sera en place.

Point d'appui n° III : 2 stations

Point d'appui n° IV : 10 stations

Point d'appui n° V : 7 stations

(1) Les stations sédiments doivent être positionnées très précisément, et cette position respectée d'une campagne à l'autre; cela est moins important pour les stations exclusivement eau.

Point d'appui n° VI : 5 stations

Point d'appui n° VII : 3 stations

Point d'appui n° VIII : 3 stations

Point d'appui n° IX : 5 stations

Point d'appui n° X : 3 stations

Point d'appui n° XI : 1 station

Point d'appui n° XII : 3 stations

TOTAL 73 stations sédiment

1.6.4. - Fréquence et articulation des campagnes eau et des
campagnes sédiment

Les campagnes eau pourront avoir lieu tous les mois dans un premier temps. Ce n'est qu'au bout de quelques années que leur fréquence pourra être modifiée selon les points d'appui, en fonction de l'expérience acquise.

Pour les mesures sur le sédiment, une campagne tous les 2 ans suffit. Afin de répartir de façon équitable le nombre et les frais d'analyse, on pourra visiter un certain nombre de stations une année, les autres l'année suivante, soit en moyenne 37 stations sédiments par an.

Afin de réduire les frais de déplacement, l'échantillonnage des sédiments se fera simultanément à la campagne eau du mois.

1.6.5. - Paramètres collectés et niveaux échantillonnés par les différentes alternatives de réseaux.

- Intensité minimale : Réseaux A, B, C et D

* Eau : seule l'eau de surface est échantillonnée.

Les paramètres suivants sont mesurés à chaque station :

- lagune : température, salinité (au salinomètre optique), turbidité (au disque de Secchi), DBO ou auto-consommation en 48 heures, NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, coli-totaux et fécaux, strepto-totaux et fécaux, chlorophylle "a" et phéopigments.
- océan : idem, mais la salinité est mesurée au salinomètre à induction.

* Sédiments : à chaque station:

Hydrocarbures totaux, carbone organique total, pesticides, organochlorés et PCB, Pb, Cu, Cd, Zn, As, Hg et granulométrie sommaire.

- Intensité raisonnable : réseaux A', B', C' et D'

* Eau : la surface et le fond sont échantillonnés, sauf aux rares stations lagunaires à profondeur inférieure à 4 m.

- lagune : en surface et au fond : température, salinité (au salinomètre optique), turbidité, matières en suspension, DBO ou auto-consommation en 48 heures, NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, Si, SO₄, sulfures, chlorophylle "a" et phéopigments, carbone organique particulaire.
en surface en plus : coli-totaux et fécaux, strepto-totaux et fécaux, Cl. perfringens.

aux stations où la profondeur excède 4 m : profil vertical à la sonde ou 4 à 8 prélèvements judicieusement étagés pour la température, la salinité et éventuellement l'oxygène.

- océan : même paramètres, sauf les sulfures, mais salinité au salinomètre à induction et profil vertical seulement sur l'épaisseur de la couche de surface (20 m).

* sédiments : les mêmes paramètres que pour les réseaux minimum dans une première étape.

Les autres paramètres envisagés à la rubrique V, ainsi que les analyses sur d'autres supports (en particulier polluants dans la matière vivante) ne seront envisageables dans une 2ème étape que lorsque la réalisation du réseau D aura pu être atteinte, à moins que des raisons particulières (demandes des groupes de pression, nouveaux polluants) ou des facilités d'exécution s'imposent avant.

1.6.6. - Nombre de stations annuel par alternative de réseaux

TABLEAU II : NOMBRE ANNUEL DE STATIONS PAR ALTERNATIVE DE RESEAUX

Réseaux	Nombre de stations par an		
	Lagune - eau	Océan - eau	Sédiment(1)
A et A'	48	36	16
B et B'	60	48	17
C et C'	156	48	25
D et D'	276	204	37

(1) arrondi à l'unité supérieure.

2 - METHODOLOGIE GENERALE DU RESEAU

2.1 - Organisation générale du RNOCI

Sans préjuger ici des décisions qui seront prises par les autorités de tutelle, nous faisons quelques propositions sur l'organisation générale du réseau.

Le Ministère de l'Environnement sera probablement le maître d'ouvrage et le principal acteur du RNOCI. Dans ce cas, il aura en son sein la direction technique du RNO. Les orientations générales seront fixées par le cabinet du Ministre qui répercutera les instructions gouvernementales en tenant compte de contraintes et données externes : groupes de pression, avis d'experts, etc... Cet aspect du problème sort du cadre purement technique à l'intérieur duquel nous tenons à maintenir notre rapport.

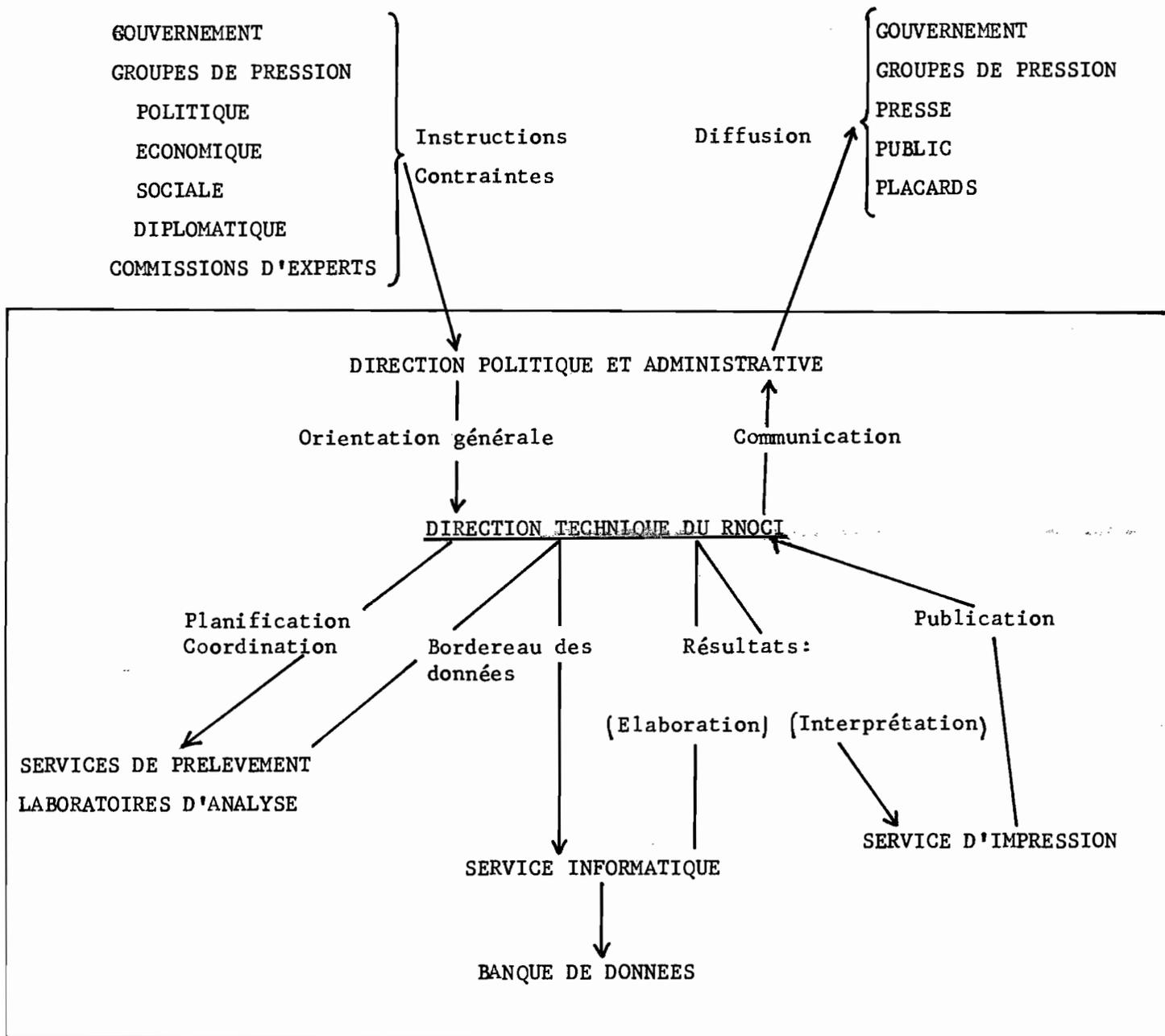
Au niveau technique, le RNO sera animé par une direction (ou une équipe de direction, ou une coordination, peu importe le terme, attachons nous à la fonction).

Un organigramme schématique du RNOCI est proposé sur la figure qui suit. Il indique un circuit logique des informations entre les différents partenaires.

2.2 - Rôle de l'équipe de direction

Dans sa phase de démarrage, l'équipe de direction planifie le réseau. Il lui incombe :

- le choix du réseau : stations, fréquences...
- le choix des paramètres et des supports,
- le choix des partenaires techniques : laboratoires,...
- le choix des méthodes et techniques
- la préparation du budget et les demandes financières...



PROPOSITION D'ORGANIGRAMME DE FONCTIONNEMENT DU RNOCI.

Dans sa phase d'exécution, l'équipe de direction assure la coordination des acteurs,

- en leur communiquant ses instructions : normes, prélèvements, présentation des données,
- en assurant la liaison entre acteurs,
- en organisant les exercices d'intercalibration,
- en organisant des réunions de concertation et d'information,
- en organisant la formation complémentaire ou continue...

Elle organise le traitement des données :

- en réceptionnant les bordereaux de données des différents laboratoires,
- en communiquant les bordereaux de données brutes au service informatique dont elle assure l'animation et qui en réalise une édition brute,
- en retournant l'édition brute aux laboratoires d'origine qui la vérifient et la corrigent éventuellement,
- en assurant l'édition des données corrigées,
- en interprétant les données avec l'aide des scientifiques des laboratoires d'analyse et (ou) de laboratoires extérieurs,
- en rédigeant les rapports de synthèse et d'études particulières.

Elle organise l'édition et l'information de l'utilisateur :

- par la diffusion des recueils de données brutes mensuels auprès des laboratoires participants,
- par l'archivage des données brutes dans une banque de données dont elle assure la pérennité,
- par l'édition de recueils de données et statistiques annuels ou pluriannuels destinés à une large diffusion : ministères, préfectures, mairies, services publics, services maritimes, établissements classés...
- par l'édition de recueils de synthèse et d'interprétation pluriannuels également destinés à une large diffusion
- par l'édition d'études sur demandes ponctuelles (services publics, industriels, aménageurs, enseignement, grand public...)

- par l'édition d'une plaquette de présentation et sensibilisation destinée aux principaux interlocuteurs et visiteurs du Ministère.

NB: Nous omettons ici volontairement les relations verticales entre la Direction technique du RNOCI et sa tutelle politique, financière et administrative.

2.3 - Les services de prélèvements

Pour des raisons d'efficacité et de fiabilité, il serait judicieux que tous les prélèvements et toutes les mesures "in situ" d'une zone géographique soient assurés par un seul service (service de prélèvement) placé sous la responsabilité scientifique d'un seul laboratoire.

Exemple : prélèvements et mesures en lagune Ebrié effectués par une vedette du port autonome d'Abidjan, par des techniciens du GRO, placés sous la responsabilité d'un chercheur du GRO.

Le service de prélèvement distribuera ensuite les échantillons et feuilles de mesures "in situ" aux laboratoires d'analyses concernés.

Le nombre de service de prélèvement devra être limité. Il faudra choisir, en accordant la priorité à ceux qui possèdent les embarcations les plus adaptées au prélèvements et mesures, entre :

- pour la lagune : CRO, Port autonome d'Abidjan, DCA, DPML...

A noter qu'à partir de l'alternative B de réseau, il faudra une embarcation basée à San Pedro.

- pour la mer : CRO, Port autonome d'Abidjan, Marine nationale, DPML, Service des douanes, Port de San Pedro...

Nous souhaitons en fait que, lorsque c'est possible, le service de prélèvement soit rattaché à un laboratoire.

2.4 - Les laboratoires d'analyse

Les laboratoires d'analyse concernés et compétents sont dans un premier temps en nombre limité et presque exclusivement basés à Abidjan (cf. rubrique II). Il s'agit des laboratoires :

- du ministère de l'Environnement,
- du CRO,
- de la SIR,
- de la SODEMI,

et éventuellement :

- de nutrition de l'INSP
- du Ministère de la Production Animale à Khorogo.

A l'avenir, deux options se présentent au Ministère de l'Environnement. (cf. rubrique VI)

- 1 - Développer son propre service d'analyse afin qu'il couvre l'ensemble des demandes du RNO. Il pourra alors aussi servir de laboratoire d'analyse et de contrôle pour d'autres administrations.
- 2 - S'appuyer sur des laboratoires extérieurs avec lesquels il passerait des contrats de prestation de service.

En ce qui concerne les coûts, la solution la plus économique dépend des tarifs appliqués par les laboratoires extérieurs. Nous fournissons deux exemples ci-dessous :

- Hydrocarbures totaux dans les sédiments pour un échantillon :
 - SIR 24.000 CFA
 - Coût réaliste : (personnel + fonctionnement + amortissement)
9.000 CFA
- Métaux lourds dans les sédiments pour un échantillon :
 - SODEMI 25.000 CFA
 - Coût réaliste (personnel + fonctionnement + amortissement)
70.000 CFA

Il est bien évident que, dans le premier cas, le Ministère de l'Environnement a intérêt à s'équiper, pas dans le second.

En dehors de question de coûts, le choix entre ces deux options fait intervenir des considérations politiques que nous n'avons pas à aborder.

Quelle que soit l'option choisie, la fiabilité des résultats d'analyse devra périodiquement être contrôlée par un deuxième laboratoire compétent en Côte d'Ivoire ou mieux à notre avis, par un réseau d'intercalibration et contrôle croisé international.

2.5. Le service informatique

La manipulation du nombre de données très important en provenance des laboratoires nécessitera rapidement, disons après un an de fonctionnement, l'aide de l'ordinateur. Le service informatique facilitera en outre l'édition des résultats.

Le service informatique aura à :

- traiter les bordereaux de données brutes non corrigées et à les éditer,
- réaliser une édition des données brutes corrigées,
- assurer le traitement des données sous forme de corrélation, histogrammes, analyses statistiques, graphiques, cartes, analyses de tendance, etc...
- alimenter la banque de données.

Rappelons ici la conclusion de M. MENEZO (rubrique IV, annexe 2) ;

La chaîne de traitement informatique des données du RNO français ne peut être transférée directement à Abidjan. La réécriture d'une chaîne adaptée au contexte ivoirien est indispensable et nécessitera le travail de 3 à 4 mois d'un informaticien.

Si le Ministère de l'Environnement ne s'équipe pas en informatique, il devra faire appel à des services extérieurs. Pour l'instant, il existe plusieurs possibilités (cf. Rubrique II; page 11 et rubrique VI), dont la plus

avantageuse financièrement est l'utilisation d'un ordinateur de la Direction Centrale de l'Assainissement et du Drainage du Ministère des Travaux Publics.

2.6 - Le service d'impression

Plusieurs imprimeries d'Abidjan sont susceptibles d'effectuer ce travail, avec lesquelles la Direction du RNO pourra passer un contrat de prestations de service.

Le service aura à assurer l'impression :

- des publications régulières et officielles
 - recueil de données et statistiques annuelles (multigraphie)
 - rapports de synthèse et d'interprétation pluriannuels
- des rapports d'études occasionnels et ponctuels
- de la plaquette de présentation et de sensibilisation (belle présentation, couleur, photos...)

3 - ESTIMATION DES COUTS DE FONCTIONNEMENT

Nous fournissons d'abord une estimation des frais de fonctionnement et de services imputables aux analyses, aux intercalibrations, à l'immobilisation des navires, aux déplacements automobiles, au traitement informatique et à l'édition des résultats (§ 3.1 à 3.8). Ces frais varient bien entendu avec la taille et la densité du réseau adopté. La récapitulation de ces frais variables est faite au § 3.10. Ils correspondent au cas immédiatement applicable ou le Ministère fait appel à des services extérieurs pour les opérations pour lesquelles il ne possède pas le matériel et (ou) les compétences (cas I de la rubrique VI). En cas d'acquisition de matériel et de compétences, certaines opérations ici déléguées seront effectuées par les services du Ministère et les coûts de fonctionnement diminueront.

3.1 - Coût des analyses et mesures

Nous fournissons ici des éléments de coût réalistes des mesures et analyses, compte tenu des tarifs appliqués en France, des estimations du CRO et du Ministère de l'Environnement ivoirien et des devis ou factures fournis par certains laboratoires ivoiriens (cf. rubrique II et tableau III ci-dessous).

Ces coûts n'incluent que les frais de fonctionnement et d'amortissement du matériel pour les analyses effectuées au Ministère de l'Environnement, maître d'ouvrage du RNO (estimations par les responsables du laboratoire de ce Ministère) ; ils incluent en outre les frais de personnel et éventuellement le bénéfice pour les laboratoires extérieurs à celui du Ministère. Ils sont donc susceptibles de baisser en cas d'acquisition de matériel et d'une augmentation de compétence au sein dudit Ministère. Notons cependant que les facturations de certains laboratoires extérieurs sont très raisonnables (cf. rubrique II, page II,12).

TABLEAU III: ESTIMATION DETAILLEE DES COÛTS D'ANALYSE

Paramètres	Laborat.*	Coût FCFA	Coût RNO Français en F.F. 1983
<u>EAU</u>			
Température, Ph, salinité (salinomètre optique), oxygène, pH, DBO, NO2, NO3 turbidité,	Env.	5.500	138 (sans DBO)
M.E.S.....	Env.	1.000	36
Salinité (par induction).....	CRO	1.500	22
Chlorophylle "a" et phéopigments.....	CRO	4.000	57
PO4, NH4	CRO	5.000	57
C. O. P.....	CRO	5.000	64
Si - SO4	CRO	5.000	
Sulfures.....	CRO	2.500	
Profil vertical (sonde temp., sal., éventuellement O2).....	CRO	5.000	
Coliformes et streptocoques totaux et fécaux.....	Env.	8.000	140(***)
Cl. Perfringens.....	Env.	4.000	70(***)
<u>SEDIMENTS</u>			
C.O.T.....	CRO	5.000	64
Hydrocarbures totaux.....	SIR	24.000	86
Métaux (sauf Hg et As).....	SODEMI	15.000)
Hg et As.....	SODEMI**	10.000)687
Granulométrie sommaire.....	SODEMI	2.500	33
Pesticides et PCB.....	Env.**	30.000	428

* Laboratoire ayant fourni l'estimation, soit qu'il effectue l'analyse, soit qu'il prévoit de l'effectuer à court terme.

** Laboratoire non encore compétent, nécessite un investissement particulier

*** Laboratoire cantonal de Genève.

3.2 - Coût des analyses et mesures par stations

Compte tenu des éléments des paragraphes 1.6.5 et 3.1, le coût des analyses et mesures d'une station est estimé ci-dessous :

Réseaux A, B, C, D, stations lagune - eau.....	CFA	22.500
Réseaux A, B, C, D, stations océan - eau.....	CFA	24.000
Réseaux A', B', C', D', stations lagune - eau (2 niveaux).	CFA	73.000
Réseaux A', B', C', D', stations océan - eau (2 niveaux)..	CFA	71.000
Tous réseaux, stations sédiments.....	CFA	86.500

3.3 - Coût des analyses pour chaque alternative de réseaux

Compte tenu du coût des analyses par type de station estimé au § 3.2 et des alternatives de réseaux proposées au chapitre 1, nous sommes en mesure d'évaluer le coût des analyses pour chaque alternative de réseau (tableau IV).

Rappelons pour le lecteur qui n'aurait fait que survoler les paragraphes précédents, que si le nombre de stations de réseaux A', B', C', D' est le même que celui des réseaux A, B, C et D, leur contenu et donc leur coût est différent. Rappelons lui aussi que chaque station sédiment n'est visitée que tous les deux ans.

TABLEAU IV - COUT DES ANALYSES ET MESURES POUR CHAQUE ALTERNATIVE DE RESEAU

Réseaux	Nombre de stations/an			Coût/an
	lagune-eau	océan-eau	sédiment*	
A	48	36	16	3.328.000
A'	48	36	16	7.444.000
B	60	48	17	3.972.500
B'	60	48	17	9.258.500
C	156	48	25	6.824.500
C'	156	48	25	16.958.500
D	276	204	37	14.306.500
D'	276	204	37	37.832.500

* arrondi à l'unité supérieure.

3.4 - Coût présumé des moyens navigants pour chaque alternative de réseau

Le temps d'immobilisation des navires pour chaque point d'appui des campagnes eau est estimé tableau V. Pour les stations sédiments effectuées simultanément aux stations d'eau, la durée d'immobilisation est identique. Notons simplement que les stations sédiment en lagune Ebrié sont plus nombreuses que les stations eau à partir de l'alternative de réseau C.

Compte tenu des coûts des immobilisations des moyens navigants estimés rubrique II, page 12 (CFA 200.000/jour pour les vedettes mer et lagune, CFA 80.000 pour une embarcation légère), compte tenu des durées de visite des points d'appui portés au tableau V, nous sommes en mesure de fournir les durées des campagnes des différentes alternatives de réseau, ainsi que le coût des moyens navigants (tableau VI).

3.5 - Frais d'intercalibration

L'expédition d'eau pour analyse sur de grandes distances est délicate mais possible. Les intercalibrations et contrôles croisés sur l'eau se feront donc de préférence entre laboratoires ivoiriens. Il pourra être nécessaire d'effectuer des expéditions d'eau à l'étranger (en France par exemple) lorsque le RNOCI procédera à des analyses de micropolluants dans l'eau.

Pour les sédiments, des intercalibrations avec la France seront nécessaires dès la première année (1).

Frais afférants pour 3 échantillons/an et l'analyse des pesticides organochlorés et PCB, des hydrocarbures totaux, des métaux lourds et du carbone organique total.

• Analyse.....	F CFA/an	200.000
• Expédition fret avion Abidjan/Brest	F CFA/an	15.000
TOTAL.....	F CFA/an	215.000

(1) intercalibration en cours à la faveur de l'opération-test (cf. rubrique VII)

TABLEAU V : TEMPS D'IMMOBILISATION DE NAVIRES POUR CHAQUE
POINT D'APPUI EN JOURS

Point d'appui	Vedette mer	Vedette lagune	Embarcation légère
I			0,5
II	1		
III			0,5(1)
IV		2	
V		1 (2)	
VI		2 (3)	
VII	2		
VIII)		
X)		
XI) 4		
XII)		
IX		2 (4)	

- (1) légère, mais pouvant effectuer la station 9 en mer sauf en cas d'alternatives de réseau D et D', où cette station sera effectuée par la vedette mer
- (2) plus hors-bord remorqué pour la station 16
- (3) si à la suite du point d'appui V
- (4) si à la suite du point d'appui IV

**TABLEAU VI : TEMPS D'IMMOBILISATION ET COUT DES MOYENS NAVIGANTS
PAR CAMPAGNE.**

Réseaux	Campagne	Immobilisation en jours			Coût/campagne FCFA
		Vedette mer	Vedette lagune	Embarc. légère	
A et A'	eau	1		0,5	240.000
A et A'	eau + sédiments	1		0,5	240.000
B et B'	eau	1		1 (1)	280.000
B et B'	eau + sédiments	1		1	280.000
C et C'	eau	1	3	1	880.000
C et C'	eau + sédiments	1	4	1	1.080.000
D et D'	eau	7	7	1	2.880.000
D et D'	eau + sédiments	7	8	1	3.080.000

(1) une embarcation légère à San Pedro, susceptible d'effectuer la station marine n° 9

On constate que les temps et donc les frais d'immobilisation des moyens navigants sont importants pour les réseaux D et D', il serait opportun de disposer d'une vedette mer basée à San Pedro pour les points d'appui III, VIII, X et XI.

Il résulte du tableau précédent et du nombre de campagne par an, le coût des moyens navigants annuels pour chaque type de réseau (1) :

• A et A'	2.880.000
• B et B'	3.360.000
• C et C'	10.660.000
• D et D'	34.660.000

(1) Rappelons que les stations sédiment sont visitées tous les 2 ans.

3.6 - Coût des déplacements automobiles

Nous n'estimons ici que les déplacements liés à l'exécution technique du RNO, à l'exclusion donc des déplacements privés ou semi-privés (jonction domicile - travail) du personnel. Le kilométrage parcouru sera bien entendu dépendant de la taille du réseau. Pour toutes les alternatives, il comprend les jonctions Ministère - Laboratoires, Ministère - service informatique, Ministère - service d'édition, Ministère - autres administrations, laboratoires - ports... A partir de l'alternative B, il inclut un trajet mensuel San Pedro - Abidjan et retour. Pour les alternatives C et C', nous envisageons en outre un parcours mensuel vers les extrémités de la lagune Ebrié.

Les véhicules nécessaires sont du type 4 - 5 CV pour les trajets à l'intérieur d'Abidjan, 7 - 8 CV pour les trajets routiers hors la capitale, fourgon 1200 à 1800 kg de charge utile pour certains transports de matériel entre les laboratoires et les ports.

La consommation, l'assurance, l'entretien et l'amortissement des véhicules ramenés au kilomètre parcouru est estimé à 63,90 et 126 FCFA respectivement pour la 4 - 5 CV, 7 - 8 CV et le fourgon.

Les kilométrages estimés nécessaires pour chaque alternative de réseau ainsi que les frais annuels qui en résultent sont présentés tableau VII.

TABLEAU VII : KILOMETRAGE ET COUT ANNUEL DES DEPLACEMENTS AUTOMOBILES

Réseaux	Kilométrage annuel			Coût annuel
	4 - 5 CV	7 - 8 CV	Fourgon	
A et A'	12.000		2.400	1.058.400
B et B'	12.000	14.400	2.400	2.354.400
C et C'	12.000	19.200	2.400	2.786.400
D et D'	12.000	31.200	2.400	3.886.400

3.7 - Frais informatiques

L'ordinateur THOMSON de la Direction Centrale de l'Assainissement et du Drainage du Ministère des Travaux Publics convient et ses frais d'utilisation sont raisonnables.

L'estimation des frais annuels faite par le Ministère de l'Environnement est la suivante :

- fournitures, participation à la maintenance de l'ordinateur.....	FCFA	1.200.000/an
- location d'une ligne téléphonique pour le terminal.....	FCFA	2.400.000/an
- amortissement d'un terminal et d'une imprimante.....	FCFA	600.000/an
		<hr/>
Financement total annuel.....	FCFA	4.200.000

Nous avons supposé ces frais fixes quelle que soit la taille du réseau. Ils sont en fait variables mais bien moins que proportionnels.

3.8 - Frais d'impression

Compte tenu des éditions nécessaires formulées au § 2 et des estimations de coût d'impression faites à la rubrique II, pages 12 et 13, les frais d'impression annuels peuvent se présenter comme suit :

	<u>FCFA/an</u>
- édition mensuelle des données brutes 20 exemplaires/mois - sortie d'ordinateur	0
- édition annuelle des données et analyses statistiques 50 à 100 pages multigraphiées, 200 exemplaires.....	200 à 400.000
- édition de synthèse 200 pages tous les 5ans, 200 exemplaires.....	400.000
- plaquette publicitaire 2000 exemplaires - 20 pages tous les 5 ans.....	700.000
	<hr/>
TOTAL ANNUEL.....	1.300.000 à 1.500.000

Ces frais augmentent très peu avec la taille du réseau.

3.9 - Frais des campagnes hydrocarbures et macrodéchets sur le littoral

La surveillance régulière de la pollution par les hydrocarbures et macrodéchets sur le littoral océanique constituerait une première mondiale. Elle servirait, entre autres, d'argument à la Côte d'Ivoire pour faire adopter et appliquer une réglementation internationale concernant le dégazage des navires pétroliers en mer.

La méthodologie de cette surveillance est esquissée rubrique V, chapitre 7. Des conseils et précisions supplémentaires pourront être utilement obtenus auprès de G. BODENNEC au COB à Brest (France).

Nous estimons qu'une campagne sur l'ensemble du littoral tous les cinq ans serait suffisante.

Les coûts d'une telle campagne sont délicats à estimer. Ils devront être précisés sur place avec l'aide des acteurs et en fonction de l'expérience acquise lors d'une campagne-test.

Il faut prévoir :

- une prospection aérienne de l'ensemble du littoral.

Selon les informations obtenues à l'Institut Géographique National français, pourrait convenir une couverture stéréoscopique photo noir et blanc, format 24 x 24 cm au 1/10.000°.

Tous ces paramètres sont à préciser avec l'aide de l'Institut Géographique de Côte d'Ivoire qui possède l'avion, le matériel et la compétence nécessaire. (1)

En France, une estimation grossière du coût d'une prospection semblable est de FF 300./km linéaire du littoral.

Soit pour l'ensemble du littoral ivoirien : environ FCFA 9.000.000.

(1) Voir aussi : ... ALTAIR REMOTE SENSING S.A., Avenue de Budé -
13 - Genève - Suisse.

Cette estimation nous paraît excessive dans la mesure où les charges principales d'une telle opération sont: 1°) la location d'un avion 4 places = 30.000 FCFA/heure à Abidjan. Au maximum 12 heures de vol donc 360.000 FCFA. 2°) la photographie : en France, prix de revient d'un cliché 6X6 agrandi 24X24 en noir et blanc = 30 FF; en Côte d'Ivoire \simeq 3.000 FCFA; 600 clichés maximum (tout le littoral en double) soit 1.800.000 FCFA. Soit pour les 2 rubriques 2.160.000 FCFA. Les frais de personnel (pilote et photographe) et de location du matériel photo ne peuvent justifier la différence de près de 7.000.000 de FCFA. Nous estimerons donc au pire le coût d'une telle campagne à 4.500.000 FCFA.

- l'échantillonnage de 50 bandes de plage, soit très approximativement 3 semaines de travail pour un technicien et 2 ou 3 manoeuvres du Ministère de l'Environnement, 3 semaines de location d'un véhicule tout terrain et de son chauffeur et 1800 kilomètres de parcours.

Location du véhicule et consommation estimées à : 1.500.000 FCFA T.T. se décomposant ainsi : 19 jours de location + chauffeur = 800.000 ; surcoût pour 1.800 kilomètres = 590.000; consommation essence (20 l/100 Km) 110.000.

- l'analyse des hydrocarbures totaux de 50 échantillons :
soit environ 1.200.000 FCFA.

Soit pour les 3 rubriques (prospection aérienne + échantillonnage + analyse) environ : 7.200.000 FCFA par campagne et 1.440.000 FCFA/an si une campagne a lieu tous les 5 ans, non compris les salaires et frais de mission du personnel.

3.10 - Frais de fonctionnement total

Les frais de fonctionnement de chaque alternative de réseau dont le calcul est détaillé aux paragraphes précédents sont récapitulés au tableau VIII.

Les frais généraux sont supposés financer les frais du service de direction ainsi que les imprévus.

A ces frais, il faut ajouter, ou ne pas ajouter, selon les options du Ministère 1.440.000 FCFA/an pour la campagne hydrocarbures et macro-déchets.

TABLEAU VIII - FRAIS DE FONCTIONNEMENT ANNUEL DES DIFFERENTES ALTERNATIVES DE RESEAUX (hors salaires du personnel du Ministère et charges sociales) en FCFA (1) et (2)

Réseaux	Analyses	Intercalibration	Navires	Véhicules routiers	Informatique	Edition	Frais gén. (+ 10 %)	TOTAL
A	3.328.000	215.000	2.880.000	1.058.400	4.200.000	1.300.000	1.298.000	14.279.000
A'	7.444.000	215.000	2.880.000	1.058.400	4.200.000	1.350.000	1.714.600	18.861.000
B	3.972.500	215.000	3.360.000	2.354.400	4.200.000	1.300.000	1.540.200	16.942.000
B'	9.258.500	215.000	3.360.000	2.354.400	4.200.000	1.350.000	2.073.700	22.811.000
C	6.824.500	215.000	10.660.000	2.786.400	4.200.000	1.350.000	2.603.600	28.640.000
C'	16.958.500	215.000	10.660.000	2.786.400	4.200.000	1.400.000	3.622.000	39.842.000
D	14.306.500	215.000	34.660.000	3.886.400	4.200.000	1.400.000	5.866.700	64.534.000
D'	37.832.500	215.000	34.660.000	3.886.400	4.200.000	1.500.000	8.419.400	90.713.000

(1) A ces frais, ajouter éventuellement 1.440.000 F pour les campagnes hydrocarbures et macrodéchets sur le littoral océanique.

(2) Pour les investissements, voir rubrique VI tableau I, p. 14.

4 - ELEMENTS DE CHOIX ENTRE LES DIFFERENTES ALTERNATIVES

4.1 - Choix de réseaux

Huit alternatives de réseaux ont été présentées. Les maîtres d'oeuvre du futur RNOCI pourront en construire des différents basés sur d'autres priorités et hypothèses que celles que nous avons considérées.

En ce qui concerne nos propositions, toutes les solutions intermédiaires sont envisageables. A coût équivalent, nous conseillons de choisir un réseau à nombre de stations maximum, donc intensité des mesures minimum. plutôt qu'un réseau de type à nombre de stations inférieur mais intensité des mesures (nombre de paramètres, nombre de niveaux) supérieure.

En effet, sauf exception à déterminer station par station avec des scientifiques ayant une bonne connaissance des milieux aquatiques ivoiriens, l'information supplémentaire retirée d'une intensification des mesures en une station (plus de paramètres eau, 2 niveaux) est moins importante et moins "spectaculaire" que celle retirée d'un plus grand nombre de stations avec moins de mesures (paramètres eau bien choisis, surface seulement, cf. § 1.6.5).

4.2 - Eléments de choix entre l'appel maximum à des services extérieurs et l'autonomie maximum du RNOCI au sein du Ministère de l'Environnement.

Nous avons proposé à la rubrique VI, deux cas extrêmes selon une autonomie minimale (cas I) et maximale (cas II) du RNOCI au sein du Ministère. Nous avons signalé que le choix entre ces deux options ou celui d'une option intermédiaire était fonction de critères politiques, diplomatiques, administratifs pour lesquels nous n'avons pas compétence.

Il fait aussi intervenir des critères techniques.

Lorsque les compétences et (ou) l'équipement n'existent pas au sein du Ministère pour certaines opérations, nous pensons que le RNOCI doit faire appel aux compétences et aux équipements extérieurs lorsqu'ils existent. Ceci afin de "polariser" les disponibilités du Ministère à l'acquisition des autres

compétences et équipements qui eux sont inaccessibles ou sont difficilement accessibles (par les coûts ou les délais) à l'extérieur. Les rubriques III et IV doivent aider les responsables du RNOCI dans ce choix.

Le choix fait aussi intervenir des critères économiques.

Nous ne donnons ici qu'un seul exemple concernant le service d'analyses et de mesures.

Dans le cas I de la rubrique VI, le laboratoire du Ministère n'effectue avec son personnel d'encadrement actuel et moyennant un investissement de 4,8 millions de F CFA qu'une partie des analyses (cf. rubrique VI, chapitre 2). Dans l'option 2, il effectue toutes les analyses; pour cela il doit acquérir 120 millions de F CFA de matériel supplémentaire, recruter et former 3 ingénieurs ou techniciens supérieurs (cf. rubrique VI, chapitre 3). La durée d'amortissement du matériel scientifique en climat tropical étant calculée sur 6 ans (obsolescence totale en 6 ans) et le prix de revient annuel d'un ingénieur ou technicien supérieur ivoirien évalué à 3 millions de F CFA, le surcoût du laboratoire d'analyse du Ministère dans le cas II, par rapport au cas I est de 29 millions de FCFA/an. Ce surcoût est largement sous-estimé puisqu'il n'inclut pas les prix de revient du personnel d'exécution ni les frais de fonctionnement (produits, fluides,...) supplémentaires nécessaires. Et déjà, il excède la facturation de toutes les analyses par des laboratoires extérieurs dans le cas I, même pour l'alternative de réseau la plus intensive prévue : D'.

Du seul point de vue économique, la rentabilité du cas II, par rapport au cas I n'est donc pas évidente.

Un calcul semblable doit être effectué pour tous les services du futur RNOCI, en tenant compte des frais de renouvellement du matériel (usuellement considéré comme totalement obsolète en climat tropical en 6 ans pour le matériel d'analyse et de mesure, 15 ans pour les vedettes mer et lagune, 5 ans pour les embarcations légères, 5 ans pour les véhicules routiers, 4 ans pour le matériel informatique) d'une part, des salaires et charges socia-

les, des frais de formation, et des frais de fonctionnement supplémentaires. La quasitotalité des données nécessaires à ce calcul figurent dans ce rapport.

Les autres peuvent facilement être obtenues par les responsables du Ministère. Elles sont difficilement accessibles pour nous : les salaires et charges sociales sont trop dépendants des niveaux et du type de contrat du personnel recruté, les frais de fonctionnement des différents services (fuel, essence, produits chimiques, eau, électricité, amortissement des locaux, etc..) sont trop dépendants des conditions du marché local et des options choisies, pour être estimés avec une marge d'erreur raisonnable.