

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 VI

ACQUISITION DE MATERIEL  
ET COMPETENCE COMPLEMENTAIRES

par

J.M. CHANTRAINE\* et Ph. DUFOUR\*\*

\* Chercheur ORSTOM - Centre de Recherches Océanographiques  
B.P. V 18 - Abidjan - Côte d'Ivoire

\*\* Chercheur ORSTOM - Institut de Limnologie  
Avenue de Corzent - 74203 THONON - France

## 1. INTRODUCTION

## 2. CAS I : APPEL MAXIMUM A DES LABORATOIRES ET SERVICES EXTERIEURS

2.1 Les analyses et mesures

2.2 Les services de navigation et prélèvements

2.3 Les transports routiers

2.4 Le service informatique

2.5 Le service d'édition

## 3. CAS II : AUTONOMIE MAXIMUM DU RNOCI AU SEIN DU MINISTERE

3.1 Les analyses et mesures

3.2 Les services de navigation et prélèvements

3.3 Les transports routiers

3.4 Le service informatique

3.5 Le service d'édition

## 4. COUTS EN FORMATION ET MATERIEL COMPLEMENTAIRE DES CAS ENVISAGES

## 1. - INTRODUCTION

Au cours de la rubrique II, nous avons dressé l'inventaire des potentialités matérielles et humaines qui, existant en Côte d'Ivoire, peuvent être mises à la disposition du RNOCI.

Dans la rubrique présente, nous considérons les investissements en matériel et les acquisitions de compétences complémentaires, nécessaires à la mise en oeuvre des différentes alternatives de réseau qui seront proposées à la rubrique VIII, chapitre 1 (8 alternatives intitulées A, A', B, B', C, C', D, D').

~~Les frais de fonctionnement imputables à ces huit alternatives~~ seront estimés dans la rubrique VIII, chapitre 3.

La formation de base ainsi que les salaires du personnel du Ministère de l'Environnement sortent du cadre de ce rapport.

En ce qui concerne les investissements et formations complémentaires, il convient de distinguer 5 domaines :

- les services d'analyses et mesures
- les services de navigation et de prélèvements
- les transports terrestres
- le service informatique
- le service d'édition.

Le rôle de chacun de ces services est développé à la rubrique VIII, chapitre 2.

Nous ne considérons pas ici le service de direction qui a bien entendu à être équipé en matériel et moyens courants de secrétariat, de communication, d'information et de reproduction et dont le personnel doit acquérir la compétence nécessaire au pilotage du RNOCI.

Dans chacun des 5 domaines ci-dessus cités, deux cas sont considérés, soit le Ministère de l'Environnement, maître d'ouvrage présumé du RNOCI, s'as-

sure le concours maximum de laboratoires et services extérieurs existant en Côte d'Ivoire ou ailleurs (cas I), soit il assure au maximum l'exécution du RNOCI (cas II).

## 2. - CAS I - APPEL MAXIMUM A DES LABORATOIRES ET SERVICES EXTERIEURS

### 2.1 - Les analyses et mesures

Même s'il est possible dès à présent de lancer le RNOCI sur une orbite de démarrage par une surveillance minimum comprenant surtout des paramètres hydrobiologiques et bactériologiques, il faut envisager en urgence le suivi des micropolluants métalliques et minéraux, éléments essentiels du réseau.

Or ces indicateurs de pollution, qu'ils soient recherchés dans l'eau, la matière vivante ou le sédiment, exigent de par leur faible concentration dans ces substrats et à des degrés différents des efforts méthodologiques considérables et un matériel hautement performant. En effet, nous savons que la matière vivante et plus encore le sédiment intègrent dans le temps le niveau de contamination de l'eau (par exemple, les organismes filtreurs sont connus pour concentrer certaines substances toxiques ; le sédiment se retrouve lui le réceptacle ultime de ces substances). Donc il apparaît que les teneurs des différents polluants sont dans un ordre croissant quand on suit la filière eau → matière vivante → sédiment. Une conséquence directe est que si l'analyse d'un sédiment révèle que tel ou tel polluant en est absent, il n'y aura pas lieu d'en faire la recherche dans les étages supérieurs (matière vivante et surtout eau). Pour cette raison, nous n'envisageons pas l'analyse des hydrocarbures, des micropolluants organiques et minéraux dans la matière vivante et dans l'eau au cours de la première étape de réalisation du RNOCI.

Moyennant cette hypothèse, peu de paramètres posent des problèmes.

#### . Le matériel et les compétences

Pour le C.O.P. à analyser aussi bien dans l'eau que dans le sédiment, les compétences existent au GRO. Le matériel existe aussi (CHN), mais est en panne. Le passage d'un contrat de prestations de service entre le Ministère de

l'Environnement et le CRO pour cette analyse (pour un montant de 80.000 à 4.985.000 FCFA/an selon l'alternative retenue) devrait être suffisamment motivant pour induire sa réparation.

Les analyses bactériologiques peuvent d'ores et déjà être réalisées au laboratoire du Ministère de l'Environnement, ainsi que le prouveront les résultats de l'opération-test. Ce laboratoire a néanmoins demandé un équipement complémentaire pour les grandes séries. Il est nécessaire, à notre avis, à partir de l'alternative C (156 ou plus prélèvements/an).

Cet équipement complémentaire et son coût en FCFA rendu à Abidjan HT se décompose ainsi :

Un autoclave (1.320.000), un four Pasteur (360.000), un incubateur (500.000), un bain thermostaté (450.000), un stand de filtration à 5 postes (375.000), du petit matériel (610.000), un lot de milieux de cultures (1.200.000), soit au total 4.815.000 FCFA d'équipement.

Cet équipement indiqué en priorité n° 1 par le responsable du laboratoire de bactériologie du Ministère doit être (ou a déjà été) livré dès cette année sur les crédits de la coopération franco-ivoirienne.

En ce qui concerne les paramètres dans le sédiment (hydrocarbures et micropolluants minéraux et organiques), la S.I.R. (Société Ivoirienne de Raffinage) pour les hydrocarbures totaux, et la SODEMI (Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire) pour les métaux lourds, pourraient dès maintenant couvrir les besoins\*. Quant aux organochlorés, l'I.N.S.P. (Institut National de Santé Publique) pourra être opérationnel dans un délai d'un an environ. Ce laboratoire doit équiper son chromatographe en phase gazeuse d'un détecteur à capture d'électrons et acquérir du petit matériel complémentaire (colorants chromatographiques, gaz, solvants, absorbant "Florisil", verreries), le tout pour environ un million de francs CFA. Cela doit en outre lui laisser le temps nécessaire à la mise au point des méthodes et de leur contrôle (intercalibration).

\* Sous réserve de la validité des résultats de l'exercice d'intercalibration mentionné dans la rubrique VII : opération-test.

## 2.2 Les services de navigation et de prélèvements

### . Le matériel et les compétences

Ils existent à Abidjan, en dehors du Ministère, avec le matériel et le personnel compétent (cf. rubrique II). A partir de l'alternative de réseau B (cf. rubrique VIII, chapitre 1), il faudra prévoir une embarcation et son équipage basée à San Pedro. Nous n'avons pas d'information précise, mais nous supposons sans risque que des possibilités de location de service existent, basées dans ce port qui est le 2ème de la Côte d'Ivoire.

## 2.3 Les moyens de transport routier

### . Le matériel

En ce qui concerne les moyens routiers, il faut prévoir pour toutes les alternatives l'acquisition d'un véhicule 4 - 5 CV (2.500.000 FCFA) et à partir de l'alternative B, l'acquisition d'un véhicule break 7 - 8 CV (4.000.000 FCFA). Pour toutes les alternatives, l'utilisation d'un fourgon d'un service extérieur (laboratoire ou service de prélèvement) sera suffisant (faible kilométrage annuel pour le RNO, cf. rubrique VIII, chapitre 2).

## 2.4 Le service informatique

### . Le matériel

En ce qui concerne le matériel informatique, il existe aussi à Abidjan (cf. rubrique II). Le choix semble devoir se porter sur l'ordinateur THOMSON de la Direction Centrale de l'Assainissement et du Drainage du Ministère des Travaux Publics dont les frais d'utilisation sont raisonnables. Dans ce cas, il convient de prévoir l'achat d'une imprimante et d'un terminal pour environ 3.000.000 FCFA.

. Les compétences

En ce qui concerne les compétences informatiques, 2 étapes distinctes sont à considérer : l'écriture d'une chaîne de traitement adaptée au cas du RNOCI et le traitement de routine des données une fois le RNOCI en marche.

En ce qui concerne la première étape, 3 à 4 mois de travail d'un informaticien, de préférence après un stage au BNDO du COB en France, sont nécessaires (cf. annexe IV - 2).

En ce qui concerne la deuxième étape, le traitement de routine des seules données du RNOCI ne nécessite pas, à notre avis, l'emploi d'un informaticien à plein temps. Ou bien le Ministère de l'Environnement recrute un informaticien qui pourra être affecté à d'autres programmes que celui du RNOCI, ou bien un des membres de l'équipe de Direction est formé à l'informatique afin de superviser le traitement des données.

Pour ces deux étapes, plusieurs possibilités se présentent :

- a) affectation d'un VSN informaticien français au Ministère
- b) recrutement d'un informaticien par le Ministère
- c) utilisation des compétences informatiques éventuelles d'un membre de l'équipe de direction du RNOCI.

Dans les 3 cas, un stage de 1 à 5 mois selon le niveau de base du candidat doit être effectué au BNDO de Brest, Bureau de traitement des données du RNO français.

Dans les 3 cas aussi, une mission d'appui de 15 jours à 1 mois d'un informaticien du BNDO de Brest peut être prévue pour assister le chargé de l'informatique du RNOCI dans l'écriture de la chaîne de traitement ivoirienne sur le matériel d'Abidjan. Le personnel nécessaire au fonctionnement de ce service se décompose raisonnablement ainsi :

- un informaticien (ingénieur analyste ou autre formé à l'informatique, à temps partiel)
- un pupitreur.

2.5. Le service d'édition (ou plutôt d'impression)

En ce qui concerne les moyens d'impression, ils existent à Abidjan en dehors du Ministère (cf. rubrique II).

3 - CAS II : AUTONOMIE MAXIMUM DU RNOGI AU SEIN DU MINISTERE

3.1 - Les services d'analyse et de mesure

. Le matériel

Le Ministère devra dans ce cas acquérir tout le matériel nécessaire aux analyses envisagées. Sa liste en a été dressée par M. BROCHE, actuel responsable du laboratoire du-dit Ministère.

Les prix sont indiqués H.T., en Francs français, matériel rendu à Abidjan. L'ordre de priorité d'acquisition est établi par les auteurs de cette rubrique. Il correspond à un degré d'autonomie du laboratoire du Ministère. L'ensemble du matériel (priorités 1 + 2 + 3) est nécessaire dans le cas II (l'hypothèse d'autonomie maximum).

MATERIEL CHIMIE

Descriptif	Prix H.T. Abidjan FF.	Priorité RNO eau
2 colorimètres Technicon	124.000	3 (ou 2 ?)
Petit matériel Technicon	7.000	( 1 ( ( 3 (ou 2 ?)
Mesure DTO	71.000	( 3 ( 2
Spectrophotomètre	11.000	( 3 ( 1
1er oxymètre YSI	14.750	1
2ème oxymètre YSI	14.750	3

Rampe à N Kjeldahl	5.400	3
Four à moufle à usage général	7.800	(1 (3
Appareil de labo. pour le chauffage	25.000	2 ?
1 étuve universelle	6.500	1
2e étuve universelle	6.500	3
1 étuve pour le séchage de la verrerie	9.300	3
1 générateur d'eau bidistillée	20.000	(1 (2
2 stands manométriques pour la DBO	23.000	2
stand pour MES	9.800	(1
trousse d'analyse Hach	29.000	3
1e balance mécanique	17.000	1
2e balance mécanique	17.000	3
lot de verrerie de labo	15.000	1
	15.000	2 ou 3
petit matériel de labo	25.000	1
	25.000	2 ou 3
produits chimiques	23.000	1
	23.000	2 ou 3
spectrophotomètre d'absorption atomique	630.000	3
échantillonneur pour absorption atomique	42.000	2 ou 3
spectrophotomètre I.R.	160.000	2 ou 3
chromatographe en phase gazeuse	55.000	3 ou 2
lot matériel Technicon chimie A2	58.000	(3 ou 2
enregistreur universel de labo	10.000	3
évaporateur rotatif sous vide	11.200	(1

MATERIEL BACTERIOLOGIE

Autoclave	26.400	1
Four Pasteur	7.200	2
Incubateur bactériologique	10.000	1

1er bain thermostaté	2.250	1
2e bain thermostaté	2.250	3
Distributeur automatique de gélose	23.500	3
Microscope	45.000	3
Verrerie	23.000	1
	23.000	3 ou 2
Petit matériel	12.250	1
	12.250	3 ou 2
Lots de milieux de culture	24.000	1
Compteur de colonies	5.000	2
Goupillonneuse électrique	8.200	3
Stand de filtration 5 appareils	7.500	1
5 appareils	7.500	3

Dans cette liste, selon MM. MARTIN et MARCHAND, spécialistes de micropolluants organiques et minéraux au COB, le prix du spectrophotomètre à absorption atomique est surestimé, celui de la chromatographie en phase gazeuse sous-estimé. Nous conserverons ces estimations de coût pour situer l'ordre de grandeur des investissements nécessaires.

Il manque à la liste ci-dessus (au minimum) :

- 1 salinomètre optique	priorité 1
- un salinomètre à induction	" 2
- un fluorimètre	" 2
- un analyseur CHN	" 3
- une sonde in situ à température + salinité (+ oxygène)	" 3
- tout le matériel de prélèvement :	
(treuils, bouteilles à renversement, bennes à sédiment)	" 3
- tout le matériel météorologique	" 3

La totalité pour environ 35.000.000 FCFA.

Soit pour l'ensemble du matériel à acquérir afin d'atteindre l'autonomie maximale : environ 125.000.000 FCFA, prix H.T. rendus à Abidjan.

. Formation

Les analystes auront à prendre en charge les déterminations des micropolluants, ce qui nécessite une formation indispensable :

- \* Hydrocarbures et organochlorés : formation commune pour les techniques de spectrophotométrie infra-rouge et de chromatographie en phase gazeuse : (3 à 6 mois au COB à Brest).
- \* Métaux lourds : formation à l'absorption atomique, four au graphite, Mercury Monitor pour le mercure (3 à 6 mois au COB de Brest).

Ces stages de formation s'adressent à des ingénieurs, chercheurs ou techniciens supérieurs chimistes.

Toutes les autres techniques peuvent être acquises auprès des laboratoires de la place.

En ce qui concerne le personnel du laboratoire, l'optimum semble se situer ainsi :

- un ingénieur chimiste de haut niveau, capable de superviser et interpréter l'ensemble des mesures et analyses : chef de laboratoire.
- un ingénieur ou technicien supérieur chimiste responsable des analyses d'hydrocarbures et de micropolluants organiques.
- un ingénieur ou technicien supérieur chimiste responsable des analyses de micropolluants minéraux,
- un ingénieur ou pharmacien ou technicien supérieur bactériologiste responsable des analyses bactériologiques,
- un ingénieur ou technicien supérieur chimiste responsable des autres analyses, (qualité de l'eau, sels nutritifs, DBO, COP, chlorophylle...)

- quatre à cinq laborantins

Ce personnel, surtout en cas d'alternative du réseau A, A', B, B', C et C', pourrait disposer de suffisamment de temps pour se consacrer à d'autres tâches, analyses des eaux usées, contrôle de la qualité des produits, etc... (1)

### 3.2 - Les services de navigation et de prélèvements

En cas d'autonomie maximum, il faut prévoir :

#### - matériel

- une vedette mer 12,5 m de long, équipée navigation côtière (radar, sondeur)  
2 moteurs Diesel 90 CV, treuil hydrologique, 4 couchettes, sanitaire, coin cuisine, rendue Abidjan H.T., estimation par les chantiers COUACH à Arcachon  
env. FCFA 55.000.000
- une vedette lagune, 10 m de long, 2 moteurs Diesel de 90 CV,  
équipée 4 couchettes, sanitaire, coin cuisine, laboratoire,  
prix H.T., rendue Abidjan  
env. FCFA 38.000.000
- une coque polyester plate (genre Boston Wheeler)  
7 m, équipée moteur hors bord 50 CV pour mer et lagune,  
prix H.T. rendue Abidjan, estimation chantiers COQUETEAU,  
Château d'Oléron  
env. FCFA 4.000.000
- une coque ouverte polyester plate (genre Boston Wheeler)  
5 m, équipée moteur hors bord 40 CV pour navigation lagunaire  
prix H.T.  
env. FCFA 2.500.000

(1) Rappelons ici l'existence d'une note de J. BROCHE, en date du 16/6/83 sur les besoins en personnel du laboratoire de l'Environnement.

- personnel

En supposant que les campagnes mer et lagune ne sont pas simultanées, il faut prévoir le personnel suivant :

- un officier habilité à la navigation côtière sur les embarcations du type proposé,
- un pinassier (pour San Pedro)
- un homme d'équipage
- un mécanicien polyvalent Diesel-essence
- un manoeuvre

3.3 - Les transports routiers

Outre les véhicules 4 - 5 CV et 7 - 8 CV prévus au § 2.3, il faut prévoir l'achat d'un fourgon 1200 - 1800 kg de C.U. pour le transport du matériel de prélèvement entre les laboratoires et les ports, soit environ 6.000.000 FCFA et celui d'un deuxième véhicule 4 - 5 CV pour le laboratoire soit 2.500.000 FCFA.

3.4.- Le service informatique

La solution proposée au § 2.4 donne au Ministère une autonomie satisfaisante.

3.5 Le service d'édition

La publication mensuelle des données brutes est essentiellement composée à partir des sorties d'ordinateur. Pour les autres publications à fréquence annuelle ou pluriannuelle, il n'est pas réaliste que le RNOCI se dote d'un matériel d'impression. Le contenu du § 2.5 convient aussi au cas II.

4 - COUT EN FORMATION ET MATERIEL COMPLEMENTAIRES DES CAS EXTREMES ENVISAGES

Les coûts en matériel (investissements) et personnel (formation complémentaire à l'étranger seule) dans les deux cas envisagés ci-dessus, soit appel maximum aux services extérieurs (cas I) et autonomie maximale du RNOCI au sein du Ministère de l'Environnement (Cas II) sont présentés sur le tableau suivant :

TABLEAU I : Coûts en formation et matériel en millions de francs CFA

<u>Analyses et mesures</u>	<u>Cas I</u>	<u>Cas II</u>
Matériel	4,8	125
Formation (1)	0	4,1
<u>Navires et matériel de prélèvement</u>		
Matériel	0	99,5
<u>Transports routiers</u>		
Matériel	6,5	15
<u>Informatique</u>		
Matériel	3	3
Formation (1)	1,5	1,5
Mission d'appui	0,9	0,9
-----		
TOTAL	16,7	249

(1) Coût des missions en France pour la durée moyenne suggérée aux § 2.4 et 3.1 , voyage et frais de mission seuls.

Tous les cas intermédiaires peuvent bien entendu être envisagés. Le choix de la bonne solution fait intervenir :

- la connaissance des crédits disponibles
- la comparaison entre les coûts des prestations de service indiqués à la rubrique VIII, chapitre 3 et de l'amortissement du matériel acquis et de la formation dispensée
- la comparaison entre la qualité des services rendus
- des critères politiques et diplomatiques.