

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

MINISTERE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

# ARCHIVES SCIENTIFIQUES

Vol. VII, n°3, Décembre 1981

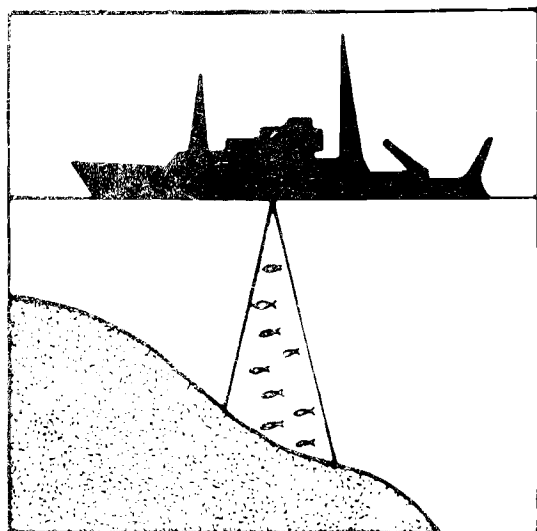
LAGUNE DE BIETRI

BATHYMETRIE, COURANTS

ET TAUX DE RENOUVELLEMENT DES EAUX

Par

Lionel LEMASSON, Jean PAGES et Philippe DUFOUR



NOTRE LAGUNE EN PERIL

L'ECOSYSTEME LAGUNAIRE EBRIE

BOULEVERSE PAR LES INTERVENTIONS HUMAINES

Par

Philippe DUFOUR

CENTRE DE RECHERCHES

OCEANOGRAPHIQUES

01 B.P. V 18 ABIDJAN 01



Dépôt légal : ED. IMP. 95683 du 28-9-1979

3<sup>e</sup> Trimestre 1982

LAGUNE DE BIETRI  
BATHYMETRIE, COURANTS ET TAUX DE RENOUVELLEMENT DES EAUX

---

par

Lionel LEMASSON<sup>1</sup>, Jean PAGES<sup>1</sup> et Philippe DUFOUR<sup>1</sup>

ORSTOM, Centre de Recherches Océanographiques  
B.P. V 18 - ABIDJAN (Côte d'Ivoire)

---

NOTE DE LA REDACTION

Nous tenons à préciser que depuis la récolte des données présentées dans cet article les conditions ont été profondément modifiées en baie de Biétri. D'importants prélèvements de sable y ont été opérés modifiant la bathymétrie et une communication à son extrémité a été ouverte avec la baie de Koumassi au travers de la digue de l'aéroport.

Néanmoins, l'intérêt de cette étude préliminaire demeure et nous pensons utile de la publier telle quelle.

R E S U M E

Les courants estimés en baie de Biétri (Courants de marée et courants dus au vent) ne dépassent pas  $10 \text{ cm.s}^{-1}$  pour l'ensemble de la lagune, et sont voisins de  $5 \text{ cm.s}^{-1}$  à l'extrémité orientale. Le taux de renouvellement moyen dans la partie centrale, estimé à partir des observations de salinité et de marée, est de  $0,20 \text{ j}^{-1}$  ; pour la partie orientale il est de  $0,14 \text{ j}^{-1}$ .

A B S T R A C T

An estimation of the currents in the Biétri bay is given (tidal currents and currents due to the wind). They are lower than  $10 \text{ cm.s}^{-1}$  in the whole lagoon, and near of  $5 \text{ cm.s}^{-1}$  in the eastern part. The measures of salinity and tidal observations give the average rate of water renewal, respectively  $0.20$  and  $0.14 \text{ d}^{-1}$  in the central and eastern areas.

---

<sup>1</sup> Adresse actuelle : Antenne ORSTOM, Station INRA Avenue de Corzent - 74203 THONON (France).

## INTRODUCTION

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus en 1976 et 1977 c'est à dire avant l'ouverture d'une communication entre l'extrémité est de la lagune de Biétri et la baie de Koumassi à travers la digue de Koumassi.

### 1 - BATHYMETRIE (Fig.1)

La bathymétrie a été effectuée au sondeur portatif à ultra-sons à partir d'un découpage en 30 radiales. On observe les profondeurs maximum dans d'étroites fosses creusées à l'occasion de dragages : la profondeur maximum atteint 14 m à l'extrémité orientale au voisinage de la digue de Koumassi, et 13 m dans la partie ouest.

### 2 - COURANTS

#### 2.1. METHODES

Les courants ont été mesurés en marée de vive eau, chaque série de mesures étant faite au cours d'un cycle de marée (flot et jusant), dans les parties extrême-orientale et occidentale (Fig.2 et 3). Trois séries de mesures ont été faites. Des drogues, formées de deux panneaux en croix, lestés, et équipés d'un flotteur de 50 cm x 50 cm calculé à la limite de la flottabilité pour éviter la prise au vent, sont immergés simultanément en différents points (maximum de dix drogues simultanées). La profondeur d'immersion du croisillon est réglable (0,50 m à 3 m) ; en chaque point choisi sont mouillées une drogue de surface permettant d'avoir le courant moyen entre 0 et 0,50 m, et une drogue sub-superficielle (courant moyen entre 1 et 1,50 m, ou plus selon la profondeur).



Pendant la journée les flotteurs peints de différentes façons en rouge et blanc sont facilement repérables ; la nuit les drogues, en nombre plus restreint, sont équipées de feux clignotants. Les positions des drogues sont repérées toutes les 1h30 à 2h00, le laps de temps dépendant de la durée du circuit de relèvement des positions des drogues.

## 2.2. MAREE

La marée a été observée directement pendant les mesures. Le retard de l'onde de marée par rapport aux prévisions du Service Hydrographique, est de 55 minutes au ponton de N-D d'Afrique (Fig.1), le marnage mesuré étant de 80 cm pour une prévision de 99 cm. Les mesures ont été effectuées, en octobre 1976, en marée de vive eau permettant d'observer en principe les vitesses maximum et d'évaluer le taux maximum de renouvellement.

## 2.3. COURANTS

### Partie ouest :

Les courants maximum ont été observés dans la partie ouest pendant le jusant :  $22 \text{ cm.s}^{-1}$ , et dépassent  $50 \text{ cm.s}^{-1}$  (vitesse moyenne sur une heure) dans le goulet du pont de Vridi. Au milieu de la lagune le maximum observé est de  $11 \text{ cm.s}^{-1}$  au milieu du flot, toujours sur une durée d'une heure. Les courants moyens varient de 5 à  $10 \text{ cm.s}^{-1}$  (Fig.2 et 3) et changent d'orientation au renversement de la marée.

### Partie est :

La marée semble avoir peu d'influence sur le sens du courant et son intensité ( $5 \text{ cm.s}^{-1}$  au flot comme au jusant) ; il n'y a pas de différence significative entre le flot et le jusant et les courants semblent dépendre principalement du vent (au moins pendant la journée c'est à dire lorsque le vent souffle, aucune mesure n'ayant été faite pendant la nuit dans cette zone lorsque le vent abat).

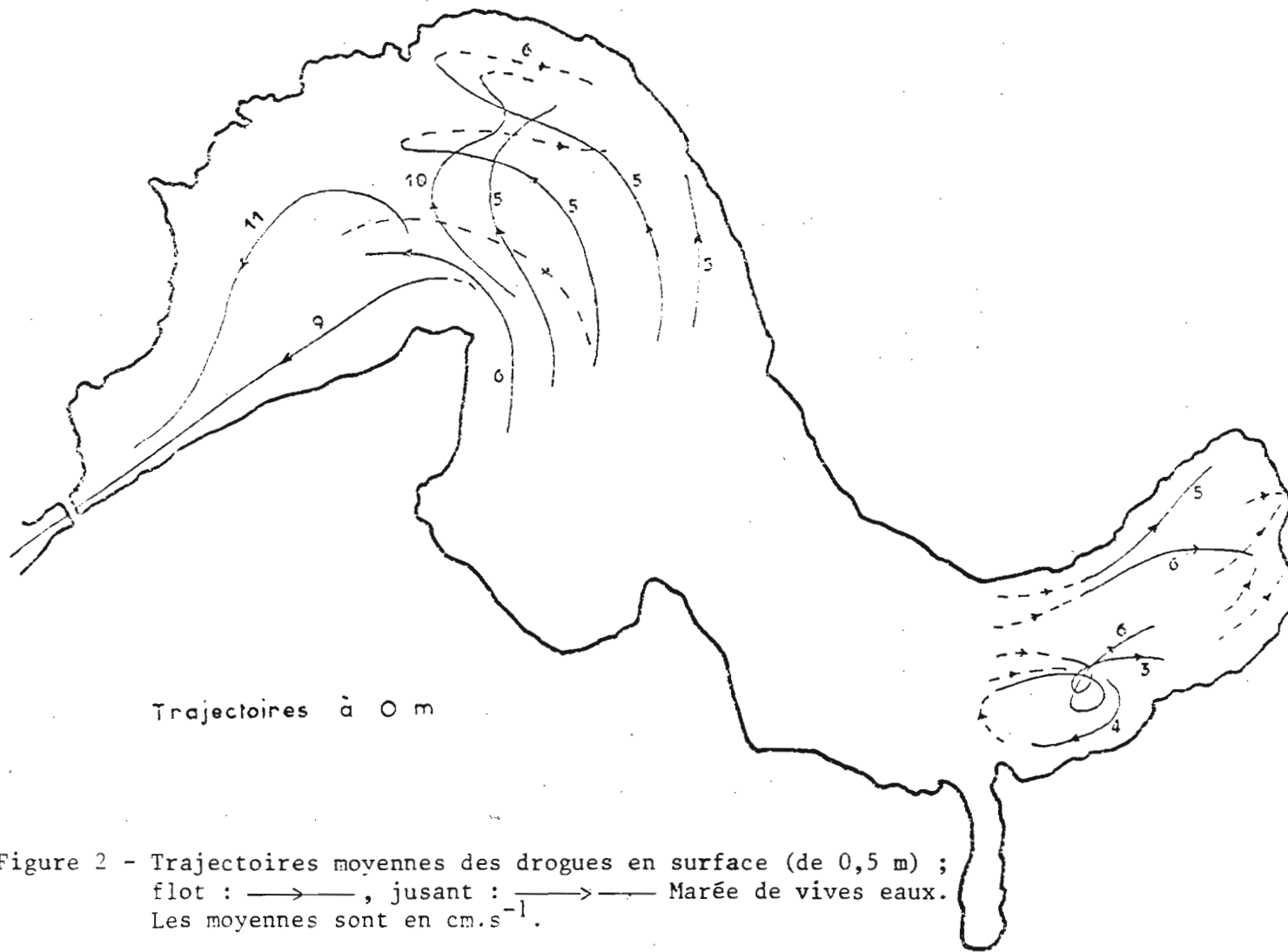


Figure 2 - Trajectoires moyennes des drogues en surface (de 0,5 m) ;  
 flot :  $\longrightarrow$ , jusant :  $\dashrightarrow$  Marée de vives eaux.  
 Les moyennes sont en  $\text{cm.s}^{-1}$ .

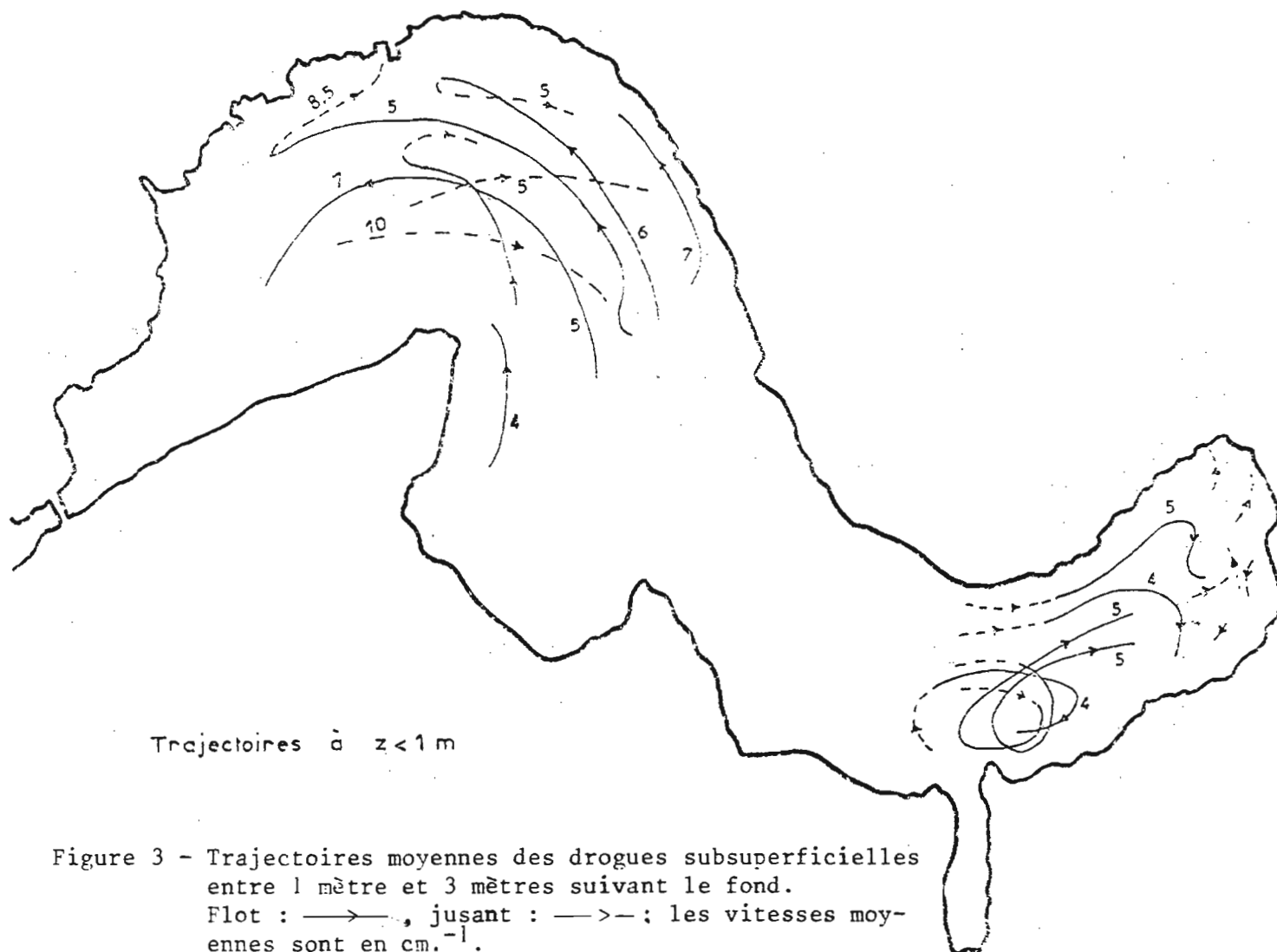


Figure 3 - Trajectoires moyennes des drogues subsuperficielles entre 1 mètre et 3 mètres suivant le fond.  
 Flot :  $\longrightarrow$ , jusant :  $\longleftarrow$ ; les vitesses moyennes sont en  $\text{cm}^{-1}$ .

On observe une cellule tourbillonnaire (au débouché de l'émissaire des abattoirs) provoquée peut-être par un courant de retour en provenance du fond de la baie engendré par un "piling-up" dû au vent ; les eaux de cette partie sont donc vraisemblablement moins renouvelées que celles de la partie ouest.

#### 2.4. TAUX DE RENOUELEMENT DES EAUX

Le taux de renouvellement des eaux de la baie de Biétri peut être évalué de deux façons différentes : d'une part à partir des observations de marée et d'autre part à partir des variations de salinité à l'extérieur de la baie et à l'intérieur. La marée a été mesurée au ponton de N-D d'Afrique (Fig.1).

##### 2.4.1. Evaluation à partir de la marée.

Le calcul présenté ci-dessous ne peut être qu'une estimation approchée des taux de renouvellement, puisque nous sommes en présence de phénomènes périodiques. D'autre part pour simplifier on estimera que les deux cycles de marée ont lieu en 24 heures.

La marée à Abidjan est de type semi-diurne à inégalités diurnes ; on a donc deux pleines mers et deux basses mers par jour dont les hauteurs présentent de fortes inégalités dues à la présence de l'onde diurne. Pour évaluer un taux journalier de renouvellement, nous estimerons à 0,6 le rapport des amplitudes des deux marées au cours de la journée, valeur moyenne approchée estimée d'après les enregistrements.

Pour une surface de la baie de Biétri de  $6,05 \text{ km}^2$  l'apport d'eau dû à la marée (pour un marnage de 80 cm dans la baie de Biétri correspondant à une marée de vive eau) est de  $4,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ; avec un volume évalué à  $21,67 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  d'après la carte bathymétrique, le taux de renouvellement est de 0,22 pour la marée dont l'amplitude est la plus élevée ; pour la journée on aura donc un taux moyen de  $0,35 \text{ j}^{-1}$ . En marée de vive eau on peut donc estimer que l'eau de la lagune (partie centrale) est renouvelée tous les 2,8 j. En marée de morte eau (marnage de 10 cm) ce taux de renouvellement devient beaucoup plus faible :  $0,05 \text{ j}^{-1}$ , mais il ne reste en fait à cette valeur que





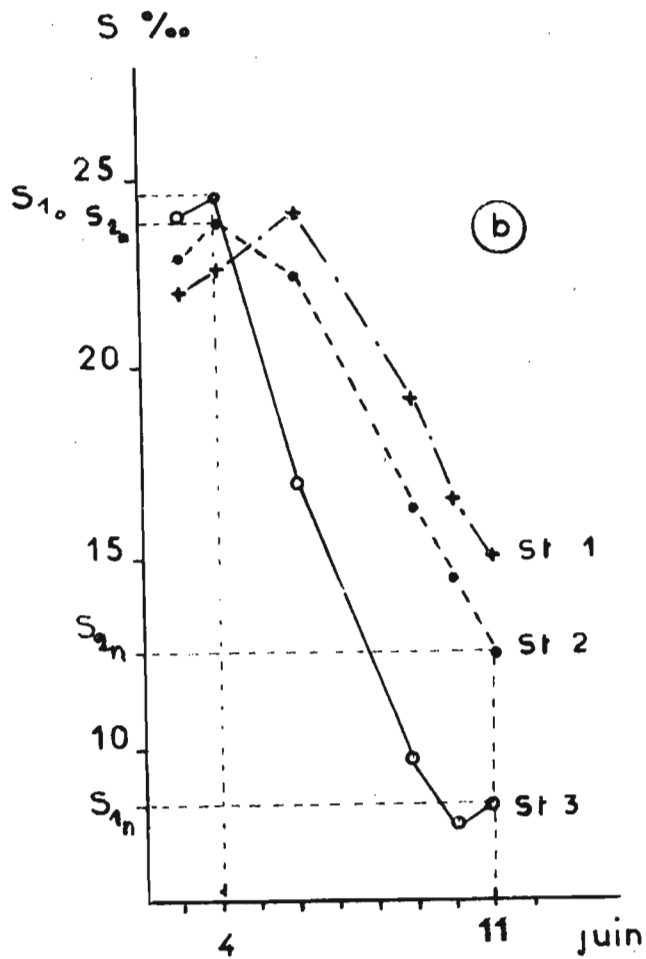
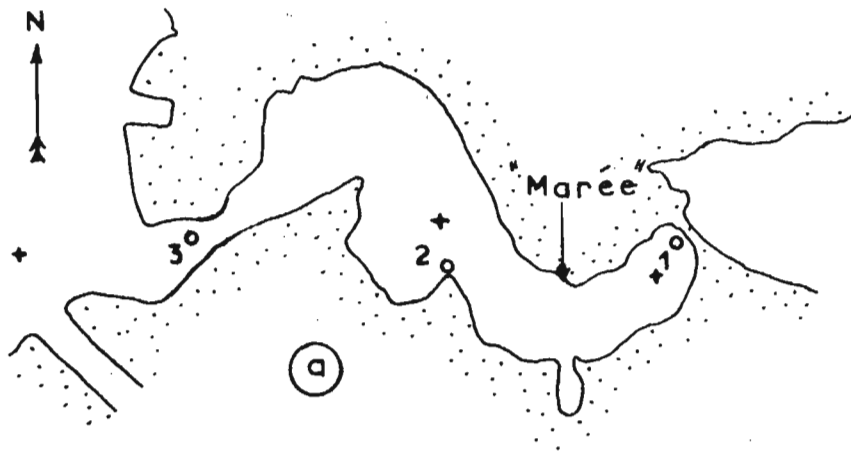


Figure 4 (a) : Position des stations en baie de Biétri.  
(o) : juin et septembre 1977  
(+) : mai 1976

(b) : Décroissance de la salinité en juin 1977  
aux trois stations.

Notations :

$S_{1_i}$  : Salinité à l'extérieur de la baie de Biétri (st.3)

$S_{2_i}$  : Salinité dans la baie (st.2 et 1)

$i = 0$  à  $i = n$  ;  $i = 0$  au moment initial  
 $i = n$  au  $n^{\text{ième}}$  cycle de marée

$v$  : volume d'eau entrant à chaque marée

$V$  : volume de la baie de Biétri

$n$  : nombre de cycles de marées

$$1^{\circ} \text{ flot} \quad v \cdot S_{1_0} + V \cdot S_{2_0} = (v + \cancel{V}) \cdot S_{2_1}$$

$$2^{\circ} \text{ flot} \quad v \cdot S_{1_1} + \cancel{V \cdot S_{2_1}} = (v + \cancel{V}) \cdot S_{2_2}$$

.....

$$(n-1)^{\circ} \text{ flot} \quad v \cdot S_{1_{n-2}} + \cancel{V \cdot S_{2_{n-2}}} = (v + \cancel{V}) \cdot S_{2_{n-1}}$$

$$n^{\circ} \text{ flot} \quad v \cdot S_{1_{n-1}} + \cancel{V \cdot S_{2_{n-1}}} = (v + V) \cdot S_{2_n}$$

---


$$v \cdot (S_{1_0} + S_{1_1} + \dots + S_{1_{n-1}}) + V \cdot S_{2_0} = V \cdot S_{2_n} + v \cdot (S_{2_1} + S_{2_2} + \dots + S_{2_n})$$

$$\text{avec :} \quad \frac{S_{1_0} + S_{1_1} + \dots + S_{1_{n-1}}}{n} = \bar{S}_1$$

nous avons le taux de renouvellement pour un cycle de marée :

$$\frac{v}{V} = \frac{S_{2_n} - S_{2_0}}{n \bar{S}_1 - \sum_{i=1}^{i=n-1} S_{2_i}}$$

Par jour le taux (approché) de renouvellement sera :  $2 \frac{v}{V} \cdot S_{1_i}$   
 étant une fonction linéaire du temps nous aurons :

$$\frac{v}{V} = \frac{S_{2_n} - S_{2_0}}{n \left( \frac{S_{1_0} + S_{1_{n-1}}}{2} \right) - \sum_{i=1}^{i=n-1} S_{2_i}}$$

Les salinités  $S_{2_i}$  sont déterminées graphiquement pour chaque flot, en considérant que pendant le flot les salinités sont constantes.

Exemple : entre le 4 et le 10 juin 1977 (Fig.4)

$$\begin{aligned} S_{1_0} &= 24,5 \text{ \%} & n &= 14 \text{ cycles de marée} \\ S_{1_{n-1}} &= 8,2 \text{ \%} \\ \sum_{i=1}^{i=n-1} S_{2_i} &= 273,4 \end{aligned}$$

on aura :  $\frac{v}{V} = 0,227 (\text{marée})^{-1}$  voisin de  $0,45 \text{ j}^{-1}$ .

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1. Les évaluations des taux de renouvellement par les deux méthodes sont très voisines, le taux moyen pour le milieu de la baie étant pour une marée d'amplitude moyenne de  $0,19 \text{ j}^{-1}$  par la méthode des salinités, et de  $0,22 \text{ j}^{-1}$  par la méthode de la marée. On adoptera donc un taux de  $0,20 \text{ j}^{-1}$  en marée moyenne et de  $0,40 \text{ j}^{-1}$  en vive eau.

Pour l'extrémité orientale le taux moyen est plus faible ( $0,14 \text{ j}^{-1}$ ) expliquant l'eutrophisation croissante observée dans la baie entre son ouverture (Pont de Vridi) et son extrémité orientale. En tenant compte de la situation de la station de mesure de la marée dans la baie par rapport à la position des stations 2 du milieu et 1 de l'extrémité orientale, la valeur de  $0,35 \text{ j}^{-1}$  trouvée en vive eau est intermédiaire, puisque l'on a  $0,45 \text{ j}^{-1}$  à la station 2 et  $0,21 \text{ j}^{-1}$  à la station 1. En morte eau les taux de renouvellement peuvent être très faibles ( $0,05 \text{ j}^{-1}$  au milieu).

### 3 - CONCLUSION

Cette étude très succincte des courants permet d'avoir une idée de la circulation et du taux de renouvellement des eaux avant l'ouverture de la digue de Koumassi. Les courants moyens, faibles en général puisque toujours inférieurs à  $10 \text{ cm.s}^{-1}$ , ne sont toutefois pas négligeables dans une étude de la pollution et de la diffusion des eaux usées.

On peut estimer que le renouvellement moyen des eaux de la baie de Biétri se fait tous les 2,2 à 7,1 jours pour le milieu de la lagune, et tous les 7,1 jours pour l'extrémité orientale.

Date	Epoque	Marée (1)	(t-t <sub>0</sub> )	v/v (j <sup>-1</sup> )	Mode d'évaluation
Mai 1976	Début de saison des pluies	a = 1 m à 0,20 m Moyenne	11 jours	milieu 0,14 extrémité 0,09	S % 15 au 26 mai
Juin 1977	Début de saison des pluies	a = 1,10 m Vive eau	7 jours	milieu 0,45 extrémité 0,21	S % 4 au 11 juin
Sept 1977	Début de saison des crues	a = 0,80 m à 0,20 m	7 jours	milieu 0,22 extrémité 0,18	S % 1 au 8 sept
Oct 1976 (2)	Petite saison des pluies	Vive eau Moyenne Morte eau		milieu 0,35 milieu 0,22 milieu 0,05	Marée

Tableau 1

- (1) a : amplitude prévue à l'entrée du canal  
(2) Octobre se trouve en principe en pleine saison des crues ; cependant les crues ont été pratiquement absentes en 1976.