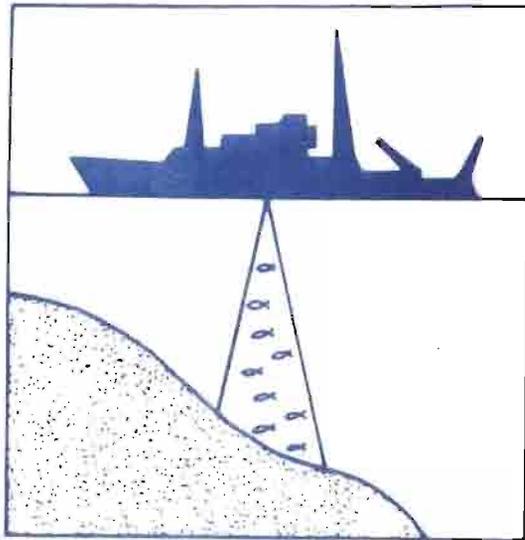


REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

CENTRE DE RECHERCHES
OCEANOGRAPHIQUES



**ELEMENTS NUTRITIFS ET
PRODUCTION PRIMAIRE DANS
LES LAGUNES DE COTE D'IVOIRE
CYCLE ANNUEL**

Par
J. PAGES
L. LEMASSON
et
PH. DUFOUR

MINISTERE DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Arch. Scient. Vol.5, N°1, Mai 1979:1-60



ABIDJAN B.P V18

ELEMENTS NUTRITIFS ET PRODUCTION PRIMAIRE
DANS LES LAGUNES DE COTE D'IVOIRE : CYCLE ANNUEL

par

J. PAGES¹, L. LEMASSON¹ et Ph. DUFOUR¹

R E S U M E

Le travail présenté ici rassemble la plus grande partie de l'information obtenue entre octobre 1974 et juillet 1976 dans le cadre de l'étude de l'hydrobioclimat des lagunes ivoiriennes et - plus particulièrement - celui de la lagune Ebrié. Celle-ci a fait l'objet de campagnes mensuelles durant l'année 1975 ; les paramètres suivants - et leurs distributions verticales quand celles-ci avaient un sens - ont été systématiquement recueillis dans un réseau de 55 stations : Transparence (Secchi), Température, Salinité, Chlorophylle a, Oxygène dissous, Phosphate, Nitrate et Nitrite.

Ces données permettent d'ébaucher le cycle annuel des éléments nutritifs et de la production primaire en lagune Ebrié.

A B S T R A C T

This paper collects most of the information gathered between October 1974 and July 1976 within the framework of a research program concerning the hydrobioclimate of ivorian lagoons and especially the Ebrié lagoon.

Monthly surveys concerning the later were carried out during 1975. The following parameters - and their vertical distribution wherever it had a meaning - were systematically gathered in a system of fifty-five stations : Transparency (Secchi), Temperature, Salinity, Chlorophyll a, Dissolved oxygen, phosphate, nitrate, nitrite.

These data provide an outline of the annual cycle of nutrients and primary production of the ivorian lagoons.

¹ Antenne ORSTOM, Station INRA - Ave. de Corzent, 74203 THONON (France)

AVERTISSEMENT

L'objectif du texte qui suit est de dégager sommairement les principales variations spatiales et saisonnières à l'examen des données collectées au cours de 20 campagnes en 1974, 1975 et 1976. Il n'a pas pour objet d'interpréter ces variations ni de les comparer à celles observées antérieurement ou postérieurement. Notre commentaire est nécessairement réductionniste et le lecteur intéressé par les particularités et anomalies nombreuses en lagune devra se reporter aux figures.

1 - SITUATION ET CADRE PHYSIQUE

Les trois lagunes principales de Côte d'Ivoire (lagune de Grand Lahou, lagune Ebrié et lagune Aby, en allant d'ouest en est) couvrent une superficie voisine de 1150 km² (Fig.1). Elles sont toutes trois caractérisées par une profondeur moyenne faible avec un maximum de 23 m pour la lagune Ebrié dans la baie d'Abou-Abou proche d'Abidjan, et de 13 m pour la lagune Aby dans sa partie nord. La lagune la plus occidentale est la lagune de Grand-Lahou qui s'étend sur près de 50 km de long à l'ouest de Grand-Lahou et couvre une superficie de 190 km² (Fig.32). Elle est soumise au moment des crues à l'influence des fleuves côtiers dont le plus important est le Bandama, situé à l'extrémité orientale. L'importance du débit de ce fleuve permet au grau de Grand-Lahou de rester ouvert toute l'année et à la marée d'y pénétrer en saison sèche.

La lagune Ebrié se situe plus à l'est et s'étend sur près de 140 km de long avec une largeur n'excédant pas 7 km ; c'est la lagune la plus grande avec une superficie voisine de 566 km², y compris les lagunes Potou et Aghien ; les baies représentent près de 20% de cette superficie (Varlet, 1978) (Fig.2). Elle est également soumise au régime des rivières côtières, coulant sous couvert forestier, et d'un fleuve important : le Comoé, qui depuis l'ouverture du canal de Vridi (profond de 20 m) dans le cordon lagunaire au voisinage d'Abidjan, a vu son embouchure à Grand Bassam se colmater totalement.

Enfin dans la partie orientale de la Côte d'Ivoire on rencontre, mitoyenne avec le Ghana, la lagune Aby qui, englobant les lagunes Ehy et Tendo, représente une superficie voisine de 424 km². Plusieurs rivières s'y jettent

dont les plus importantes sont la Bia et le Tanoé ; l'ouverture vers la mer se fait par le grau de Mafia Assinie (Fig.38).

Les caractéristiques physiques de la lagune Ebrié ont été étudiées par Tastet (1974) et Varlet (1978), l'étude sédimentologique ayant été abordée par Debyser (1952, 1955).

Climat (Tableau I) :

Le régime des lagunes est étroitement lié au climat côtier ivoirien et aux saisons marines le long de la Côte d'Ivoire. Le climat côtier peut être divisé en plusieurs périodes (Morlière, 1970) :

- Petite saison froide : fin décembre-janvier.

En mer : eaux froides (24-25°C) et salées (S > 35‰) dues à un upwelling qui intéresse toute la zone côtière de Côte d'Ivoire. On observe à cette époque des dépôts importants de poussière en provenance du continent et transportée par l'harmattan.

- Grande saison chaude : de février à mai.

Elle est caractérisée par une absence de pluie.

Les eaux océaniques (T° : de 27° à 29°C ; S‰ voisine de 35‰) s'installent devant la Côte d'Ivoire. C'est la période d'étiage pour les rivières ; la marée pénètre profondément dans les lagunes et la salinité s'élève.

et la saison des pluies de mai-juin?

- Grande saison froide : de juillet à début octobre.

Elle est caractérisée par un upwelling côtier ; les vents de mousson en provenance du sud-ouest entraînent à partir de mai de fortes précipitations (2 m à Abidjan) suivies à partir de la mi-juillet d'une saison sèche pendant que le FIT (Front Intertropical) remonte vers le nord. Les eaux marines ont une température inférieure à 23°C avec une salinité voisine de 35‰.

- Petite saison chaude : de novembre à décembre.

Une petite saison des pluies s'installe avec le recul vers le sud du FIT et des vents de mousson (T° comprise entre 27 et 28°C, salinité inférieure à 34,5‰). C'est pendant cette période que les crues des fleuves drainant la zone soudanienne du nord du pays atteignent leur maximum. La marée ne pénètre

plus que dans les couches les plus profondes, et dans les zones situées à proximité des communications avec l'océan. La salinité décroît jusqu'à zéro et la turbidité augmente fortement.

Le tableau I schématise les régimes climatologique, lagunaire, marin et fluvial dans la zone côtière.

Profondeur :

La profondeur moyenne de la lagune Ebrié est de 4,8 m (Varlet, 1978) avec des fosses plus profondes telles que la baie d'Abou-Abou qui dépasse 23m, ou la baie de Biétri (plus de 8 m). La baie d'Abou-Abou (est de Petit-Bassam) a une morphologie comparable à celle d'un fjord avec un seuil d'entrée dont la profondeur ne dépasse pas un mètre, une couche superficielle trophogène et des couches profondes anoxiques pratiquement jamais renouvelées.

La lagune de Grand-Lahou a des profondeurs rarement supérieures à 3 m ; la lagune Aby atteint dans le bassin nord des profondeurs de 13 m.

Zone euphotique :

Les lagunes sont toutes caractérisées par une forte turbidité et sous la couche des trois premiers mètres on trouve souvent des eaux pauvres en oxygène, parfois même anoxiques (lagunes Aby, Tendo, baie de Biétri) ; le volume utile pour la production primaire se calculera donc en prenant une profondeur moyenne de 3 m ce qui donne un volume d'eau, pour la lagune Ebrié de 1,7 km³ représentant 64% du volume total estimé par Varlet (1978).

2 - METHODES ET PRESENTATION DES DONNEES

Le réseau de stations comportait 56 stations pour la lagune Ebrié (Fig.2), 15 pour la lagune de Grand-Lahou (Fig.32) et 14 pour la lagune Aby (Fig.38). Le rythme des prélèvements était de une mission toutes les 3 à 4 semaines pour la lagune Ebrié, réparties d'octobre 1974 à décembre 1975 (Tabl.II) ; les lagunes de Grand-Lahou et Aby ont été visitées 2 fois chacune (saison sèche et saison des pluies) avec quelques mesures supplémentaires effectuées en certains points au cours de l'année.

Les profondeurs de prélèvement étaient 0, 3, 6, 9 et 12 mètres, ou 0 m et fond lorsque ce dernier était à une profondeur inférieure à 3 m.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Août	Sep	Oct	Nov	Déc			
Climat (1)	Petite saison froide		Grande saison chaude T = 27,7					Grande saison froide T = 24,5				Petite saison chaude			
Pluies (2)	Grande saison sèche H = 280			Tornades H = 230	Saison des pluies H = 1140		Petite saison sèche H = 120			Pluies H = 240	Saison sèche H = 100				
Mer Zone côtière	Upwelling faible T = 24 à 26 S > 35‰					T = 27 à 29°C S‰ = 32 à 34					Upwelling fort T = 21 à 23°C S > 35‰			T = 27-28°C S‰ = 33,5-34,5	
Fleuves	Etiage					Crues côtières					Crues fortes dues aux pluies de l'intérieur				
Lagunes	S‰ croît		Salinités Maximales		Forte augmentation des éléments nutritifs		Dessalure			S‰ croît		Dessa- lure	Très forte turbidité S‰ ~ 0		
Vents dominants	WSW 2 m/s				SW 2 m/s			WSW 2,5 m/s			SW 1 m/s				

Tableau I - Schématisation des diverses composantes climatiques dans la zone côtière. Les zones de transition les plus caractéristiques sont figurées en hachures. Les températures moyennes de l'air (ligne 1) correspondent à la moyenne 1948-71 ; les hauteurs de pluie (ligne 2) sont les moyennes obtenues à Abidjan entre 1936 et 1977.

La salinité a été déterminée au salinomètre, les concentrations en oxygène dissous par la méthode de Winkler. Les échantillons destinés aux déterminations des sels nutritifs ont été conservés au congélateur avant analyse au laboratoire par les méthodes classiques (Strickland et Parsons, 1968). Le phytoplancton a été recueilli sur filtre en fibre de verre Gelman A et la chlorophylle a dosée par fluorescence des extraits acétoniques (Yentsch et Menzel, 1963). Les valeurs présentées ne sont pas corrigées des pigments dégradés. La production primaire a été estimée selon la méthode dite de "l'oxygène". Les productions brutes obtenues ont été transformées en mg C en utilisant le quotient photosynthétique de 1,2. Les transparences ont été mesurées au disque de Secchi.

Sortie	Dates	Saison	Caractéristiques
	Lagune Ebrié		
3	10 - 11 oct. 74	3	Crue due aux pluies continentales
5	3 - 04 déc. 74		
	13 déc. 74		
7	7 - 09 jan. 75	1	Saison sèche
8	27 - 30 jan. 75		
9	17 - 20 fév. 75		
10	10 - 13 mars 75		
11	1 - 04 avr. 75		
12	21 - 24 avr. 75		
13	13 - 16 mai 75	2	Saison des pluies et crue côtière
14	2 - 05 juin 75		
15	23 juin 75		
	1 - 02 jul. 75		
16	15 - 18 jul. 75		
17	18 - 21 août 75		
18	15 - 18 sep. 75	3	Crues dues aux pluies continentales
19	4 - 07 nov. 75		
20	2 - 05 déc. 75		
	Lagune Grand Lahou		
1	10 mars 75		Saison sèche Saison des pluies et crue côtière
2	7 jul. 76		
	Lagune Aby		
9	16 mars 76		Saison sèche Saison des pluies et crue côtière
2	24 juin 75		

Tableau II - Calendrier des sorties. Le numérotage des saisons se rapporte au paragraphe 3.1

Nous avons choisi de présenter les résultats obtenus sous forme graphique (1) :

A - Lagune Ebrié (Figures 3 à 31)

- Variations spatiales.

La distribution spatiale des valeurs de chacun des paramètres est indiquée pour chacune des trois saisons caractéristiques, excepté dans le cas de l'oxygène pour lequel les données de saison sèche n'ont pas permis d'établir la distribution spatiale correspondante.

Les figures correspondantes (3 à 28) ont toutes la même présentation avec un profil central représentant le chenal lagunaire depuis le canal d'Asagny (station 35, cf fig.2) jusqu'à la lagune Aghien (station 51). On trouve de part et d'autre de cette coupe longitudinale les profils effectués à partir du chenal central vers les zones latérales : rivières et baies. Il s'agit, d'ouest en est, pour la rive nord des baies de Cosrou et Mopoyem, puis de la rivière Agneby, des baies d'Adiopodoumé et de Bingerville, de la rivière Comoé (Fig.2). On trouve sur la rive sud les baies d'Atoutou, Biétri, Koumassi et Abou-Abou, enfin à l'est la rivière Mé qui se jette entre les lagunes Aghien et Potou. Pour chaque paramètre les lignes d'isovaleur sont représentées en fonction de la profondeur (échelle verticale : 1/200 ème). Les numéros de station renvoient à la figure 2. Les valeurs trouvées pour la chlorophylle a et la production primaire sont représentées par des segments verticaux (ex. fig.20).

- Variations saisonnières (Figures 29 à 31)

Huit stations caractéristiques ont été choisies : 6 pour les 6 secteurs définis plus loin (cf.3.2), soit respectivement pour les secteurs I à VI, les stations 49, 41, 2, 10, 19 et 33. S'y ajoutent deux stations caractéristiques des baies : 36 (baie polluée) et 43 (baie non polluée). Les graphiques des figures 29 à 31 ont été obtenus en faisant la moyenne des valeurs de surface et à 3 mètres de profondeur.

(1) Le lecteur intéressé pourra obtenir les données numériques correspondantes au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (B.P. V 18) où elles ont été archivées.

B - Lagune de Grand-Lahou (Fig.33 à 37)

Le profil de base utilisé correspond à un alignement fictif des stations 78 (grau de Grand-Lahou) à 92 (canal de Groguida - cf. fig.32). Les distributions spatiales n'ont pu être représentées que pour la saison sèche et la saison des pluies, aucune couverture n'ayant pu être effectuée en saison des crues du Bandama. Les variations saisonnières correspondantes sont indiquées - à partir des valeurs en surface et à 3 mètres - sur la figure 37 en deux stations caractéristiques : station 80 pour le chenal central et 85 pour la baie ouest.

C - Lagune Aby (Figures 39 à 44)

Les distributions spatiales ont été représentées par commodité suivant un seul profil pour la lagune Aby mais il s'agit en fait de deux axes accolés : d'une part une série orientée nord-nord-est/sud-sud-ouest (stations 70 à 65, cf. fig.38), d'autre part une série orientée ouest-est (stations 63 à 77). Comme pour la lagune de Grand-Lahou, il n'a été effectué que deux couvertures (saison sèche et saison des pluies). Les variations saisonnières - établies à partir des valeurs en surface et à 3 mètres de profondeur - sont indiquées sur les figures 43 et 44 pour quatre stations caractéristiques : 63 (lagune d'Assinie), 66 (Baie), 69 (chenal central nord) et 76 (chenal central est).

3 - RESULTATS

3.1. CARACTERES GENERAUX ET DECOUPAGE SAISONNIER

La caractéristique principale est une très forte variabilité des distributions spatiales et temporelles due à l'intrusion des eaux marines en certains points (embouchures des fleuves, canal de Vridi, grau de Grand-Bassam) d'une part, et au climat tropical d'autre part. Le système lagunaire ivoirien s'apparente à un système estuaire, l'estuaire étant, au sens océanographique du terme "une masse d'eau côtière semi-isolée qui possède une communication avec la mer, l'eau de mer pouvant ainsi se mélanger avec de l'eau douce provenant des eaux de pluie et de drainage".

L'examen des figures fait ressortir les traits généraux suivants :

- température homogène sur l'ensemble de la couche d'eau et sur l'ensemble de la lagune,
- distribution hétérogène des salinités dans l'espace avec des salinités décroissantes entre l'ouverture sur l'océan et l'amont,
- hétérogénéité des distributions des éléments nutritifs,
- présence d'une couche anoxique en zone eutrophe ou dans les baies à seuil.

Découpage saisonnier :

A partir des caractéristiques physico-chimiques trois saisons principales ont été déterminées :

1° - Saison sèche de janvier à avril : l'influence marine est maximum.

2° - Saison des pluies de mai à août ; l'écosystème est sous l'influence des précipitations sur la zone forestière du sud du pays.

3° - Saison des crues de septembre à décembre : l'écosystème est sous l'influence prépondérante des eaux des fleuves drainant la zone de savane du nord du pays (Comoé pour la lagune Ebrié, Bandama pour la lagune de Grand-Lahou).

3.2. LAGUNE EBRIE : VARIATIONS GEOGRAPHIQUES ET SAISONNIERES

Il est possible de différencier plusieurs zones géographiques à partir des caractéristiques physico-chimiques et topographiques de la lagune (Fig.2). Les paramètres utilisés pour ce découpage sont la salinité, les sels nutritifs et l'isolement par rapport à la circulation générale du chenal central. On a pu distinguer 6 secteurs principaux dans le bassin central correspondant à un éloignement plus ou moins important du canal de Vridi, donc à une influence plus ou moins forte des eaux marines :

- I : Lagunes Aghien et Potou
- II : de l'île Vitré à l'île Désiré
- III : zone urbaine et marine ; de l'île Désiré à l'îlot 58
- IV : de l'îlot 58 à l'île Leydet
- V : de l'île Leydet à l'île Likré
- VI : de l'île Likré au canal Asagny

En dehors des six secteurs principaux il existe des zones secondaires :

- Rivières
- Baies polluées
- Baies non polluées

a) - La température (Fig.3 à 5 et 29 à 31)

Entre différentes stations, les températures de surface ne varient pas de plus de trois degrés (Fig.3, 4 et 5). Elles sont plus basses à proximité du canal de Vridi. Par rapport au chenal central, on note un léger réchauffement dans les baies, tandis que les rivières sont plus froides. Le gradient vertical n'est jamais accentué sauf en saison de crue à proximité du canal de Vridi, où il peut dépasser 6°C. A cette époque les eaux froides marines d'upwelling coexistent en profondeur avec les eaux chaudes dessalées des fleuves en crue en surface. A l'intérieur d'une même zone, les températures varient de moins de 6°C au cours de l'année. Les températures maximales (30 à 32°C selon les secteurs) sont atteintes en saison sèche, tandis que les minimales le sont en saison des pluies : 25,5°C à 26,5°C.

b) - La salinité (Fig. 6 à 8 et 29 à 31)

La salinité témoigne de l'influence relative des eaux océaniques d'une part et des eaux continentales et des précipitations d'autre part. L'effet de l'évaporation sur la concentration saline reste peu important en première approximation (Tastet, 1974 ; Varlet, 1978). La salinité est maximale pendant la saison sèche, elle est minimale pendant les saisons des pluies et de crue, l'importance relative de ces deux saisons variant selon les années. En 1975, saisons des pluies et de crues ont été bien marquées et la petite saison sèche du mois d'août a été quasi inexistante.

En toutes saisons la salinité est maximum à proximité du canal de Vridi (secteur III ou zone d'estuaire). La salinité (moyenne 0 et 3 m), y passe de 30‰ à 1‰ de la saison sèche à la saison des crues (Fig.30, St.2). L'amplitude des variations annuelles s'amortit avec l'éloignement du canal de Vridi pour être inférieure à 3 ‰ en secteur V (Fig.29, St.19) et en secteur I. On note une certaine dissymétrie entre les régions est et ouest ; tandis que les eaux restent toujours saumâtres à l'ouest en secteurs V et VI (S‰ > 2), elles peuvent être totalement "douces" à l'est en secteur II et IV sur le passage des eaux du Comoé en crue.

La stratification verticale n'est accusée qu'en secteur III et est caractéristique des zones d'estuaire. Elle est plus nette en saison des pluies ou de crue, où les eaux de mer (30%) coexistent avec les eaux dessalées de surface.

Les baies suivent les variations de salinité du chenal central avec retard et amortissement (Varlet, 1978). Elles peuvent présenter des particularités dues à leur topographie (baies à seuil à faciès de fjord pour Abou-Abou à salinité supérieure à 20‰ toute l'année en profondeur) ou à l'embouchure de rivière à leur extrémité amont (baie de Cosrou, salinité quasi nulle toute l'année).

On note que l'extrémité ouest du secteur VI est plus salée, marquant l'influence des eaux océaniques en provenance de la lagune de Grand-Lahou par le canal Asagny.

c) - Phosphate minéral dissous (Fig.9 à 11 et 29 à 31)

Les concentrations sont rarement nulles ou supérieures à $2 \mu\text{atg.l}^{-1}$. Dans les secteurs I, II et IV c'est à dire largement influencés par le fleuve Comoé et les rivières Mé et Agnéby (principaux affluents de la lagune), ainsi qu'en secteur III, en outre directement influencé par la marée, on observe un minimum de concentration en saison sèche et un maximum en saison de dessalure. Dans les secteurs V et VI la tendance générale est inverse avec un maximum en saison sèche puis une décroissance progressive en saison des pluies et de crue.

Les extrémités est et ouest de la lagune (secteurs I, V et VI) sont les plus pauvres, avec des concentrations moyennes de surface inférieures à $0,5 \mu\text{atg.l}^{-1}$. Les secteurs II, III et IV sont plus riches avec des concentrations moyennes annuelles proches de $1 \mu\text{atg.l}^{-1}$. En secteur II les concentrations les plus fortes apparaissent à partir d'avril et subsistent au cours de la saison des pluies. En secteur III les concentrations maximales s'observent plus tard, entre la fin juin et septembre. En secteur IV le maximum est assez nettement lié à la saison des pluies, les teneurs moyennes sont alors comprises entre 1 et $2 \mu\text{atg.l}^{-1}$.

Certaines baies sont nettement plus riches que le chenal central qu'elles bordent : Toupa, Mopoyem, Biétri, Bingerville. Le fond des baies à seuil est toute l'année occupé par des teneurs élevées. Le fleuve Comoé apparaît plus pauvre que le chenal central en saison sèche, équivalent en saison des pluies et de crue.

d) - Nitrate dissous (Fig.12 à 14 et 29 à 31)

Le secteur VI apparaît épuisé toute l'année, à l'exception de son extrémité occidentale, enrichie au travers du canal Asagny particulièrement en saison des pluies et de crue. Le reste de la lagune connaît un cycle annuel avec des teneurs minimales en saison sèche, maximales en saison des pluies et décroissantes en saison de crue. Les teneurs de surface en saison sèche sont partout inférieures à $2 \mu\text{atg.l}^{-1}$. La saison des pluies enrichit les secteurs V et, surtout, I à IV où les teneurs moyennes sont de $10 \mu\text{atg.l}^{-1}$.

Les concentrations des rivières Ira, Mé et Agnéby sont supérieures à celles du bassin central en saison sèche, équivalentes en saison des pluies et de crue. Pour le Comoé elles sont du même ordre de grandeur que celles du bassin central toute l'année.

On ne note pas de différence importante entre les baies et le bassin central, à part celles du secteur V (Mopoyem, Toupa et Atoutou) systématiquement plus pauvres en saison des pluies et de crue.

En secteurs I et II, on observe une stratification verticale toute l'année que ce soit dans le bassin central ou dans les baies. La surface est plus riche que le fond en saison des pluies et inversement en saison sèche et de crue.

e) - Nitrite (Fig.15 à 17 et 29 à 31)

Les teneurs en nitrite sont maximales en secteur IV et décroissent de part et d'autre. Les teneurs maximales s'observent en début de saison des pluies. Les rivières sont plus pauvres que le chenal central, tandis que les baies n'apparaissent pas significativement différentes.

f) - Transparence (Fig.23 à 25 et 29 à 31)

Les transparences évaluées en profondeur de disparition du disque de Secchi sont plus élevées en secteur V où elles varient peu au cours de l'année : 1,5 à 3 m. Vers l'ouest la transparence diminue en dessous de 1 m, probablement sous l'effet des fortes concentrations phytoplanctoniques qu'on y observe toute l'année. Vers l'est ce sont les eaux de l'Agnéby qui jouent ce rôle d'extinction de la lumière. Les secteurs V, IV, II et I sont soumis à un cycle annuel avec des transparences plus élevées en saison sèche qu'en saison de dessalure. Les valeurs minimales s'observent en saison de crue en secteurs I et II (inférieures à 1 m) alors envahies par les eaux du Comoé en crue. Dans la zone d'estuaire, la transparence s'élève à proximité du canal de Vridi. Enfin, d'une façon générale, elle est plus faible dans les rivières.

g) - Chlorophylle a et production primaire
(Fig.20 à 22, 26 à 28 et 29 à 31)

Les concentrations du phytoplancton estimées par la chlorophylle a sont fortes, comparées à celles du plateau continental ivoirien et des rivières. Elles sont variables dans le temps et l'espace.

Dans le bassin central, on observe en première approximation que la biomasse végétale croît avec la stabilité c'est à dire qu'elle augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du canal de Vridi, ceci à l'est comme à l'ouest. A l'ouest au delà du seuil de l'île Leydet, les moyennes annuelles dépassent 35 mg.m^{-3} en secteur VI et approchent 15 mg.m^{-3} en secteur V. De part et d'autre du canal de Vridi, dans les secteurs II, III et IV les moyennes annuelles sont du même ordre de grandeur : 7 mg.m^{-3} . Elles sont à nouveau fortes (17 mg.m^{-3}) en secteur I. Les rivières sont nettement plus pauvres que le bassin central ou les baies dans lesquelles elles se jettent. Au contraire, les baies sont plus riches. Cela est particulièrement net pour les baies "urbaines" : Biétri et Bingerville où le facteur d'enrichissement est compris entre 2 et 3.

Sur l'ensemble du bassin central, le maximum, pas toujours très net, a lieu en fin de saison des pluies. En secteurs I, II, III et IV la suite de la saison des pluies semble appauvrir le milieu. Mise à part une poussée d'importance secondaire observée en septembre-octobre à certaines

stations, la saison des crues est la plus pauvre. Les concentrations remontent ensuite progressivement jusqu'à la fin de la saison sèche. En secteurs V et VI, les variations saisonnières sont moins nettes. Les concentrations apparaissent relativement plus stables, ce qui est à mettre en parallèle avec la stabilité physico-chimique du milieu. Dans les baies, les variations temporelles suivent celles du bassin central avec des perturbations de fortes amplitudes qu'il faut imputer aux apports irréguliers des rivières et égouts, et à l'échantillonnage moins représentatif dans des milieux moins brassés et donc plus hétérogènes.

Les variations de la production primaire confirment celles de la chlorophylle a. On remarque que la saison sèche, en particulier la fin de celle-ci est la plus productive, tandis que la saison des crues est la moins productive.

3.3. LAGUNES DE GRAND LAHOU ET LAGUNE ABY

L'insuffisance des données ne permet pas de décrire des variations saisonnières et spatiales. Cependant on retrouve les mêmes caractéristiques et variations précédemment décrites pour la lagune Ebrié. On notera en outre, dans la lagune Aby, l'existence d'une zone anoxique observée au cours des deux campagnes, dans le bassin nord de la lagune, avec des teneurs très fortes en éléments nutritifs : $\text{PO}_4\text{-P}$ supérieur à $20 \mu\text{gat.l}^{-1}$ en mars et supérieur à $30 \mu\text{gat.l}^{-1}$ en juillet, à 10 m de profondeur : $\text{NH}_4\text{-N}$ supérieur à $90 \mu\text{gat.l}^{-1}$ en mars. Une deuxième zone anoxique a été observée également dans le chenal central entre le delta intérieur et la lagune Ehy. La salinité de ces eaux (supérieure à 20‰) comparée à celle de la couche superficielle (inférieure à 5‰) indique qu'elles sont fortement stratifiées et que leur taux de renouvellement est faible, les seuils de communication de ces deux bassins profonds étant voisins de 2 m de profondeur. L'examen des coupes verticales (Fig.33 à 35 et 39 à 42) permet de différencier certains secteurs, en ne tenant compte que de la couche des trois premiers mètres.

3.3.1. Lagune de Grand-Lahou (Fig.33 à 37)

a) Zone 1 : Estuaire (embouchure du Bandama).

Lagune Tagba et lagune Makey : soumise à l'influence marine et aux crues du Bandama. Les variations de salinité y sont les plus importantes, les teneurs en PO_4-P restent supérieures à $0,8 \mu\text{gat.l}^{-1}$.

b) Zone 2 : Lagune Tadio.

La salinité ne descend pas en dessous de 3‰ ; les teneurs en phosphate sont faibles toute l'année (voisines de $0,2 \mu\text{gat.l}^{-1}$ en saison des pluies et $0,5 \mu\text{gat.l}^{-1}$ en saison sèche), mais les concentrations en chlorophylle y sont plus importantes que dans la zone 1.

c) Zone 3 : Lagune Niouzomou, parallèle au cordon lagunaire.

Très fortes variations de salinité. Elle se caractérise par de très fortes concentrations en NH_4-N en saison sèche ($10 \mu\text{gat.l}^{-1} NH_4-N$) et des concentrations en chlorophylle analogues à celles de la zone 2.

3.3.2. Lagune Aby (Fig.39 à 44)

a) Zone 1 : Lagune Ehy à l'est.

Salinité toujours nulle toute l'année due à l'influence prépondérante de la rivière Tanoé. Bassin de profondeur faible (2 m) St. 75 à 77).

b) Zone 2 : Lagune Tendo (St.75 à 71).

Soumise à l'influence marine permettant un apport en éléments nutritifs ; la production primaire paraît importante et croît d'ouest en est.

c) Zone 3 : Zone estuaire du delta intérieur.

Zone très influencée par la mer, peu profonde (2 à 3 m).

d) Zone 4 : Lagune Aby, bassin nord (St.66 à 70).

L'influence marine décroît vers le nord ; l'influence de la Bia reste faible, les salinités restant toujours supérieures à 2‰. Production primaire élevée, fortes concentrations en chlorophylle a.

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes ayant participé à la collecte des données, à la réalisation des sorties et aux analyses de laboratoire, en particulier MM. Crémoux, Dubois, Djédjé et Montel, ainsi que M. Le Chauve qui a effectué le traitement des données.

REFERENCES

- DEBYSER, J., 1952 - Observations sur le milieu anaérobie de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).
C.R. Acad. Sc. Paris, 235, 1238-1240.
- DEBYSER, J., 1955 - Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan, Côte d'Ivoire.
Revue de l'IFP, 10 (5) : 319-334.
- MORLIERE, A., 1970 - Les saisons marines devant Abidjan.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2) : 1-15.
- STRICKLAND, J. et PARSONS, T., 1978 - A practical handbook of sea water analysis.
Fish. Res. Board Canada, Bull.167 : 1-311.
- TASTET, J.P., 1974 - L'environnement physique du système lagunaire Ebrié.
Univ. Abidjan, Sér. Doc., 11 I, 28 p., II : 58 p.
- VARLET, F., 1978 - Le régime de la lagune Ebrié, Côte d'Ivoire. Traits physiques essentiels.
Trav. Doc. ORSTOM, n°83, 162 p., 110 fig.
- YENTSCH, C.S. et MENZEL, D., 1963 - A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin fluorescence.
Deep-Sea Res., 10 : 221-231.

※

※ ※

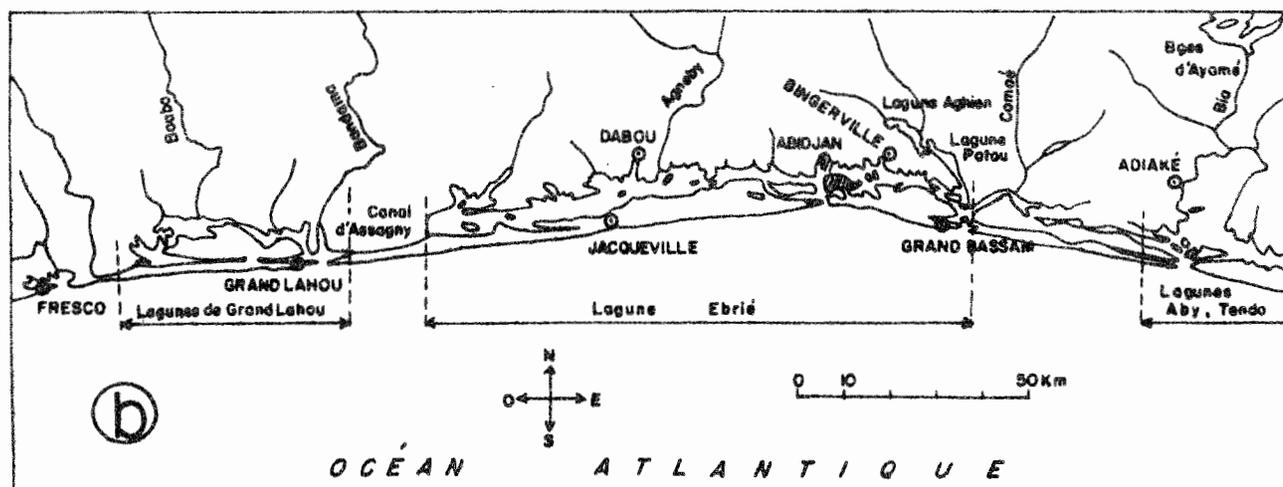
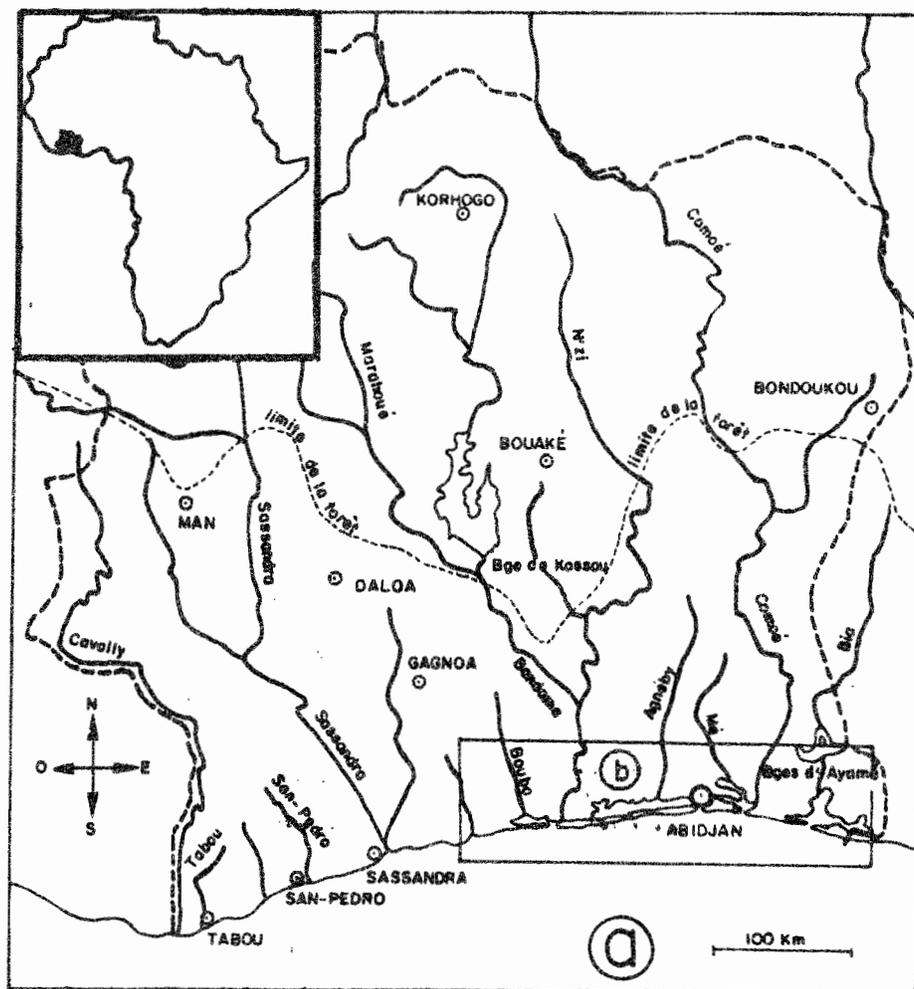


Figure 1 : (a) - Situation générale du complexe lagunaire ivoirien.

(b) - Les lagunes de Grand-Lahou, Ebrié et Aby.

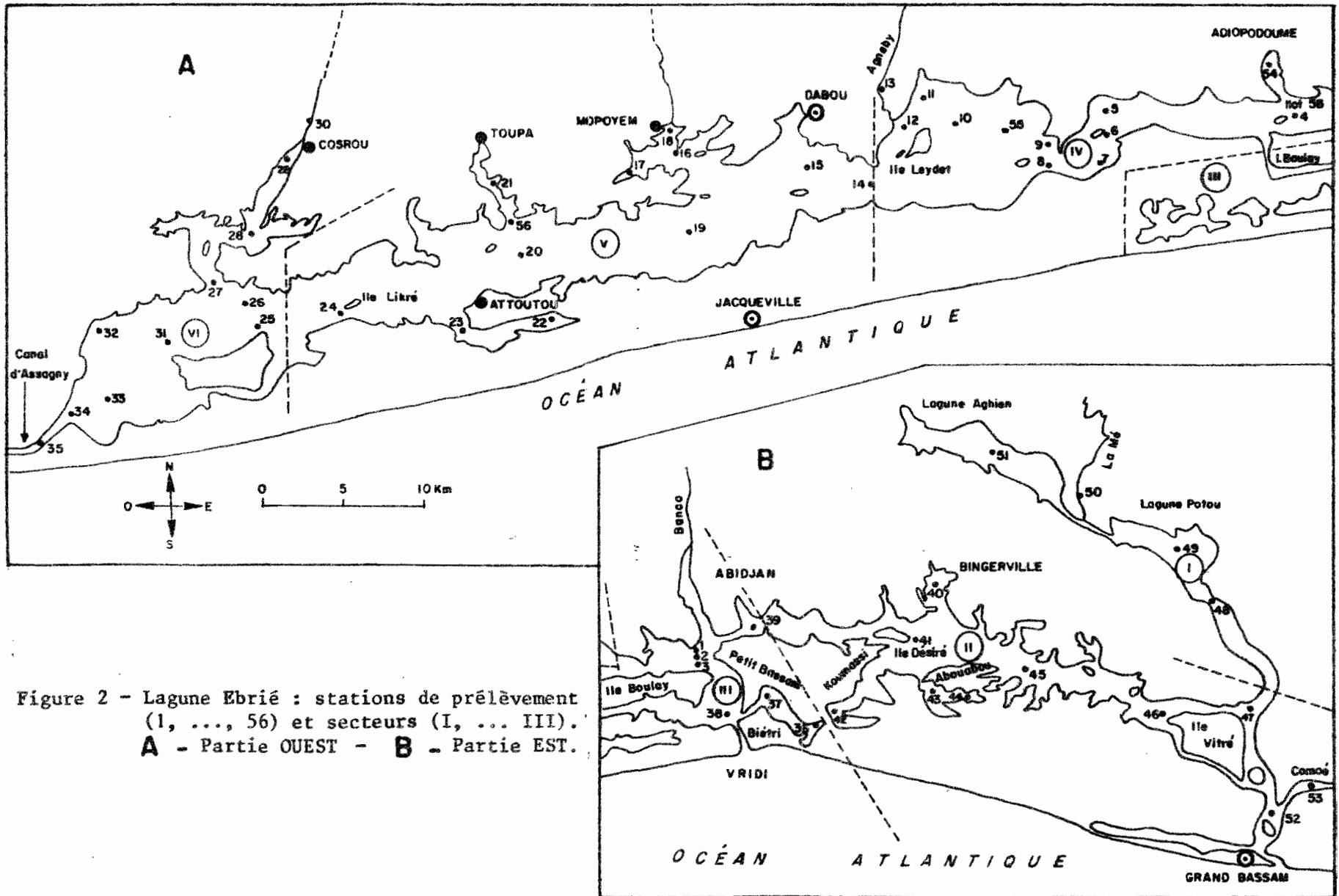


Figure 2 - Lagune Ebrié : stations de prélèvement (1, ..., 56) et secteurs (I, ... III).
A - Partie OUEST - **B** - Partie EST.

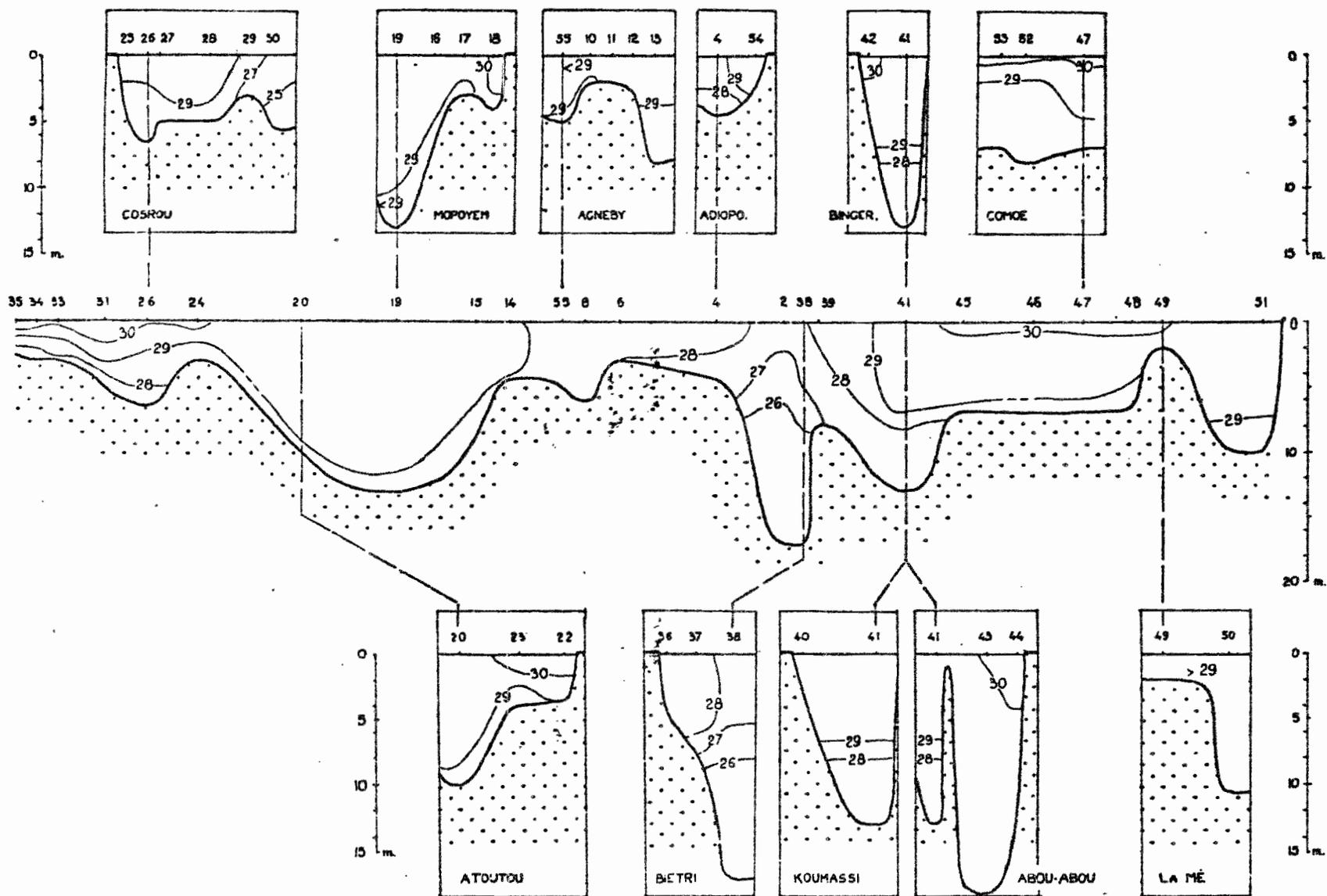


Figure 3 - Distribution spatiale des températures (°C) en lagune Ebrié : saison sèche (janvier-avril).

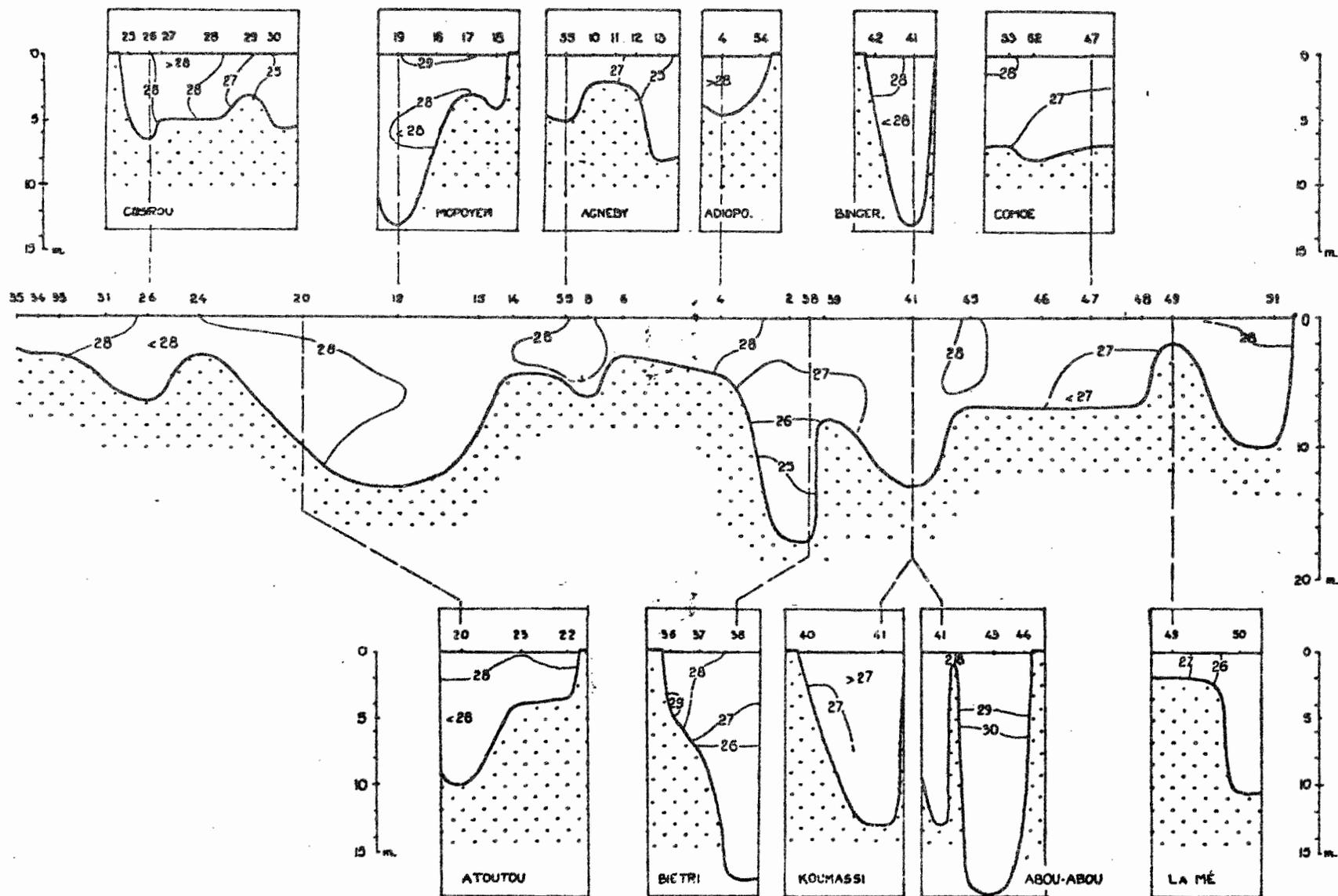


Figure 4 - Distribution spatiale des températures (°C) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

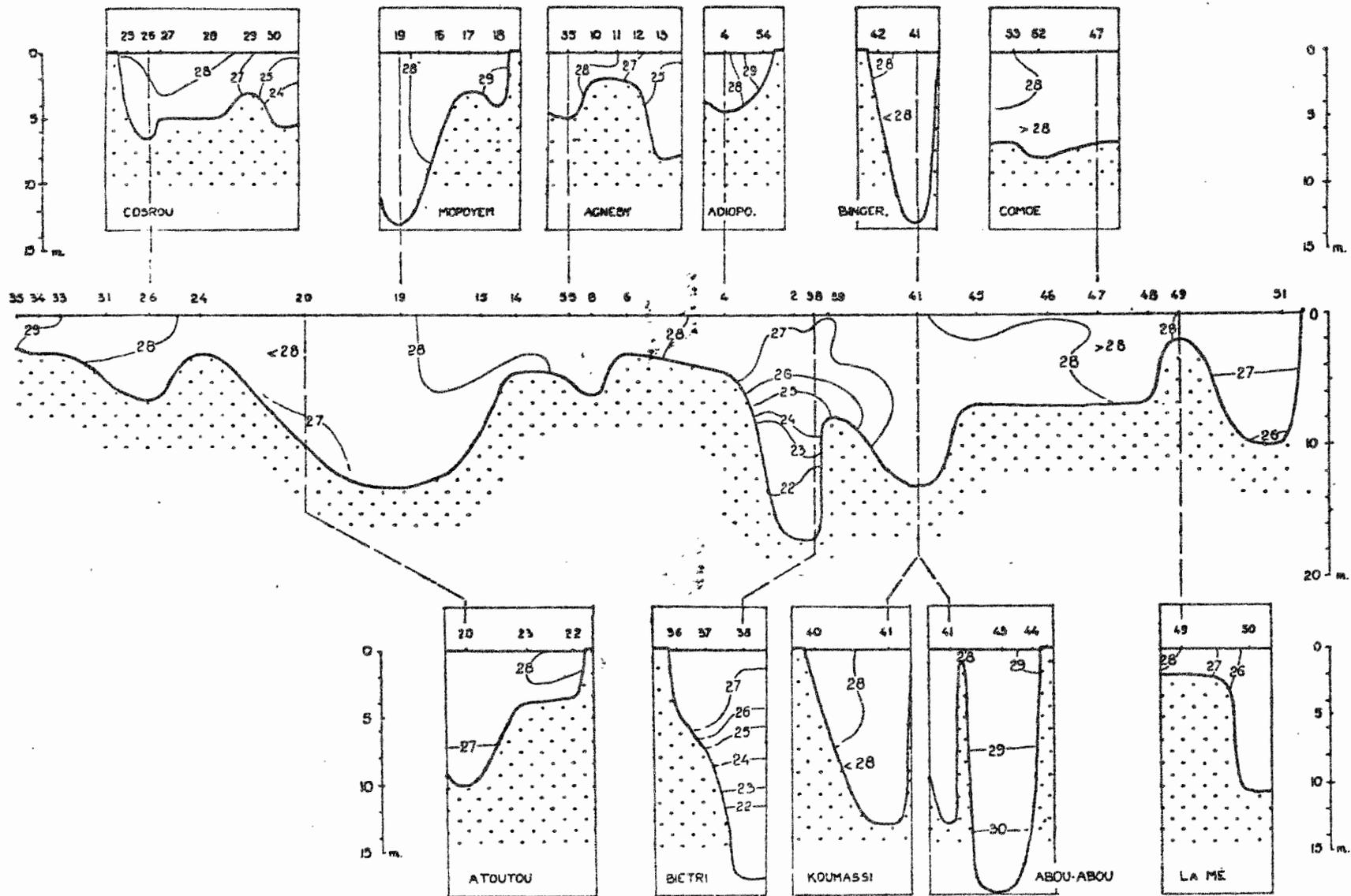


Figure 5 - Distribution spatiale des températures (°C) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

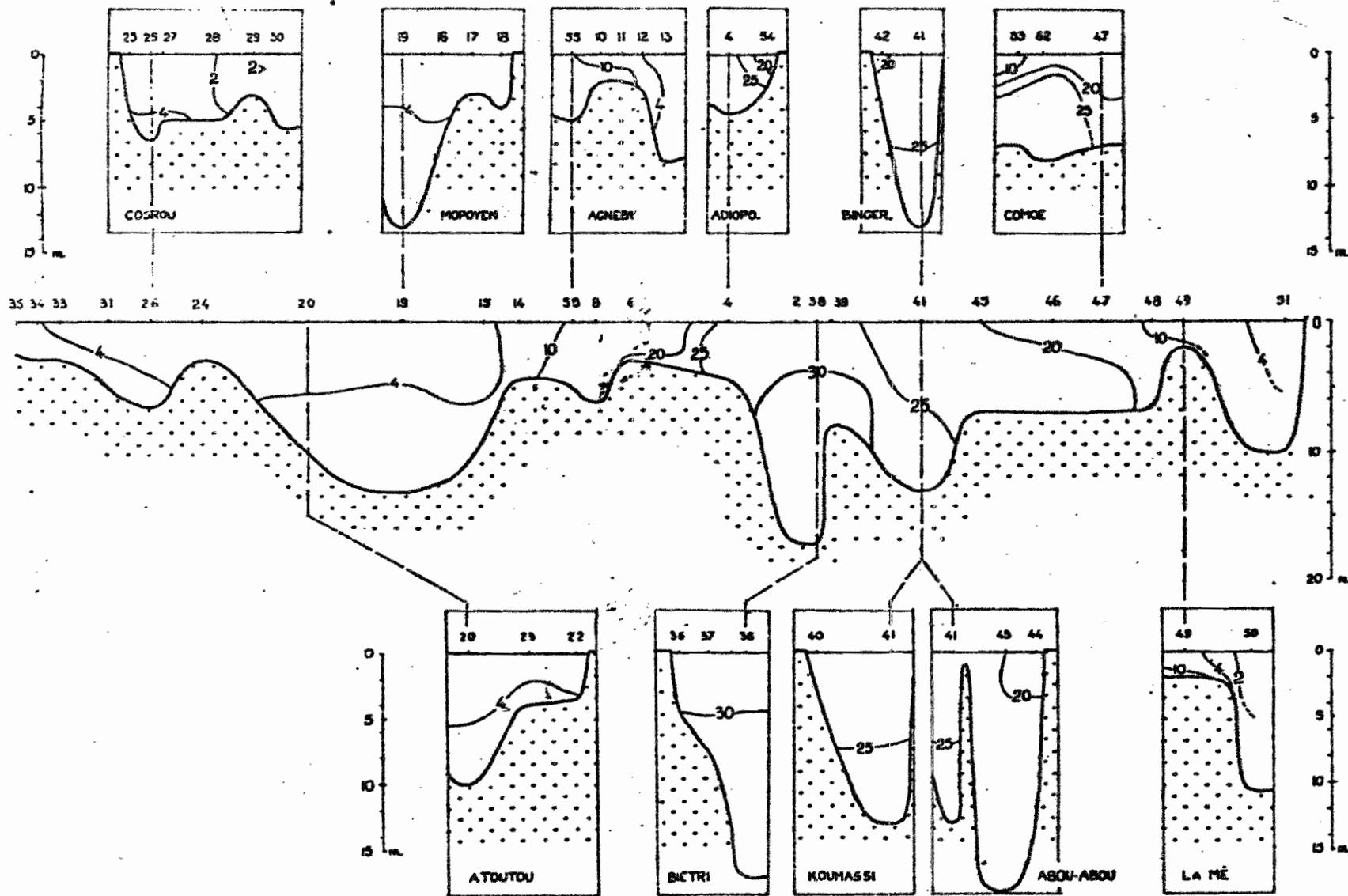


Figure 6 - Distribution spatiale des salinités (‰) en lagune Ebrié : saison sèche (janvier-avril).

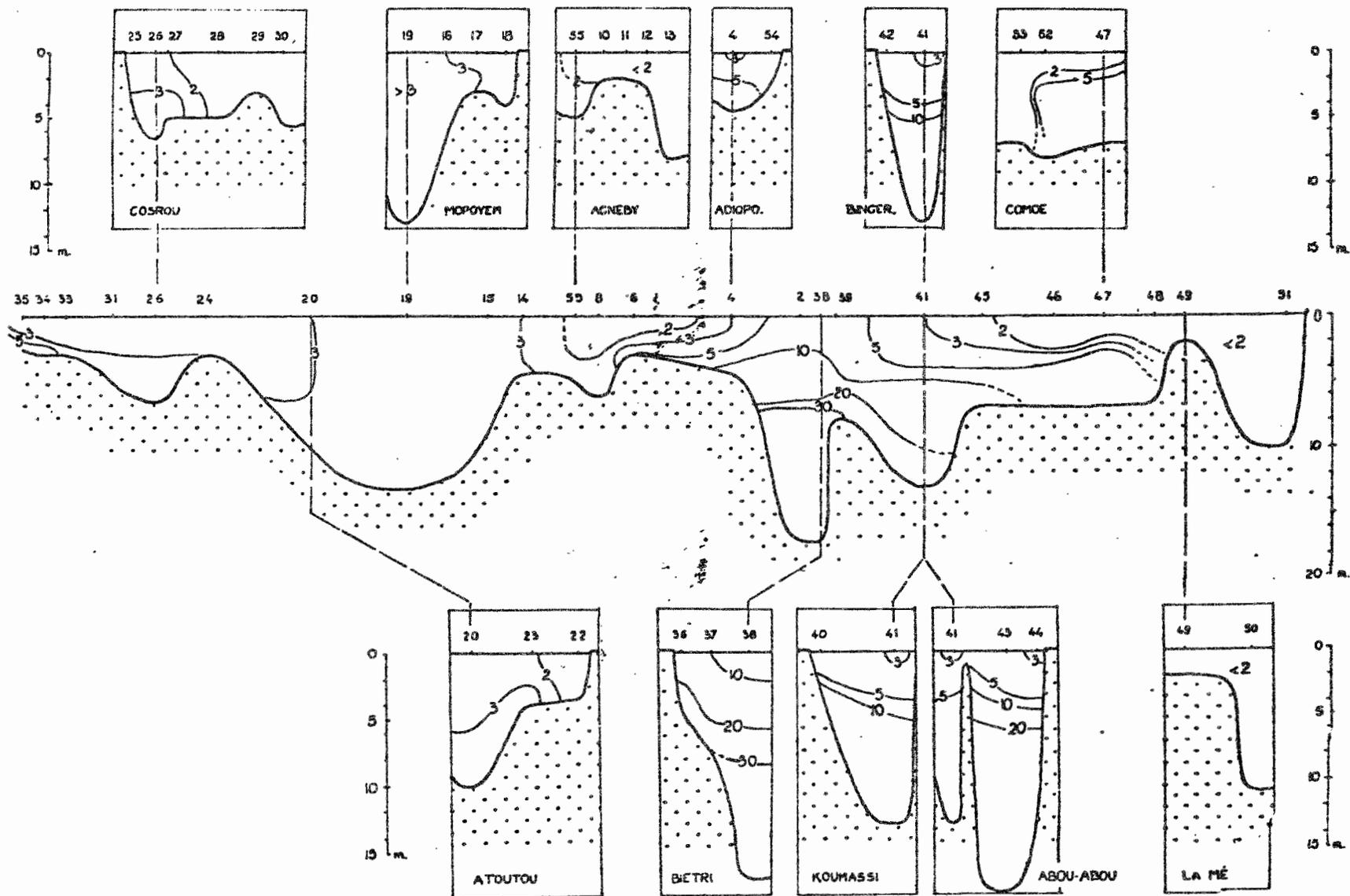


Figure 7 - Distribution spatiale des salinités (%) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

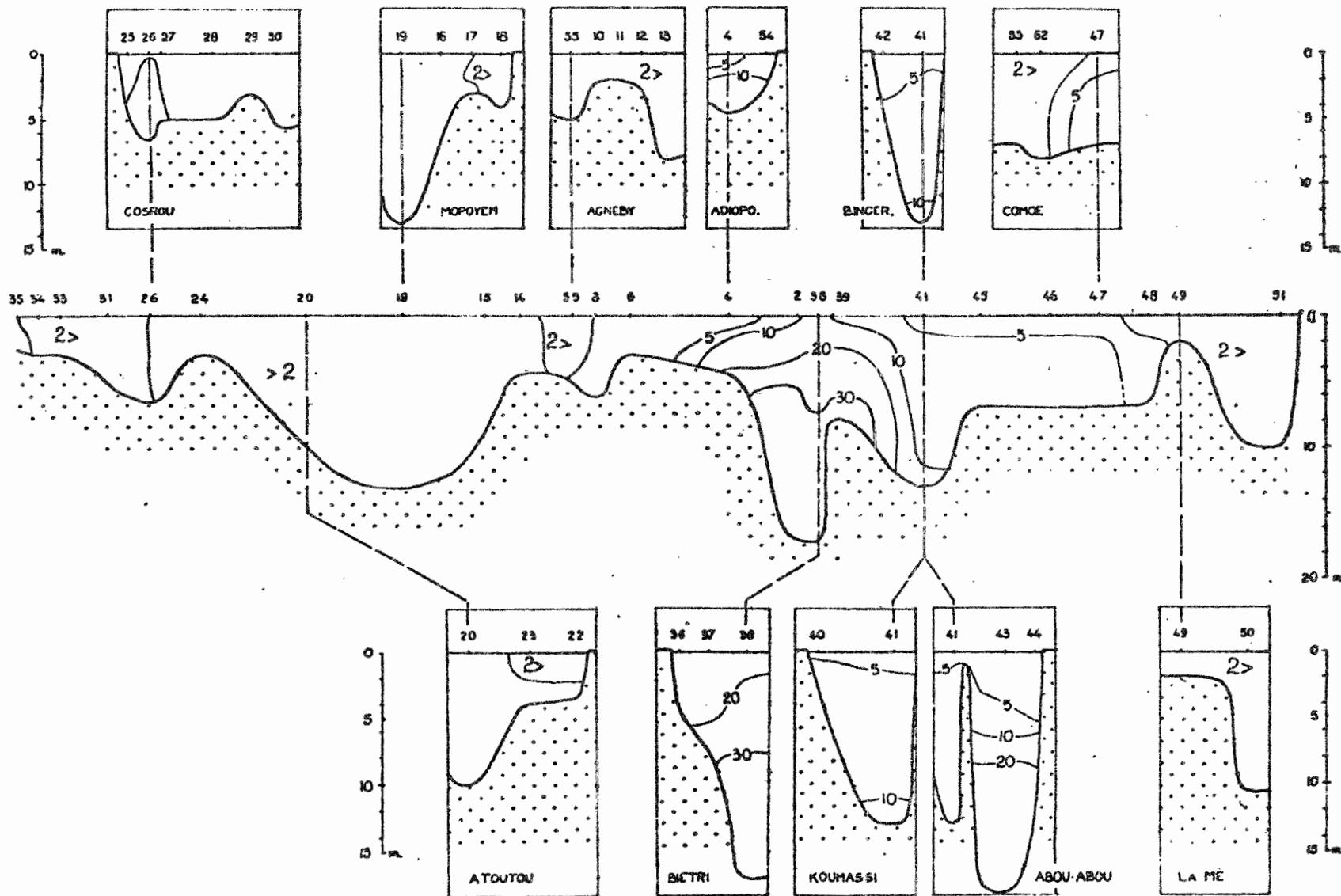


Figure 8 - Distribution spatiale des salinités (‰) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

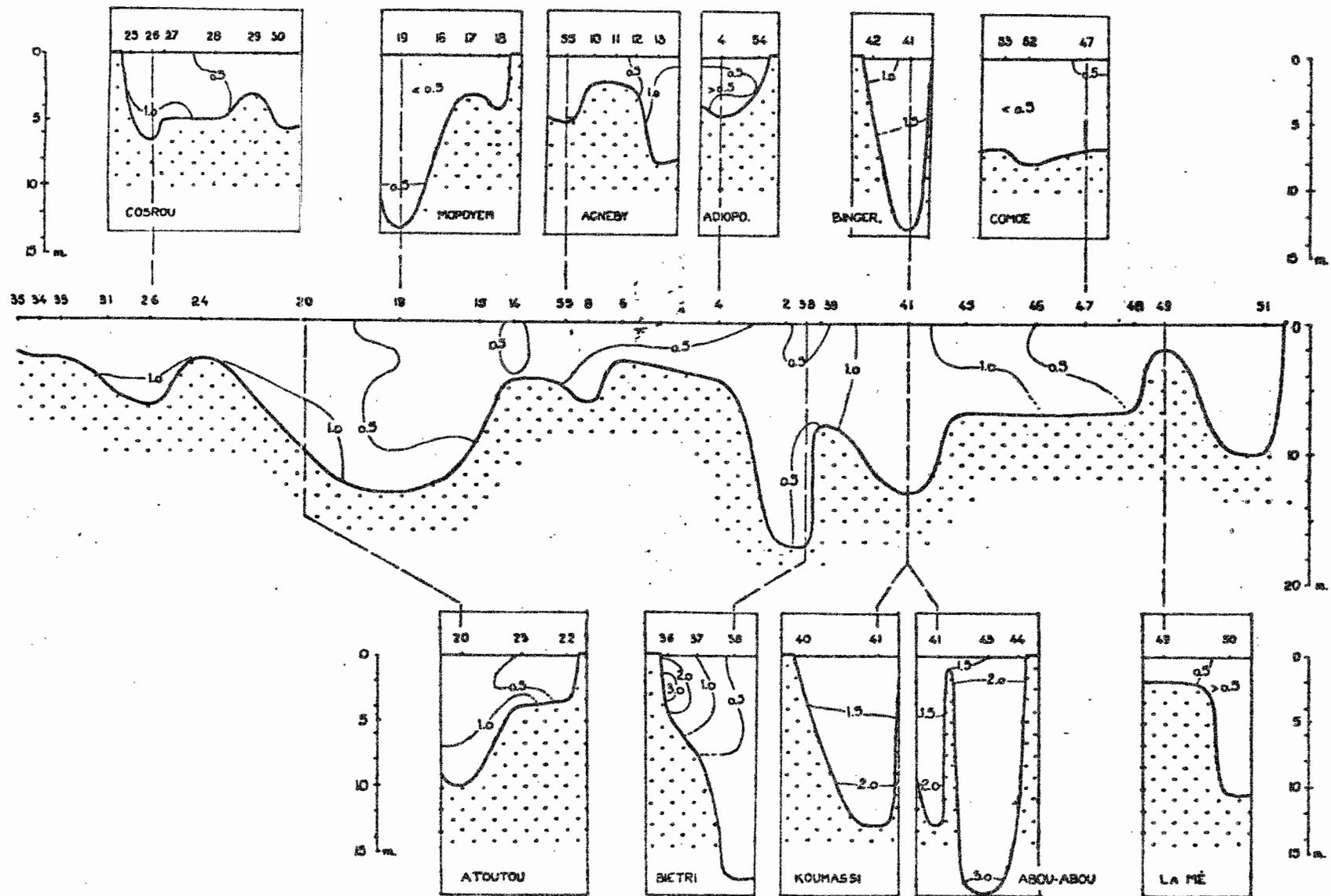


Figure 9 - Distribution spatiale du phosphate minéral dissous ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison sèche (janvier-avril)

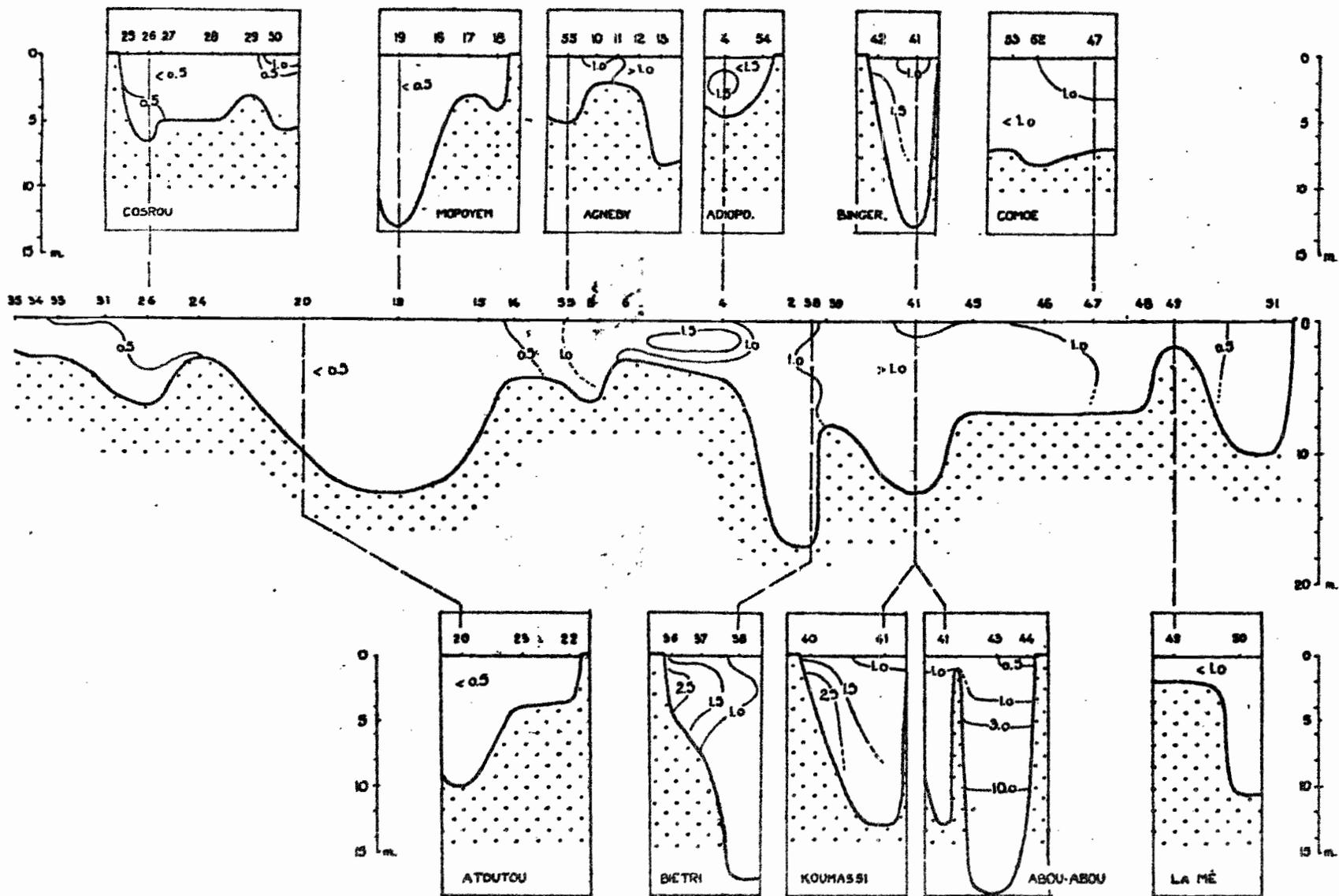


Figure 10 - Distribution spatiale du phosphate minéral dissous ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

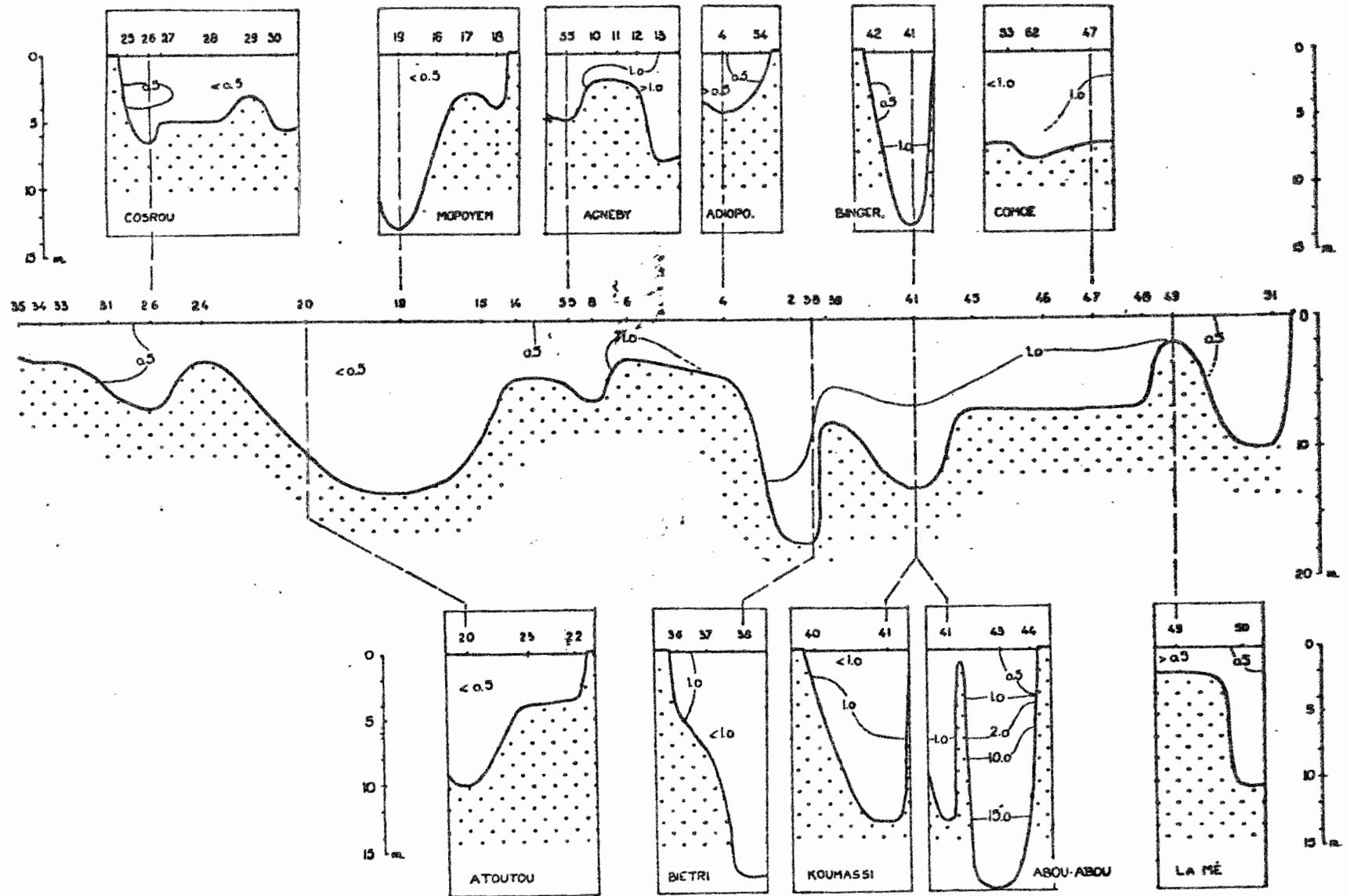


Figure 11 - Distribution spatiale du phosphate minéral dissous ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

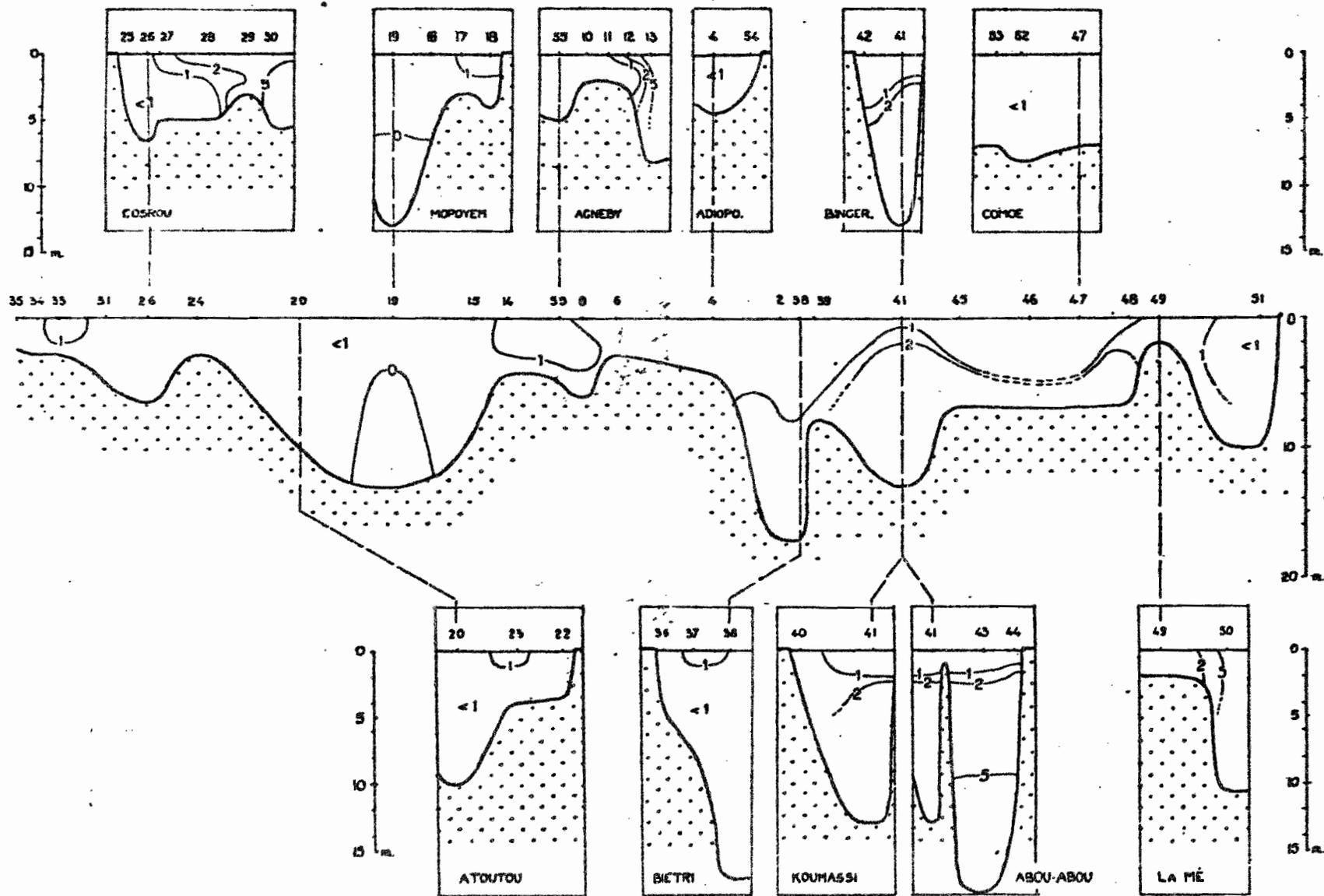


Figure 12 - Distribution spatiale du nitrate dissous ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebré : saison sèche (janvier-avril).

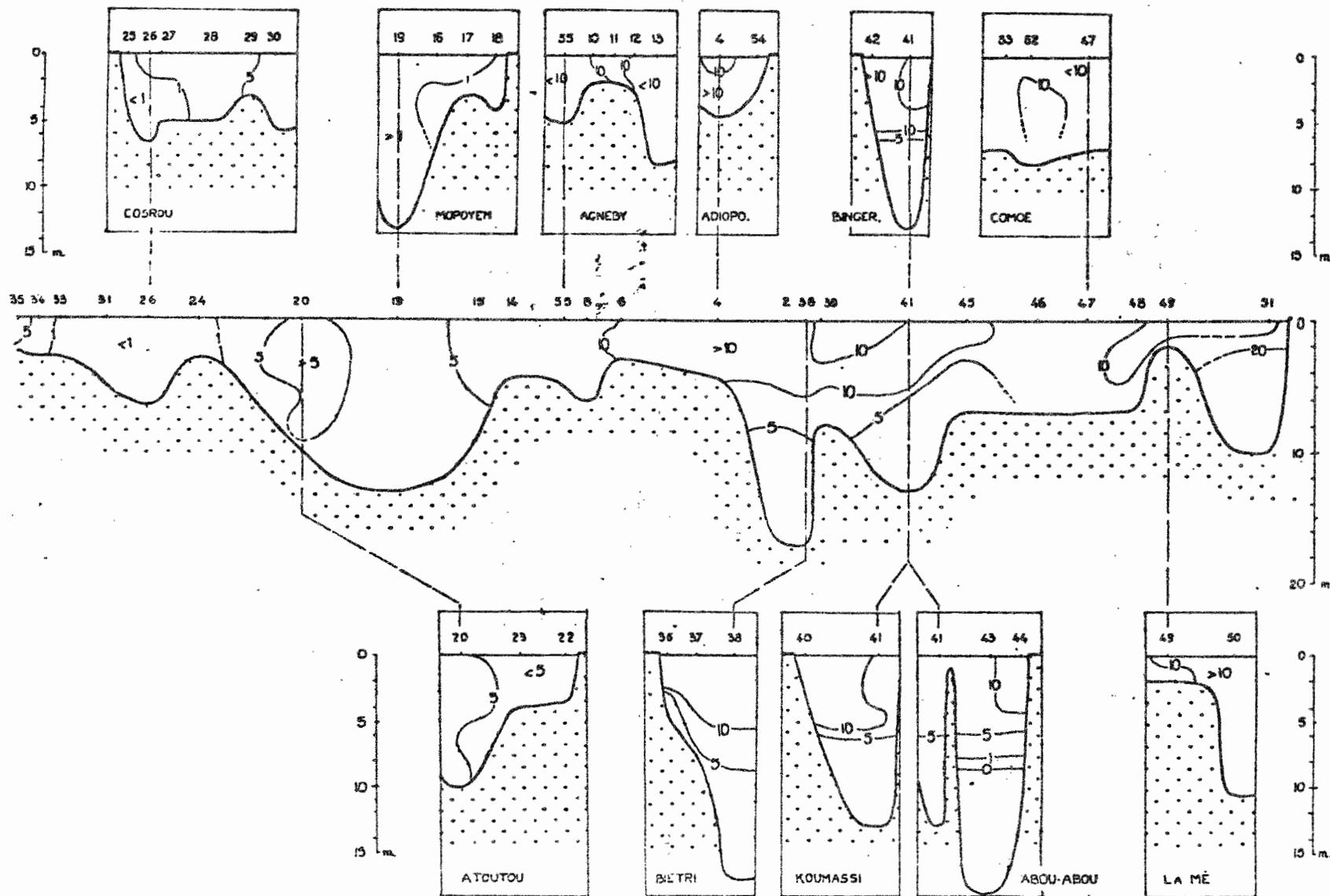


Figure 13 - Distribution spatiale du nitrate dissous (mg.l^{-1}) en lagune Ebrîé : saison des pluies (mai-août).

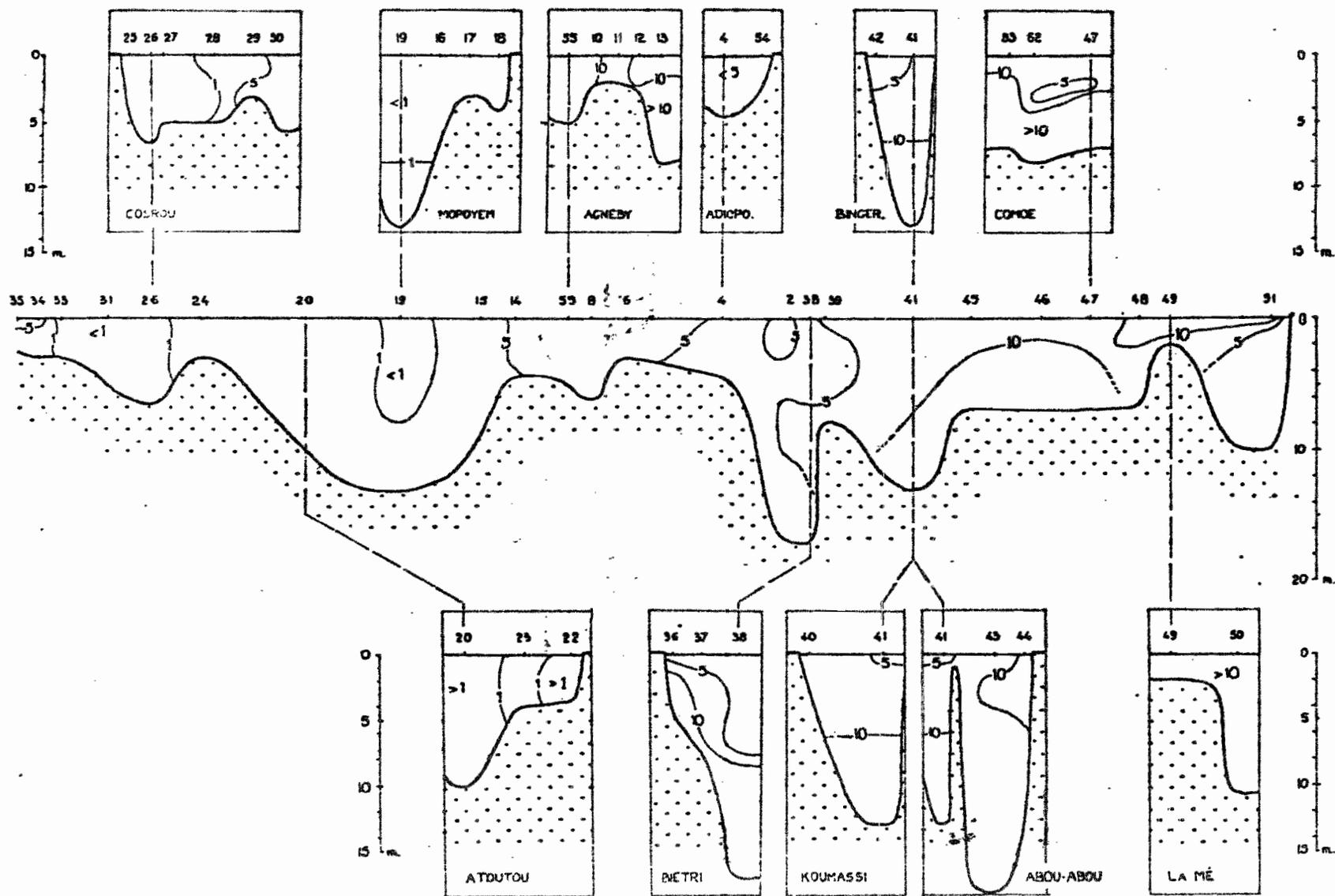


Figure 14 - Distribution spatiale du nitrate dissous ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

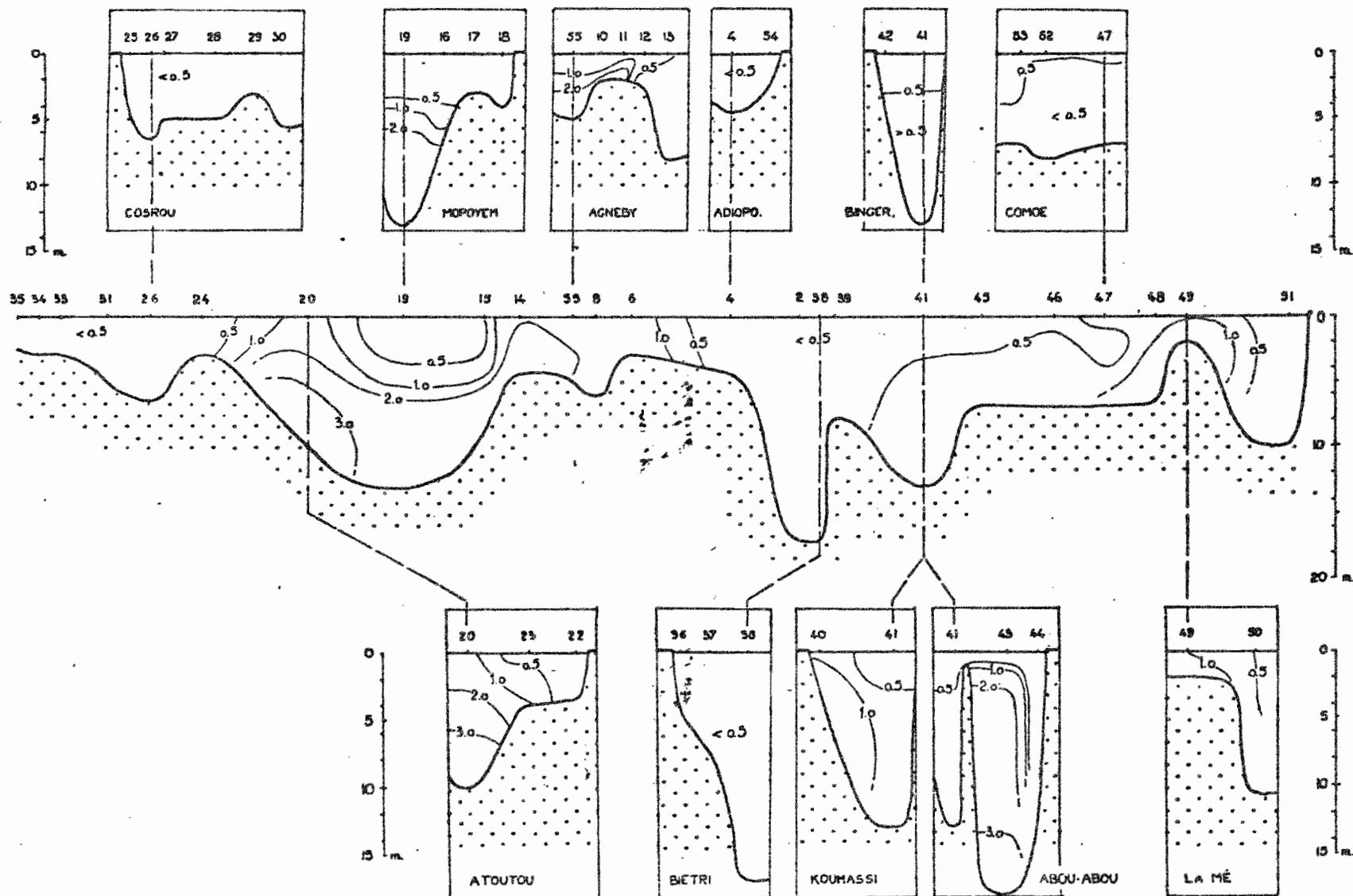


Figure 15 - Distribution spatiale du nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebré : saison sèche (janvier-avril).

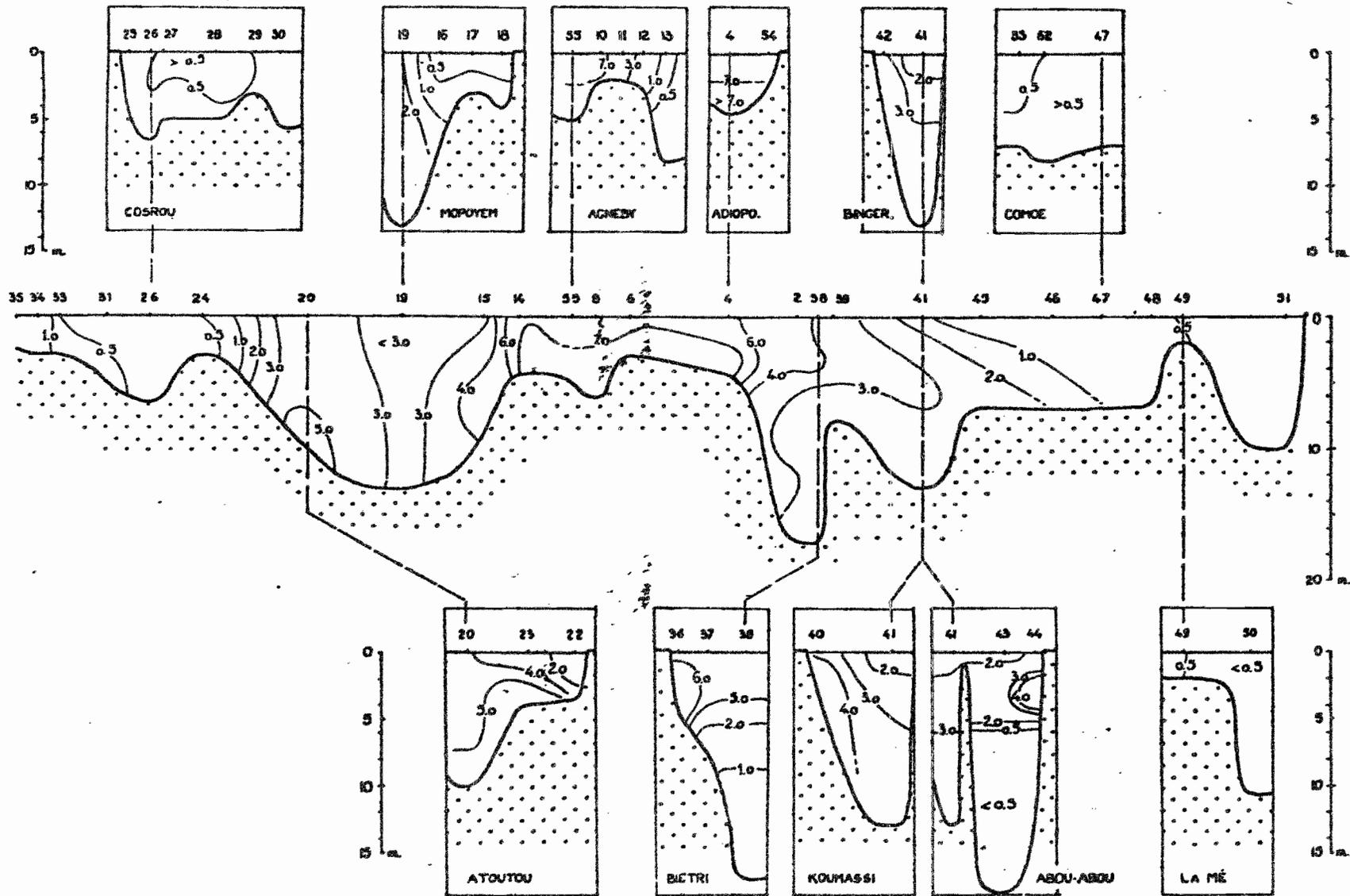


Figure 16 - Distribution spatiale du nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

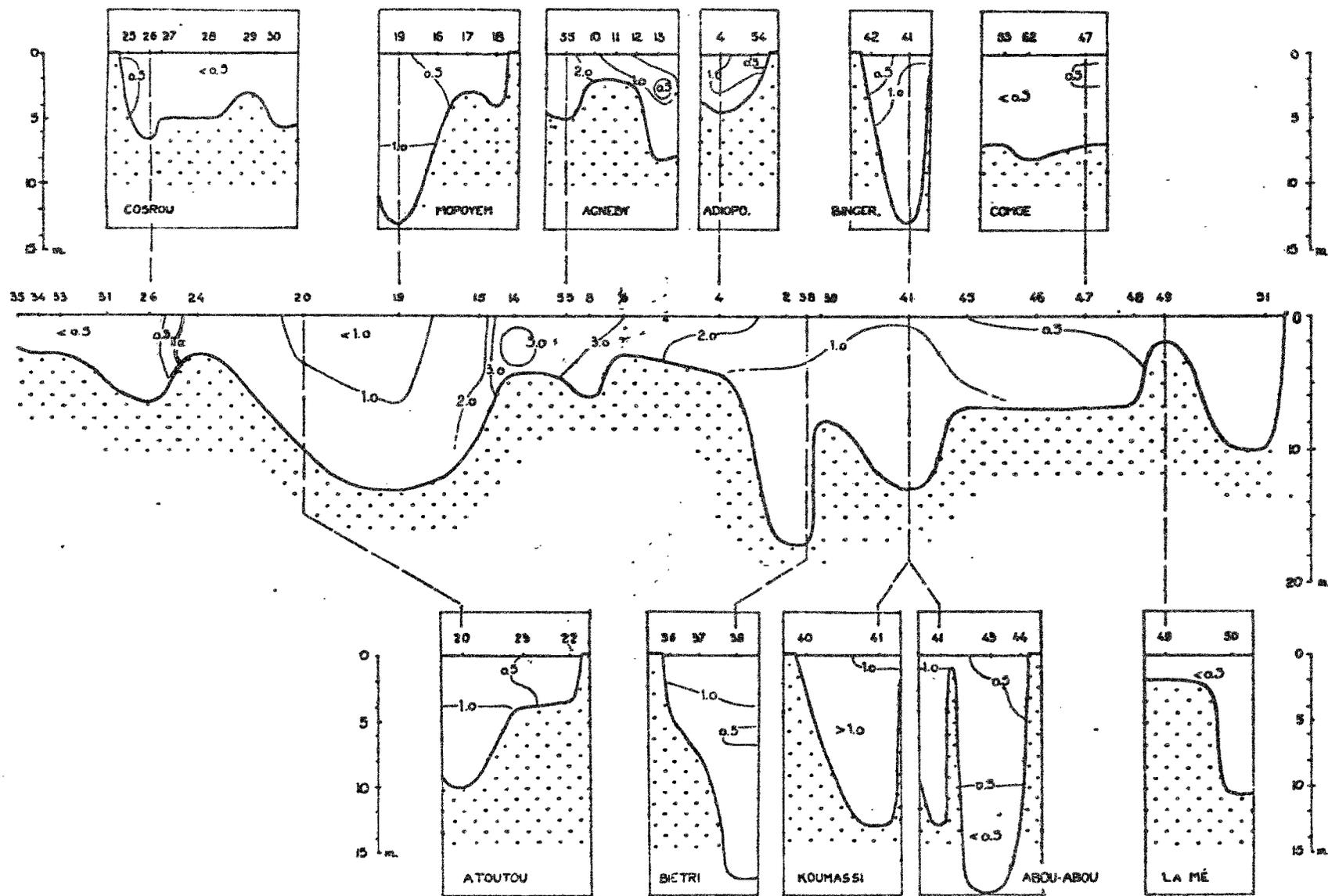


Figure 17 - Distribution spatiale du nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

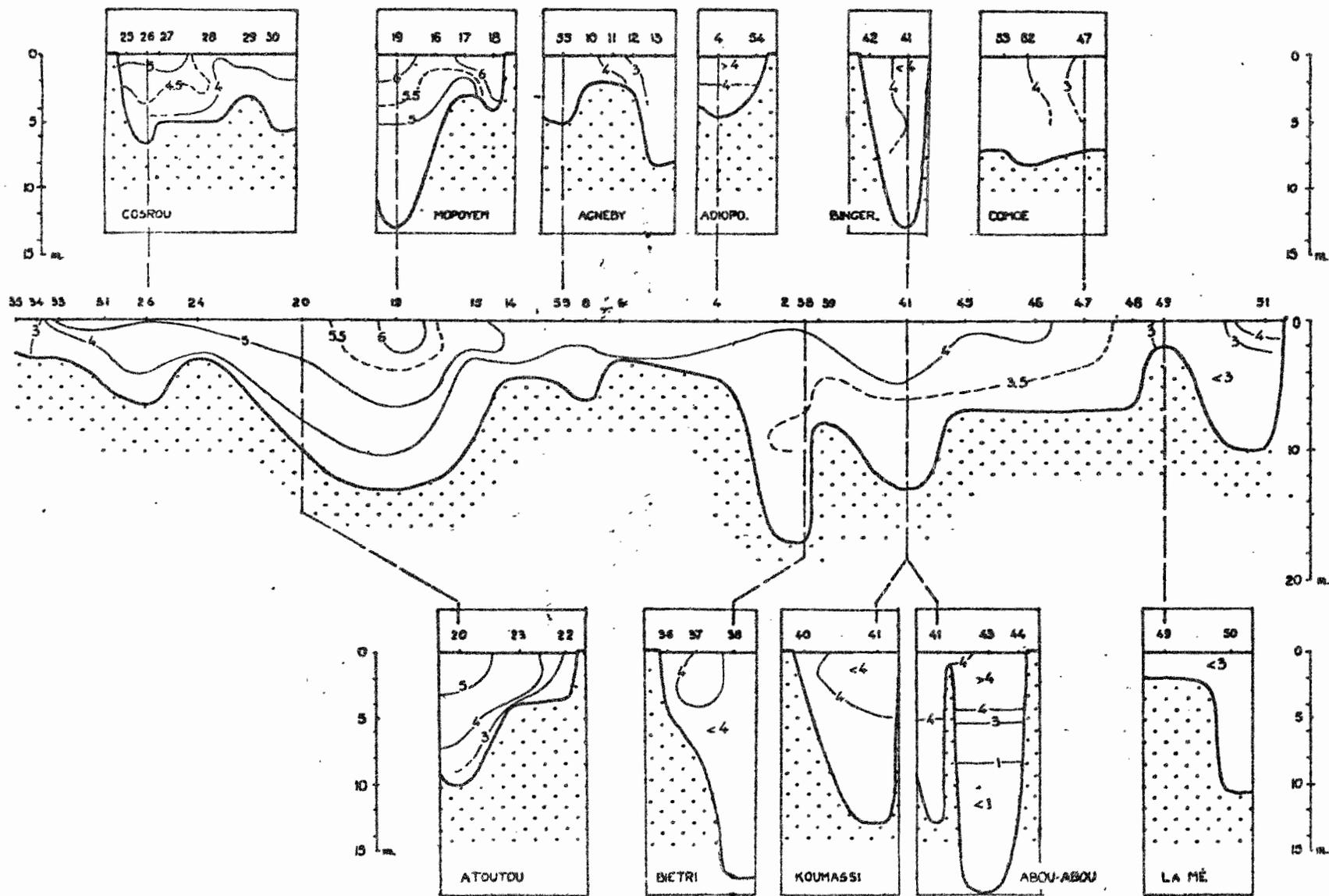


Figure 18 - Distribution spatiale de l'oxygène dissous (ml.l⁻¹) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

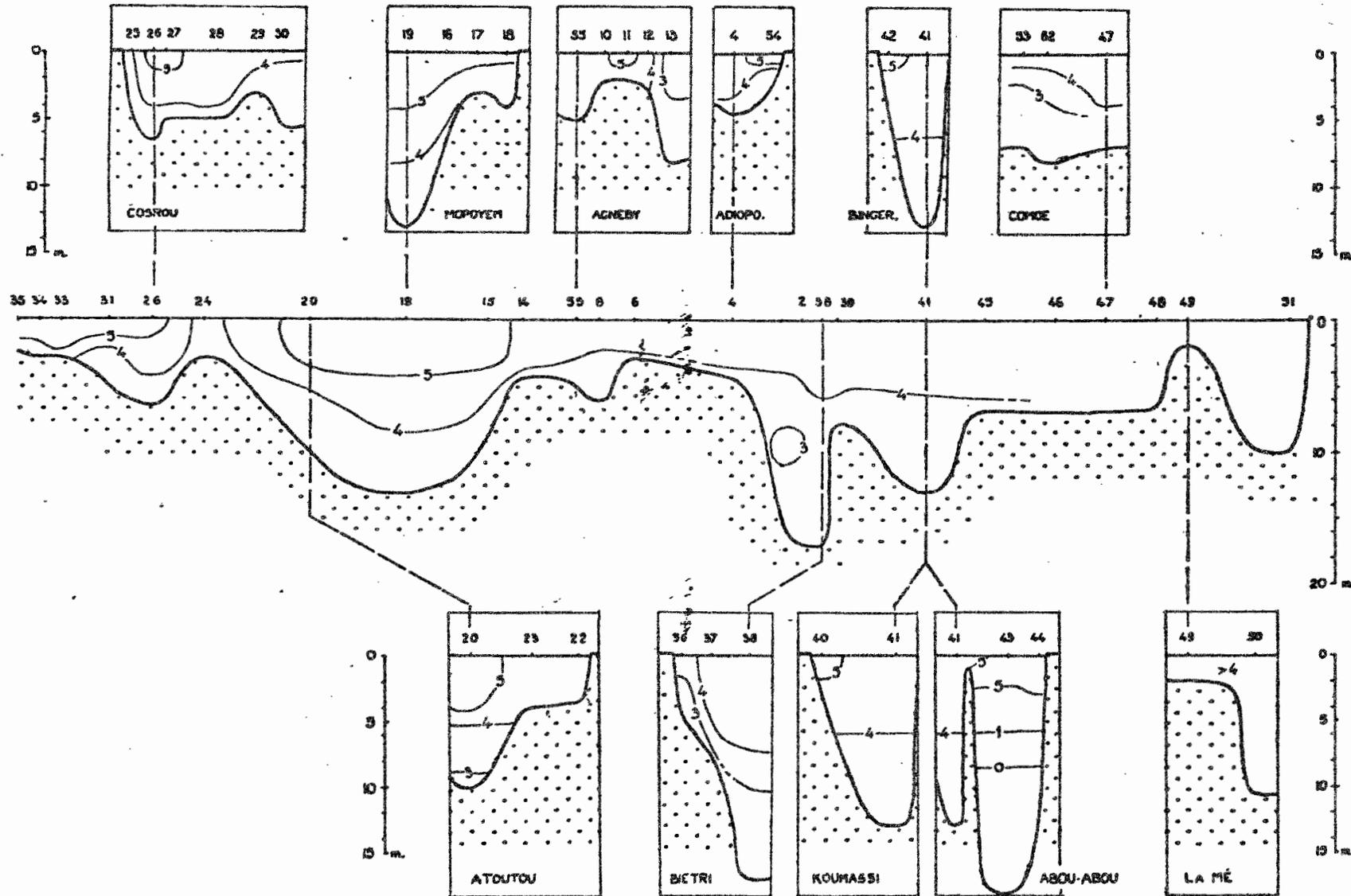


Figure 19 - Distribution spatiale de l'oxygène dissous (ml.l⁻¹) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

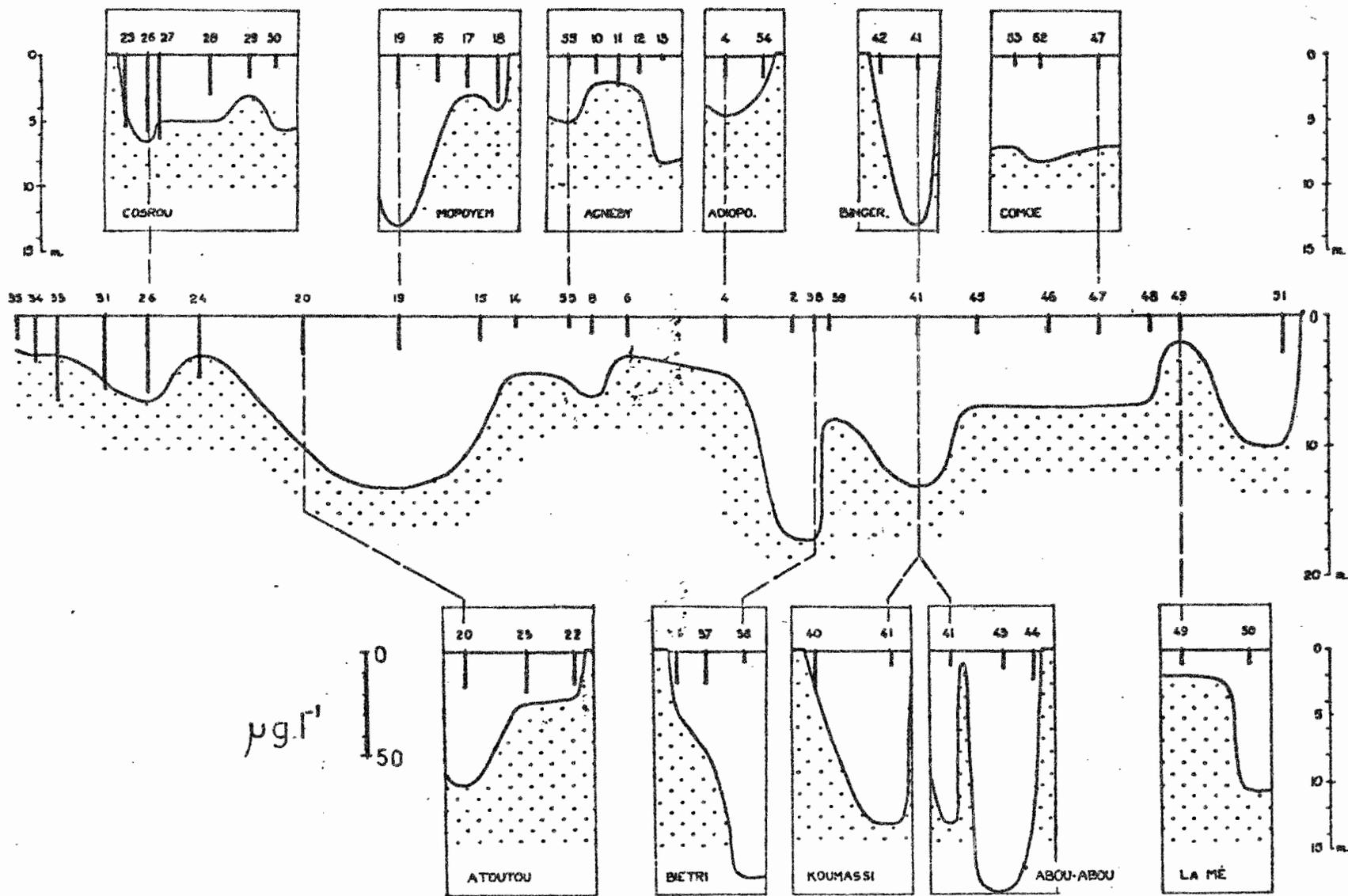


Figure 20 - Distribution spatiale de la chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison sèche (janvier-avril).

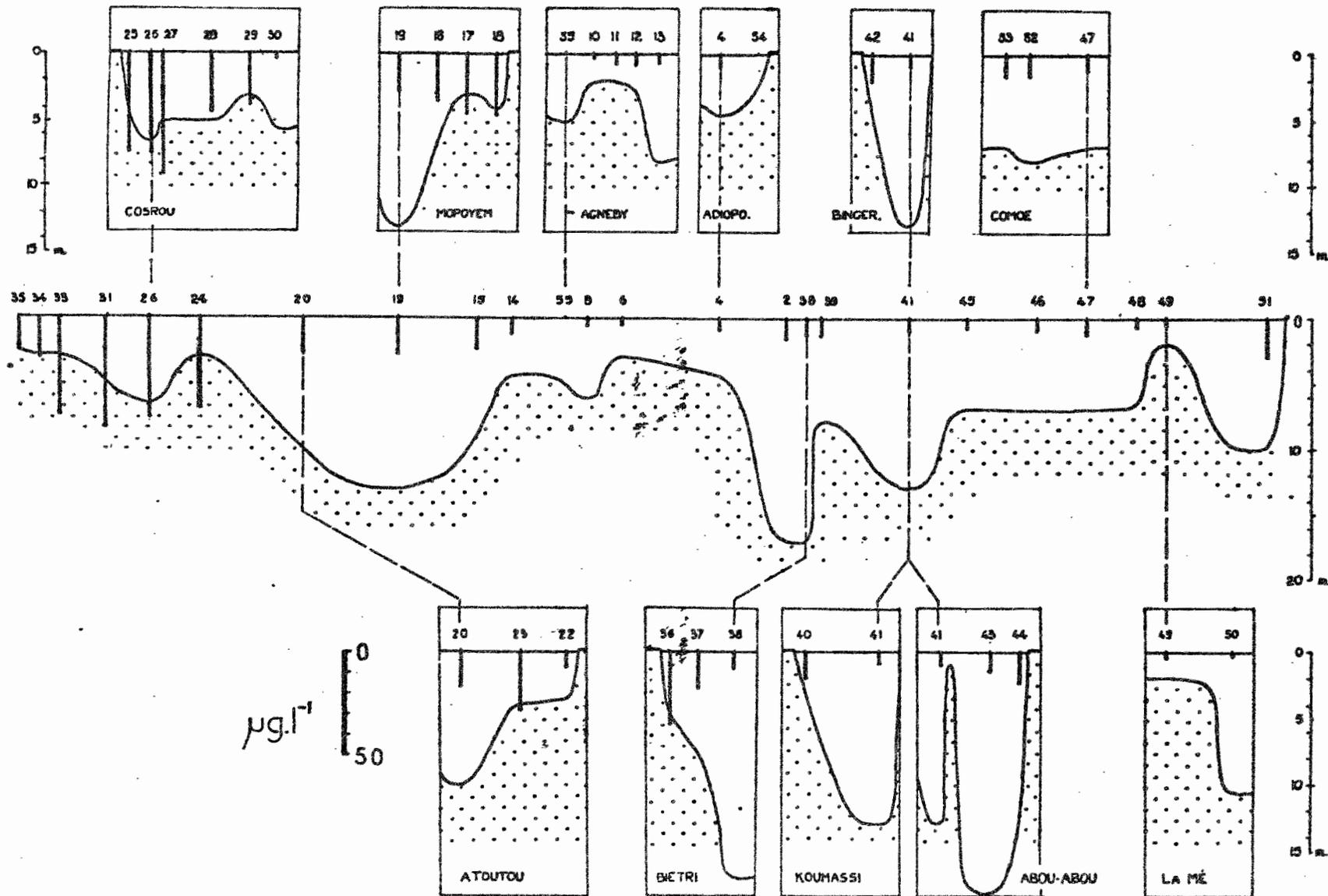


Figure 21 - Distribution spatiale de la chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

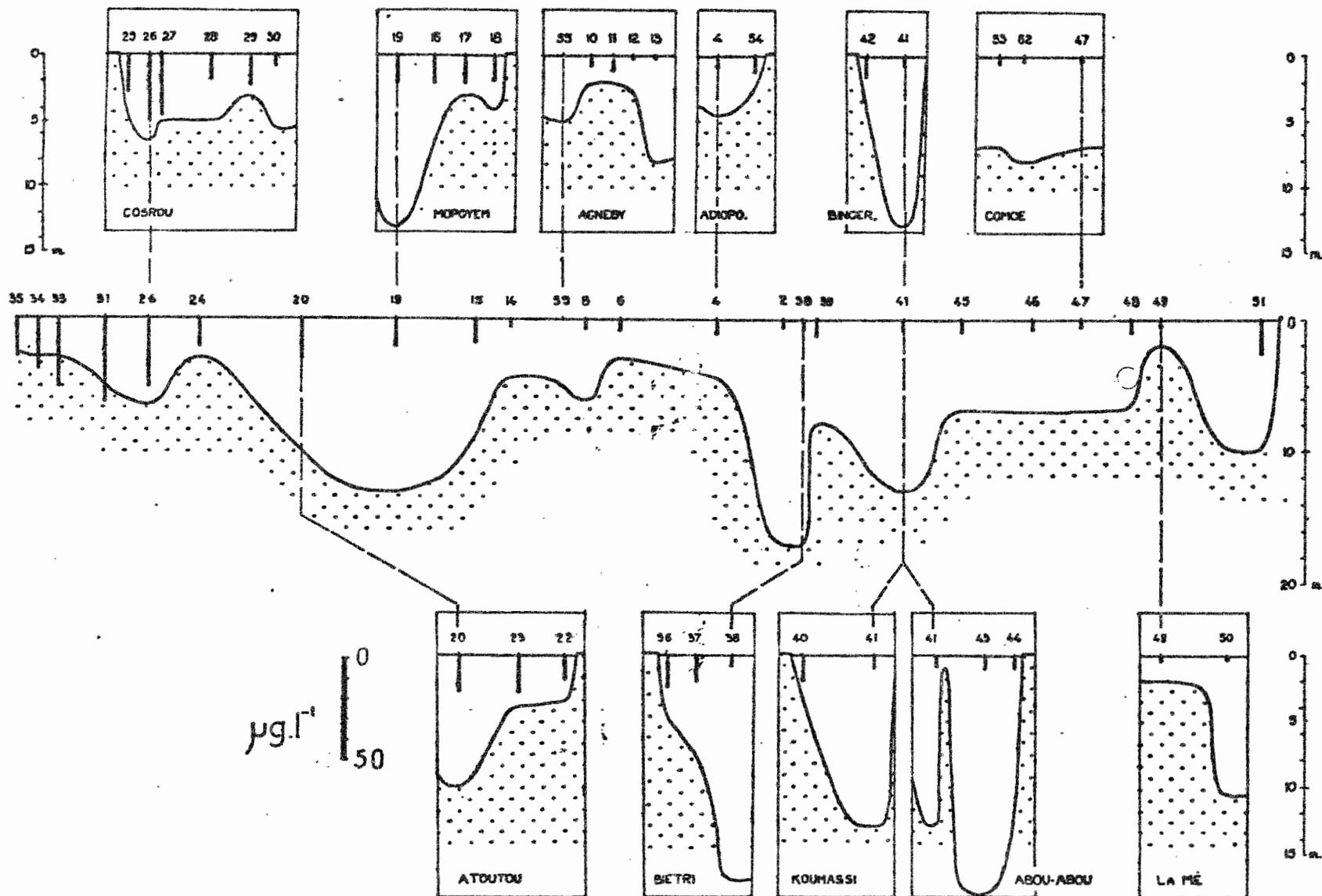


Figure 22 - Distribution spatiale de la chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

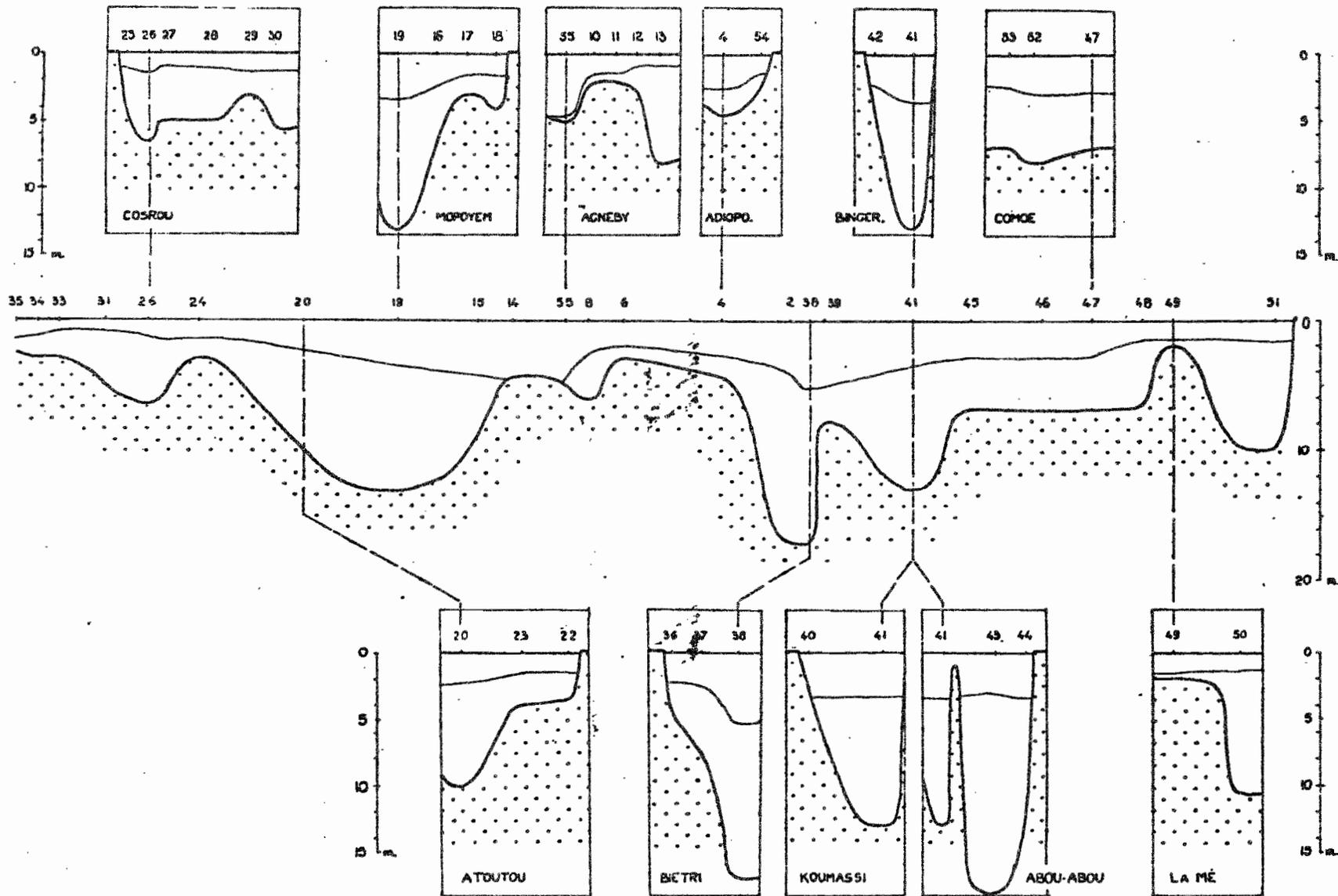


Figure 23 - Distribution spatiale de la zone euphotique (mètres) en lagune Ebrié : saison sèche (janvier-avril).

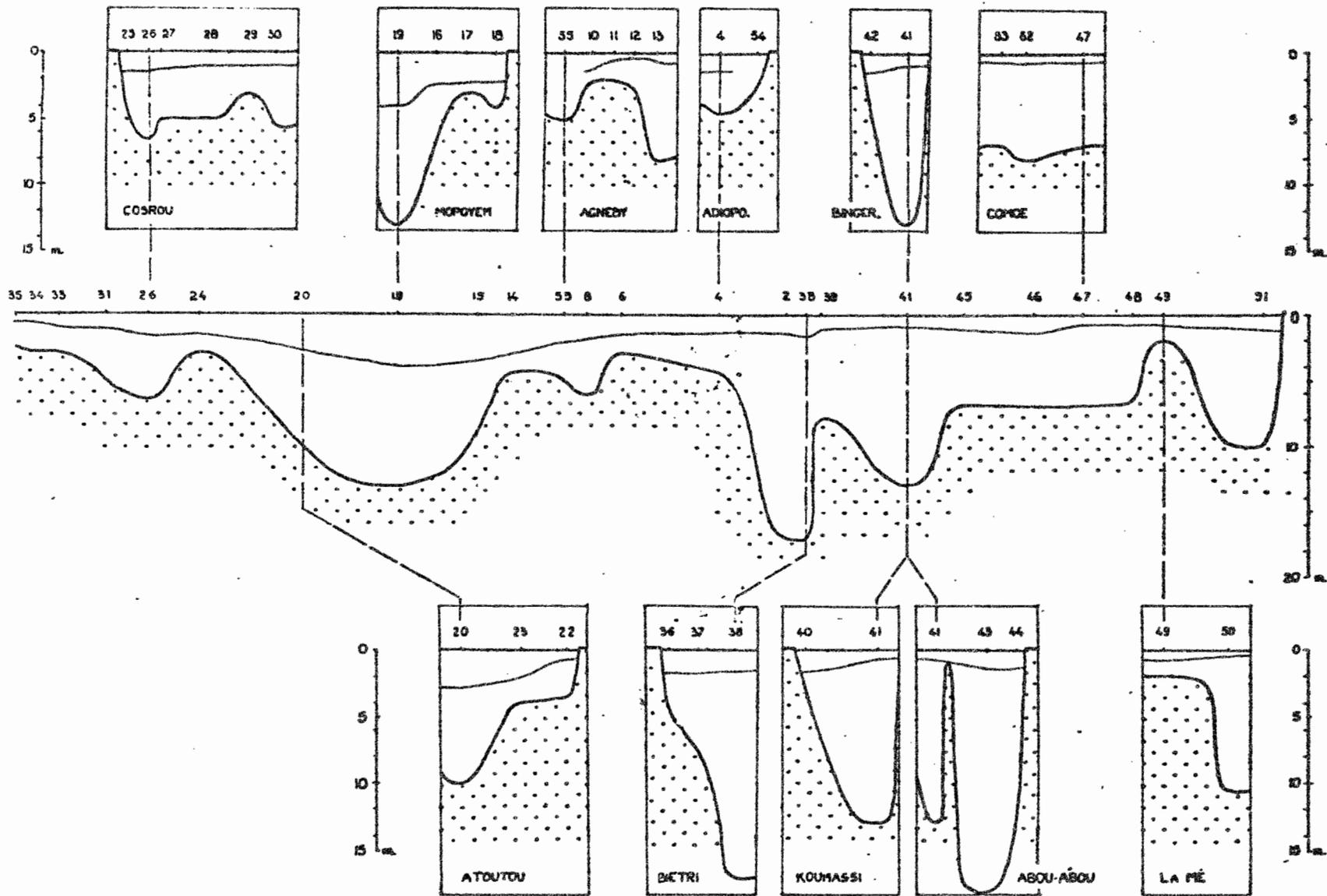


Figure 24 - Distribution spatiale de la zone euphotique (mètres) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

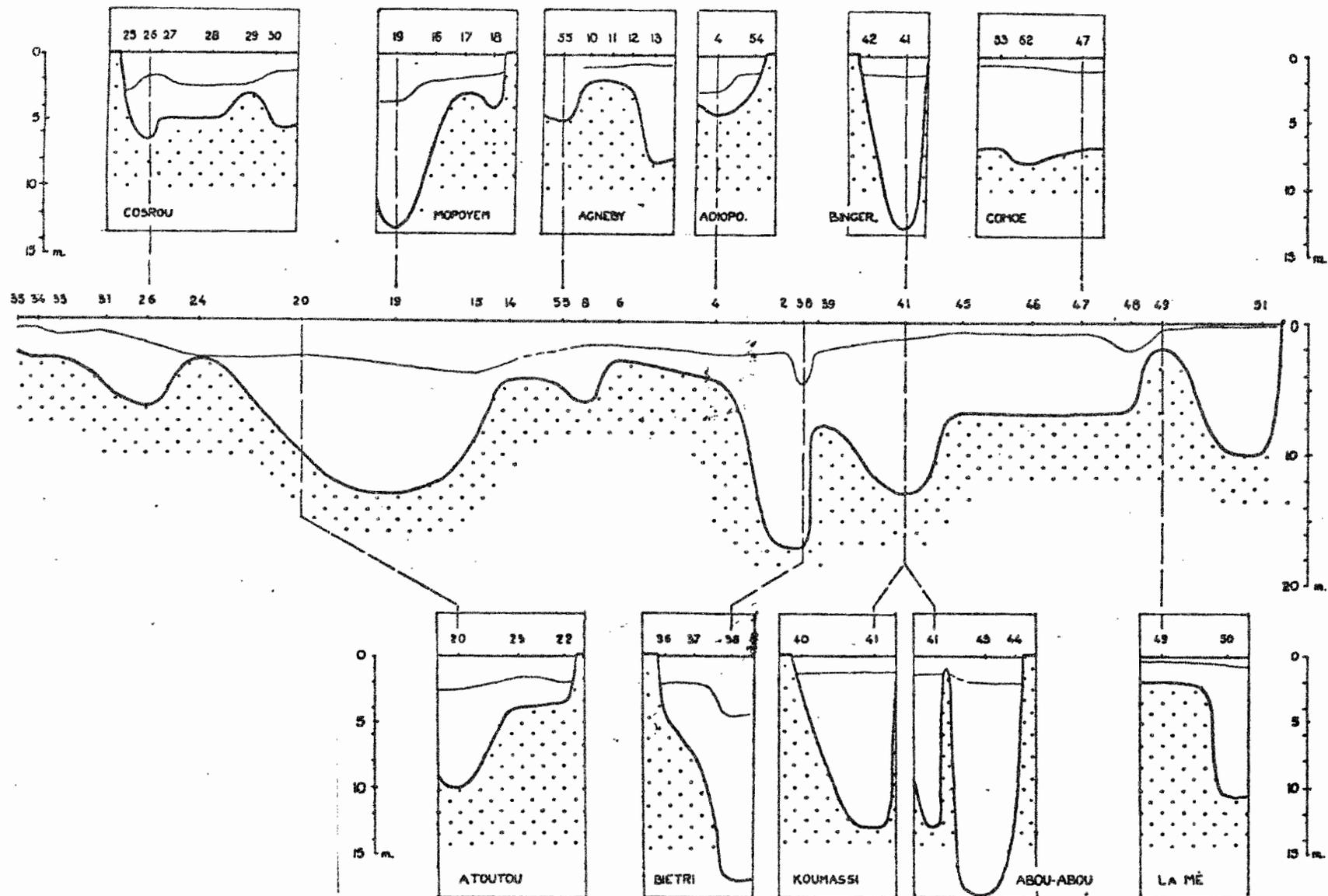


Figure 25 - Distribution spatiale de la zone euphotique (mètres) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

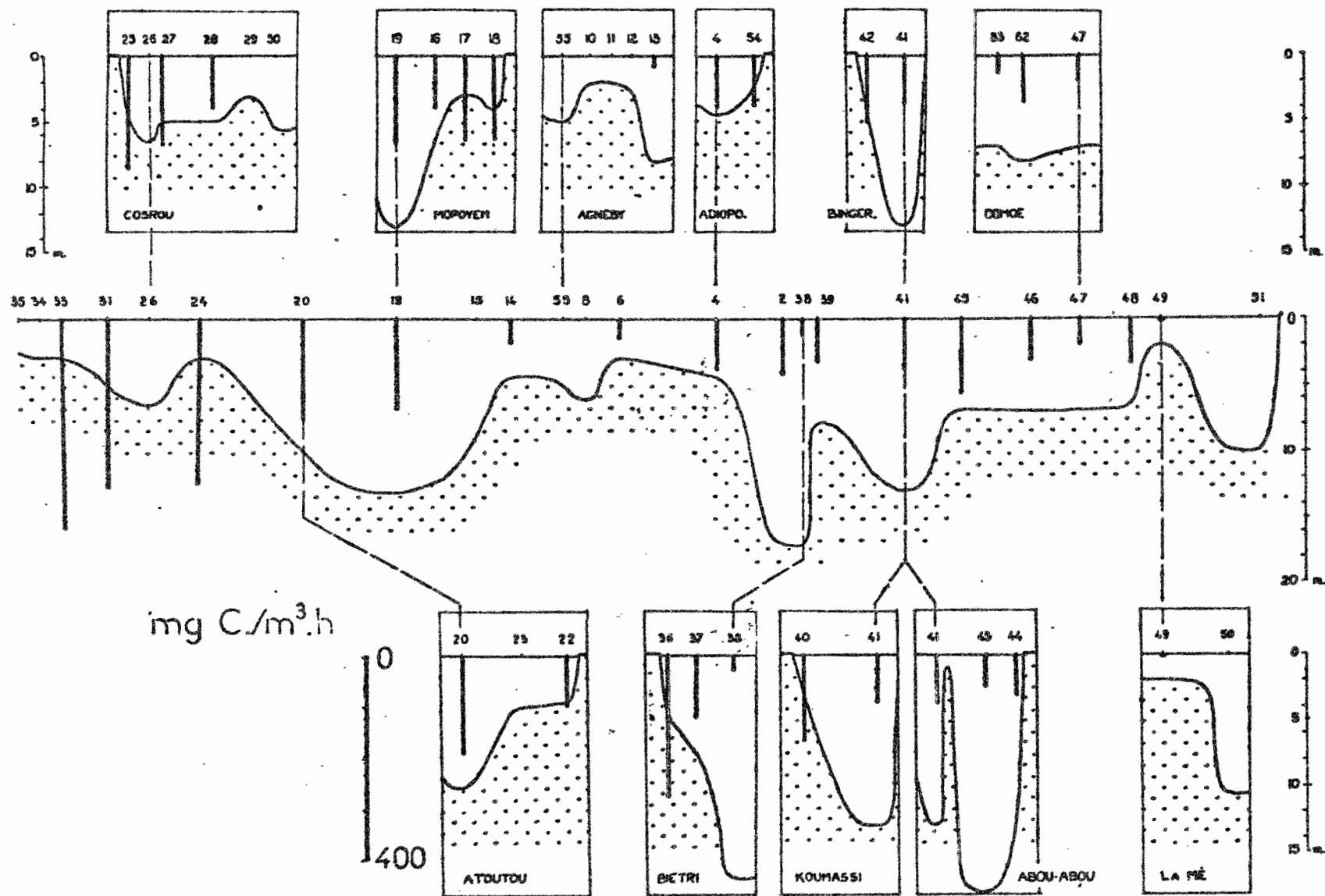


Figure 26 - Distribution spatiale de la production primaire ($\text{mgC}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) en lagune Ebré : saison sèche (janvier-avril).

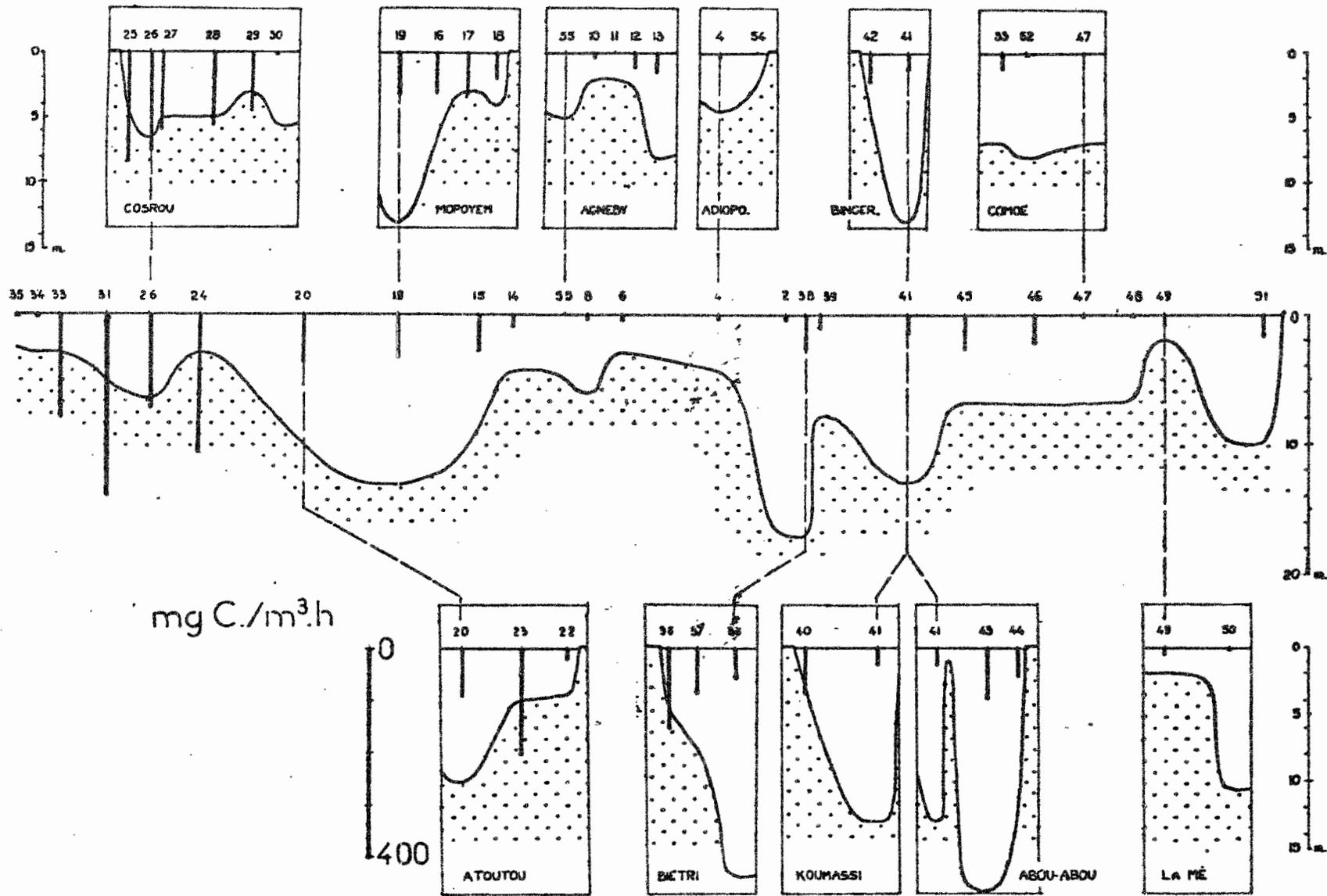


Figure 27 - Distribution spatiale de la production primaire (mgC/m³.h) en lagune Ebrié : saison des pluies (mai-août).

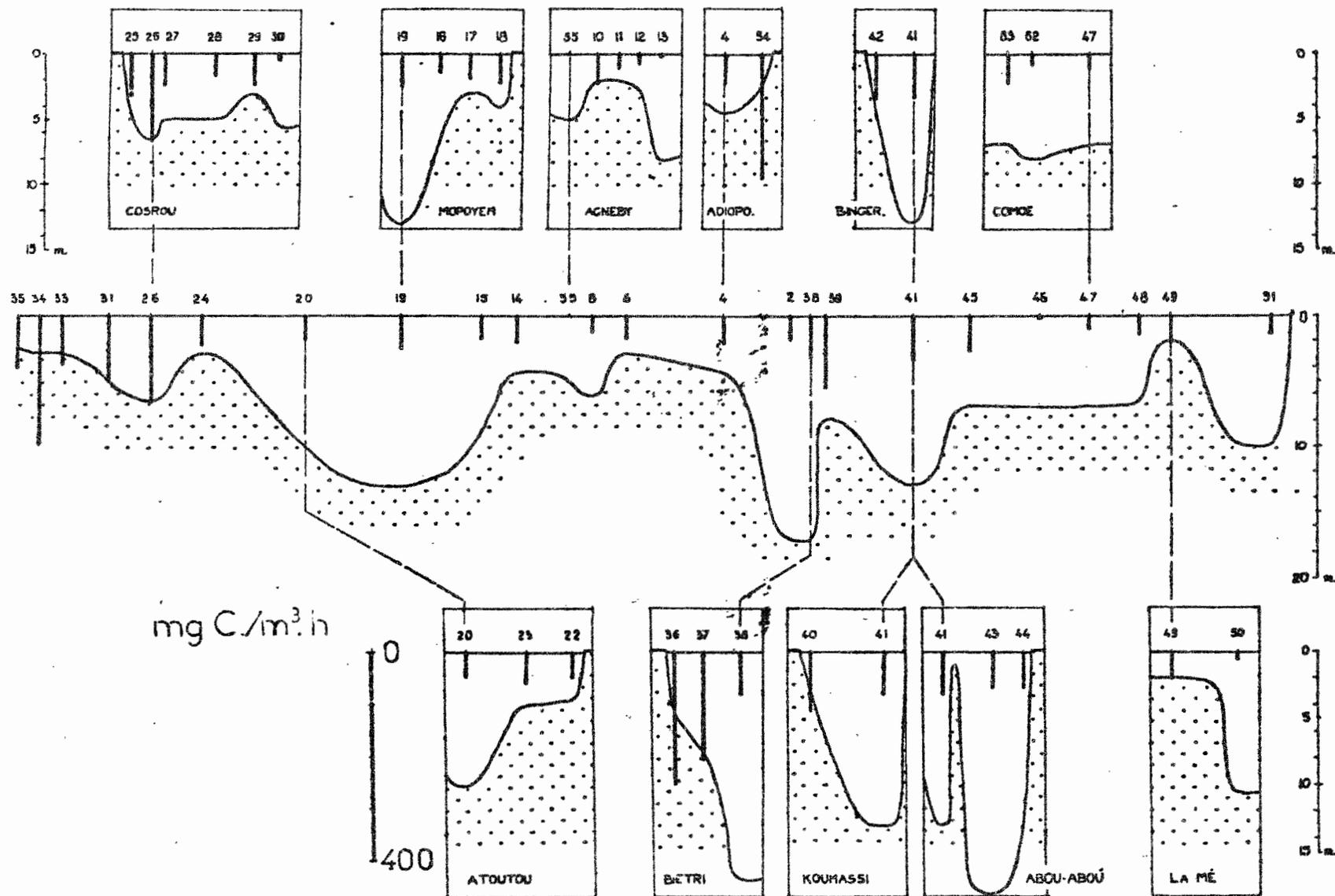


Figure 28 - Distribution spatiale de la production primaire ($\text{mgC}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$) en lagune Ebrié : saison de crue du Comoé (septembre-décembre).

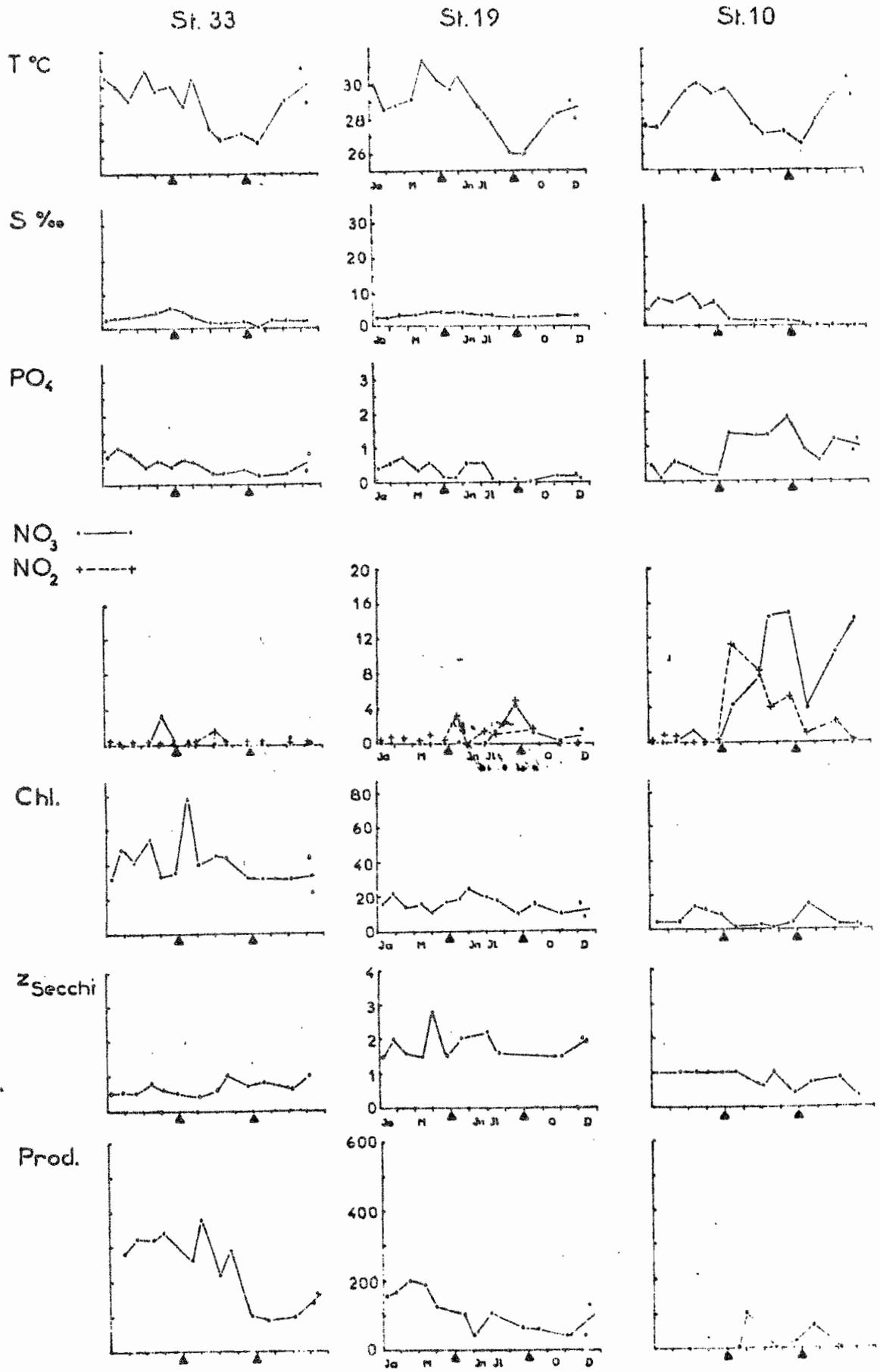


Figure 29 - Variations saisonnières de la température (°C), la salinité (‰), le phosphate, nitrate et nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$), la chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$), la transparence au disque de Secchi (mètres) et la production primaire ($\text{mgC/m}^3\cdot\text{h}$). Les stations 33, 19 et 10 caractérisent respectivement les secteurs VI, V et IV.

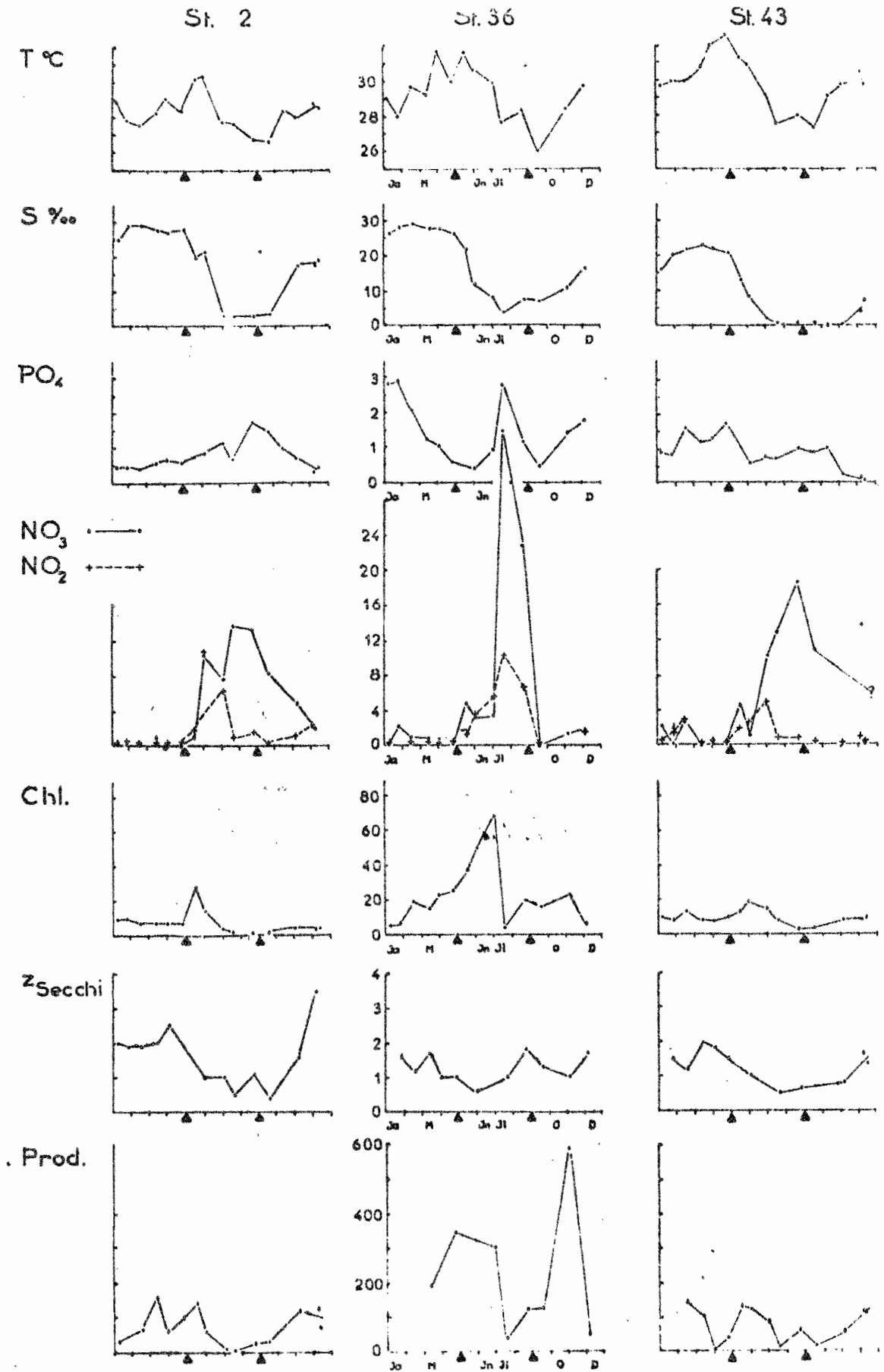


Figure 30 - Variations saisonnières de la température (°C), la salinité (‰), le phosphate, nitrate et nitrite ($\mu\text{mg.l}^{-1}$), la chlorophylle *a* ($\mu\text{g.l}^{-1}$), la transparence au disque de Secchi (mètres) et la production primaire ($\text{mgC/m}^3\cdot\text{h}$). Les stations 2, 36 et 43 caractérisent respectivement les secteurs III (2 : chenal central, 36 : baie polluée) et II (43 : baie non polluée).

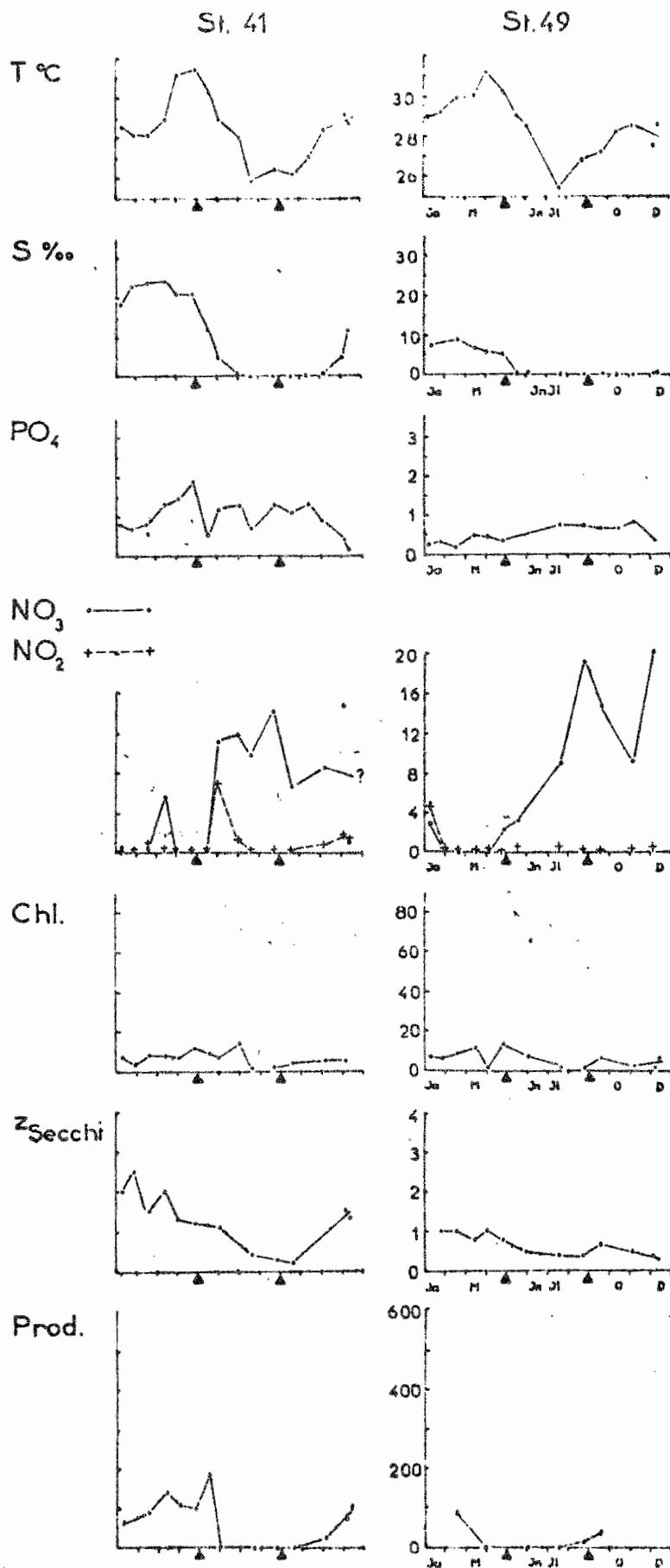


Figure 31 - Variations saisonnières de la température (°C), la salinité (‰), le phosphate, nitrate et nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$), la chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$), la transparence au disque de Secchi (mètres) et la production primaire ($\text{mgC/m}^3.\text{h}$). Les stations 41 et 49 caractérisent respectivement les secteurs II et I.

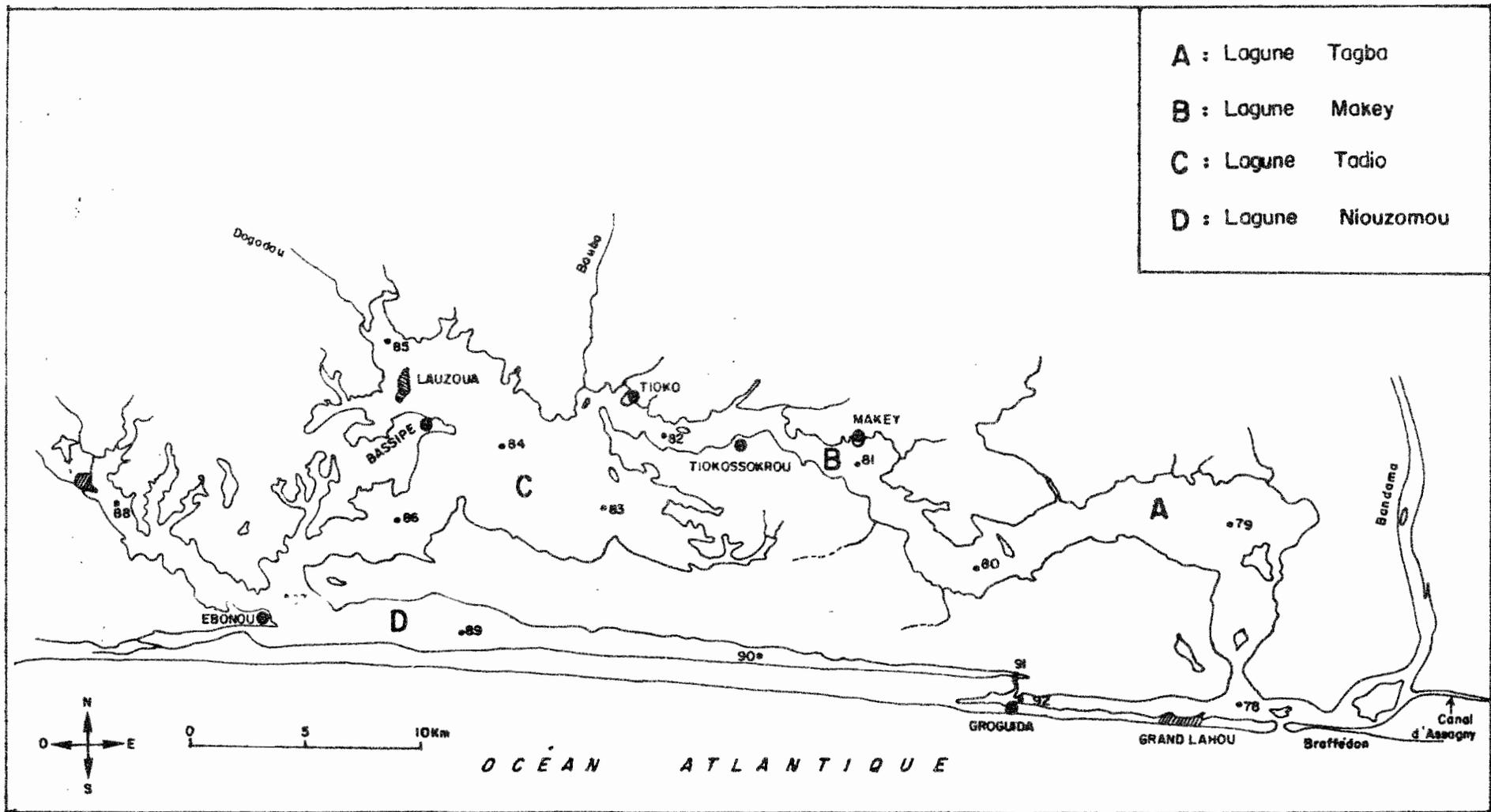


Figure 32 - Lagune de Grand-Lahou : situation des stations de prélèvement.

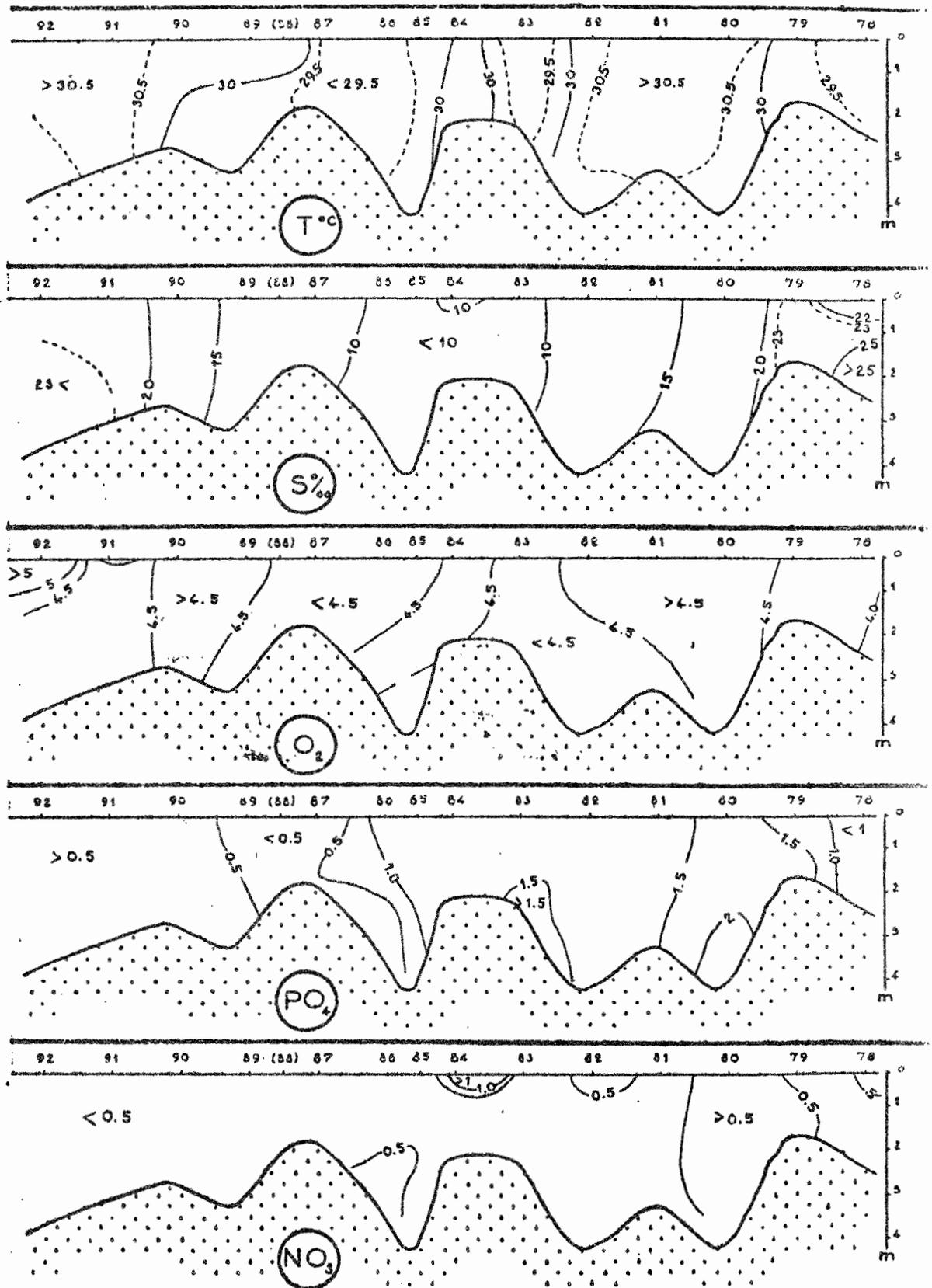


Figure 33 - Distributions spatiales de saison sèche (janvier-avril) en lagune de Grand Lahou : températures ($^{\circ}\text{C}$), salinité (‰), teneurs en oxygène dissous (ml.l^{-1}), phosphate et nitrate ($\mu\text{atg.l}^{-1}$).

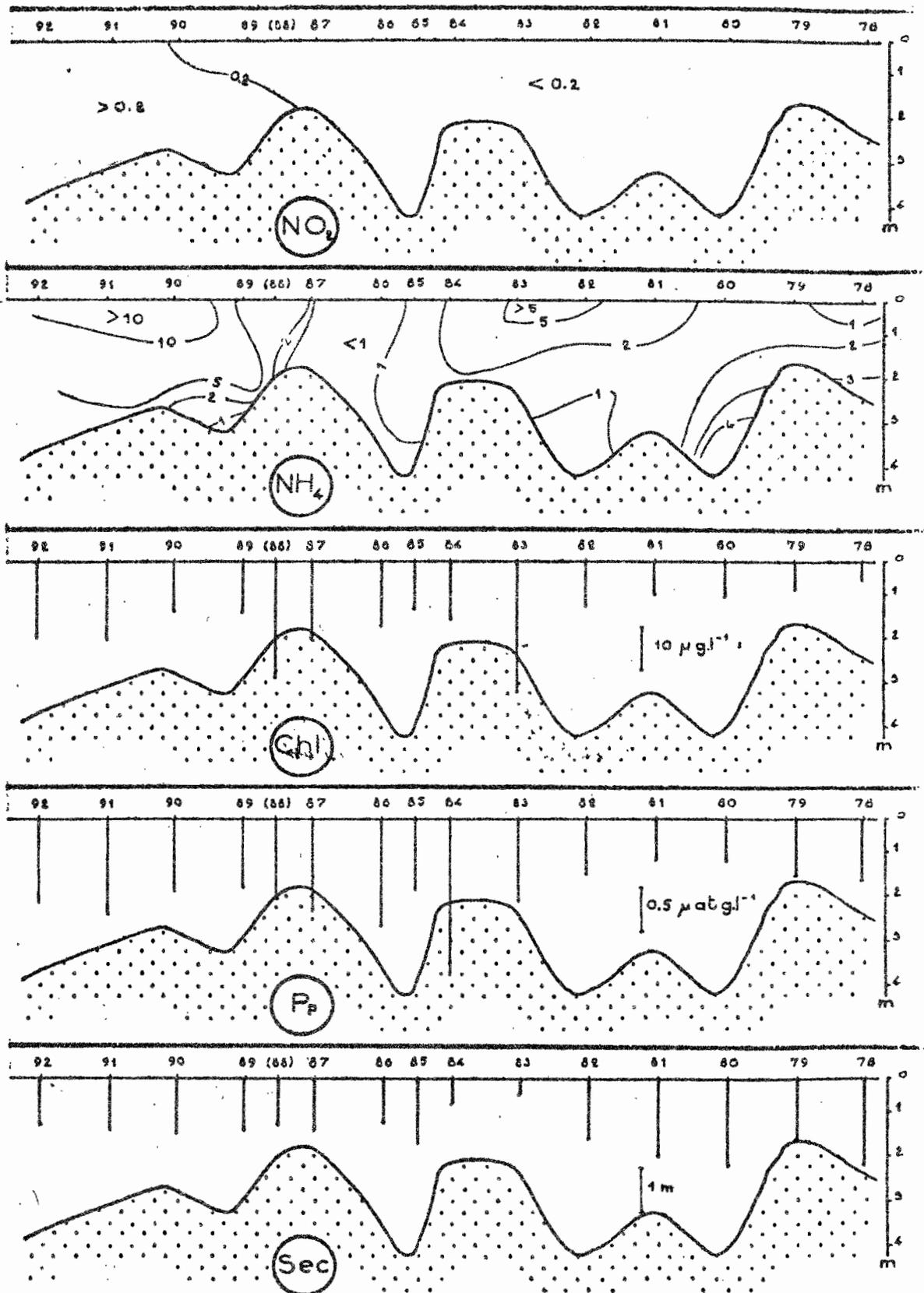


Figure 34 - Distributions spatiales de saison sèche (janvier-avril) en lagune de Grand Lahou : nitrite , ammoniacque ($\mu\text{atg.l}^{-1}$), chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$), production primaire (mgC/m.h), transparence (disque de Secchi, en mètres).

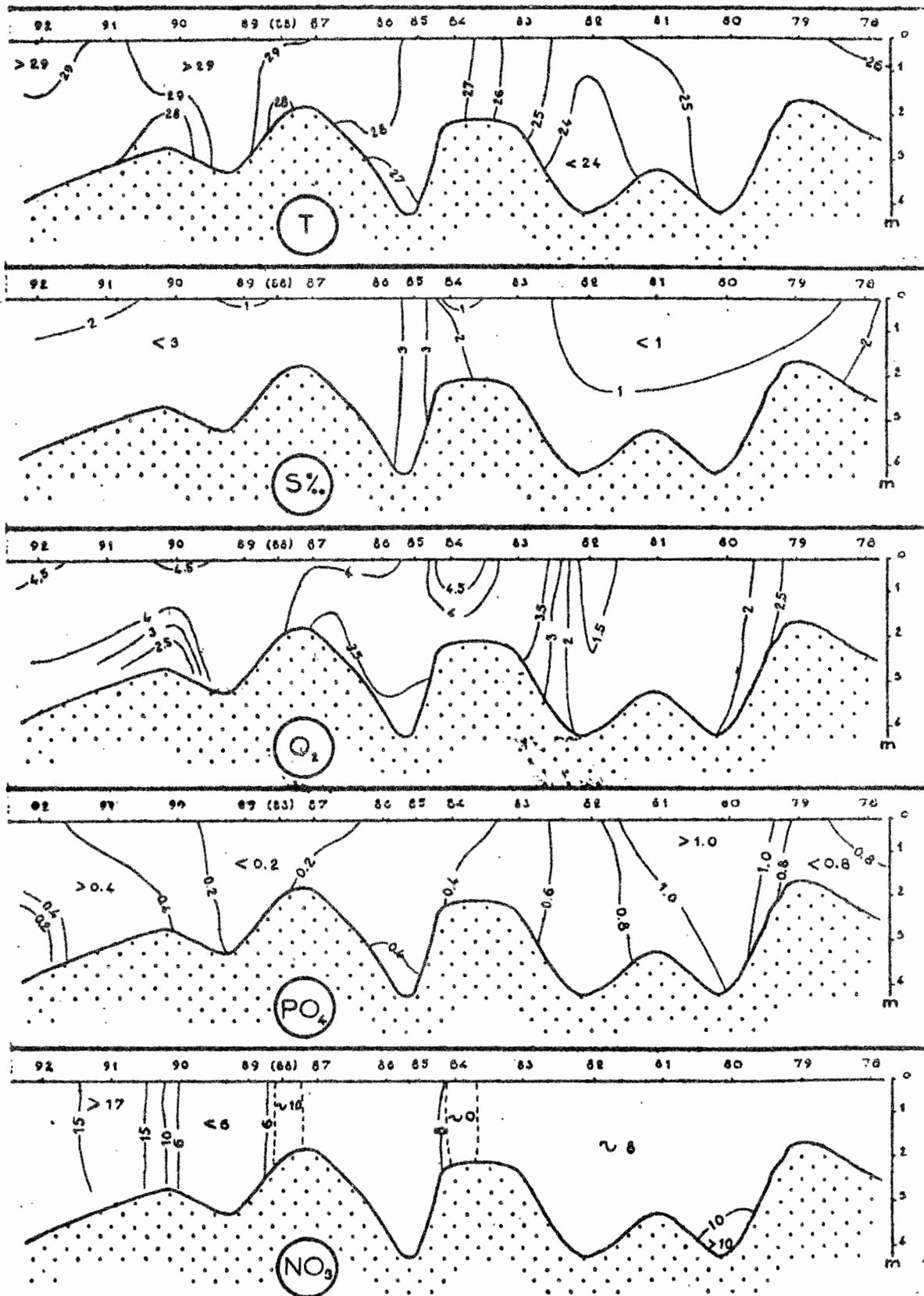


Figure 35 - Distributions spatiales de saison des pluies (mai-août) en lagune de Grand Lahou : températures (°C), salinité (‰), teneurs en oxygène dissous (ml.l⁻¹), phosphate et nitrate (µatg.l⁻¹).

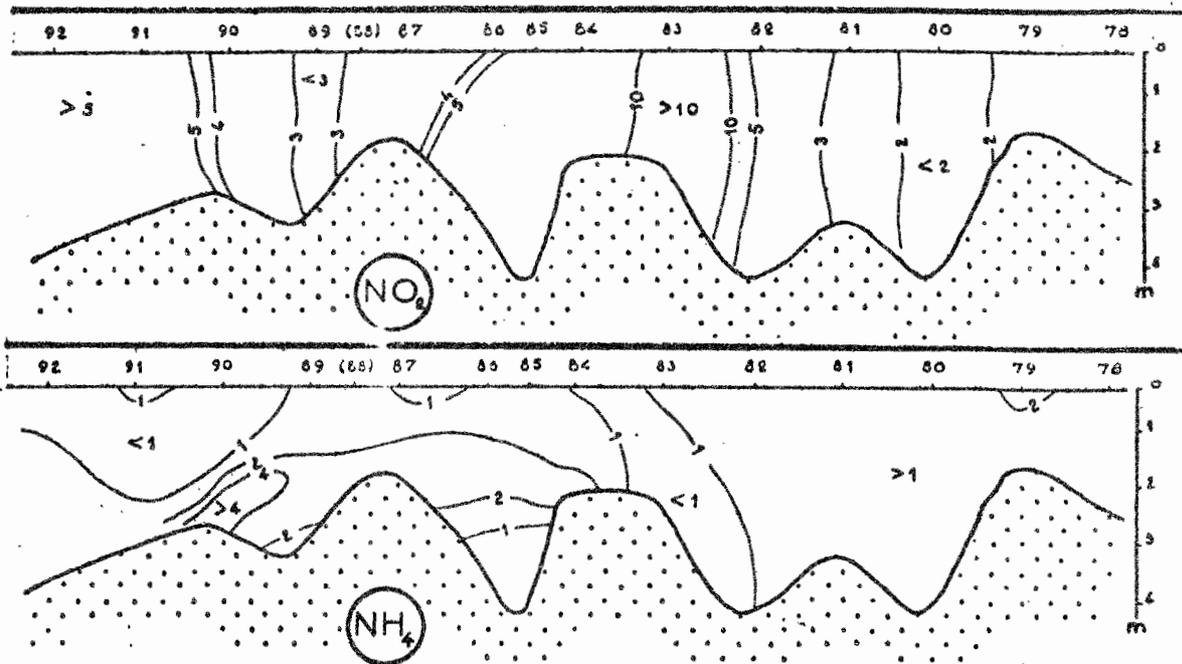


Figure 36 - Distributions spatiales de saison sèche (janvier-avril) en lagune de Grand Lahou : nitrite , ammoniac ($\mu\text{atg.l}^{-1}$).

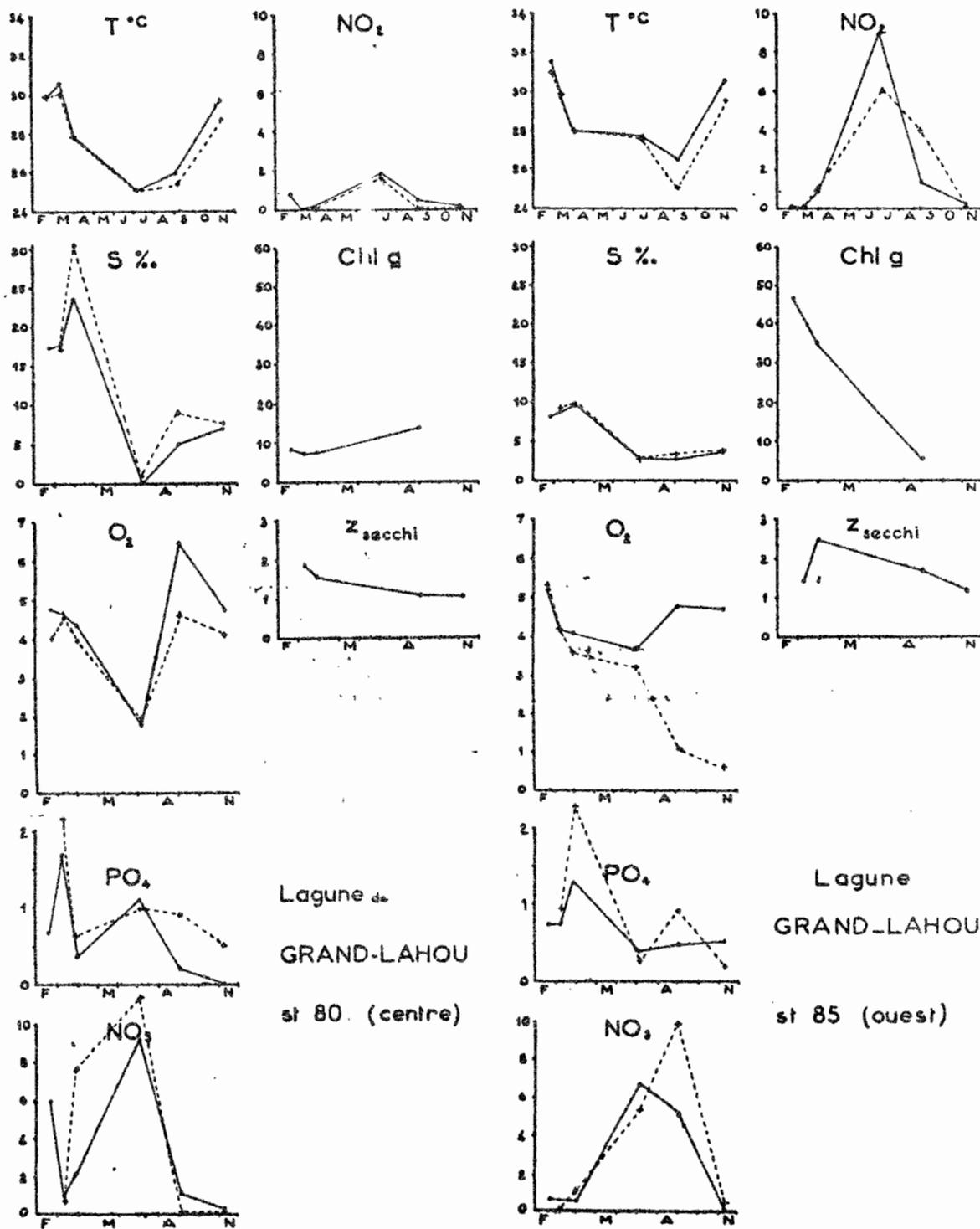


Figure 37 - Variations saisonnières des valeurs des 8 principaux paramètres en lagune de Grand Lahou pour deux stations caractéristiques : 80 (chenal central) et 85 (baie ouest). Valeurs de surface en trait plein et à 3 mètres en tireté.

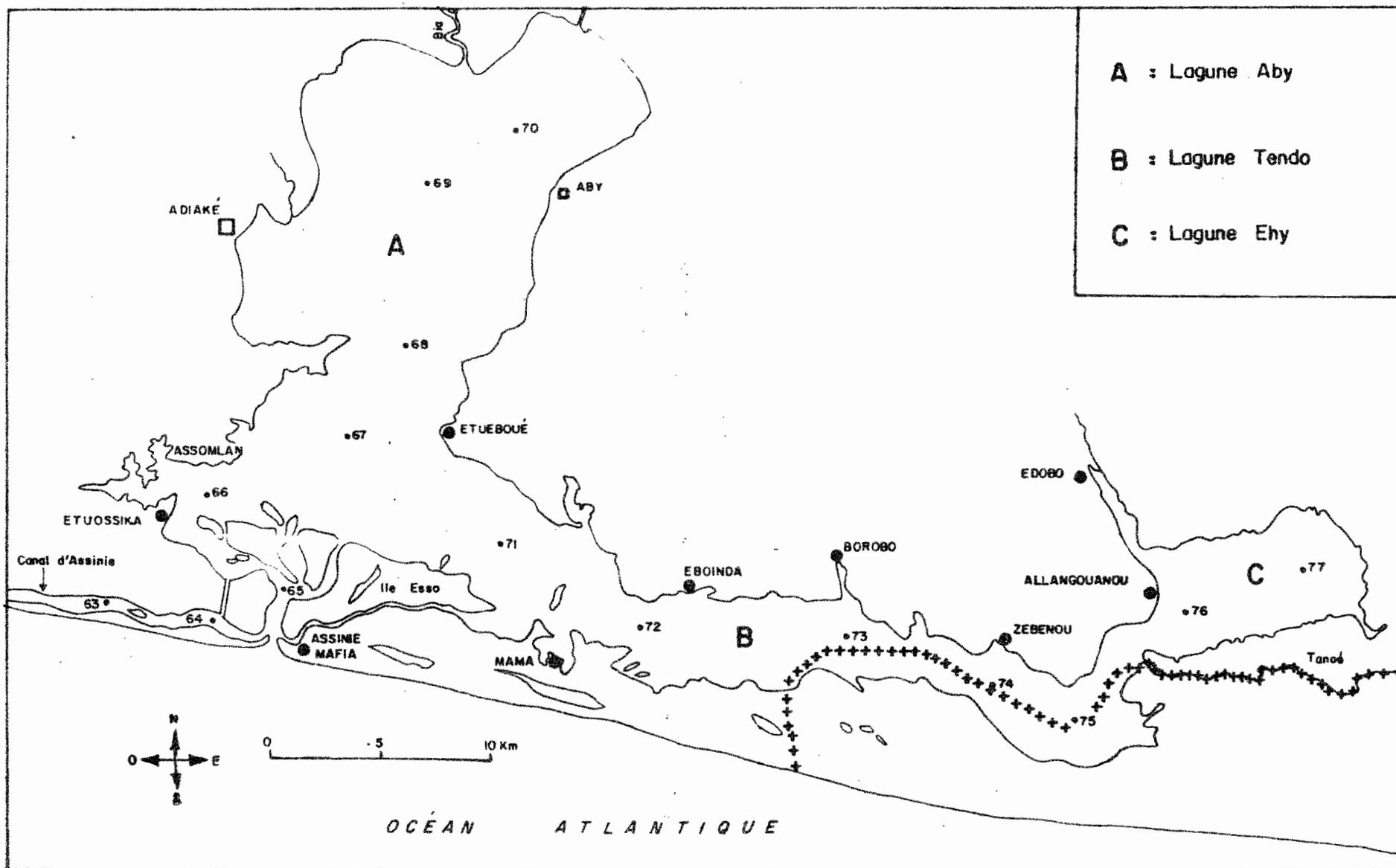


Figure 38 - Lagune Aby : situation des stations de prélèvement.

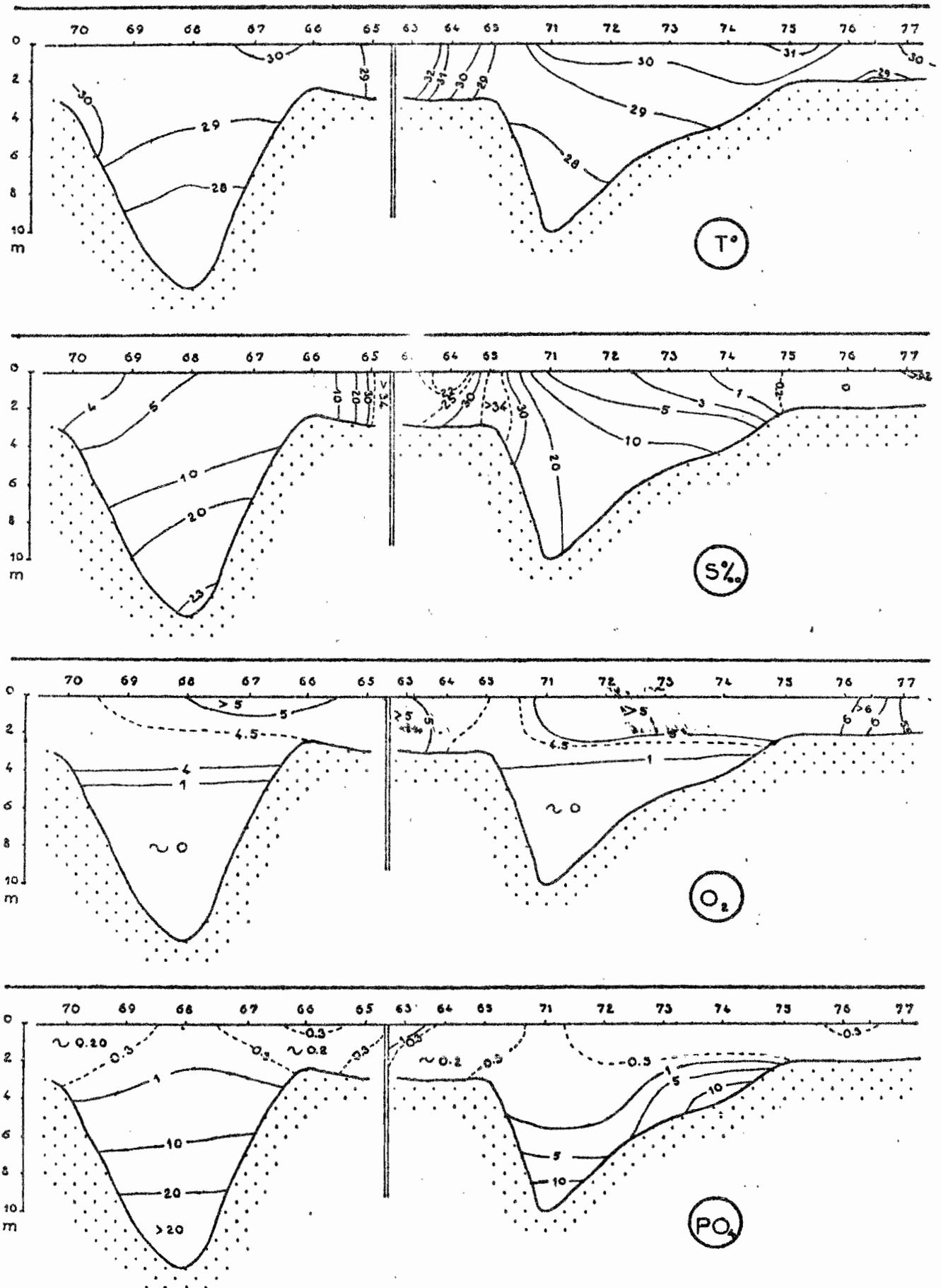


Figure 39 - Distributions spatiales de saison sèche (janvier-avril) en lagune Aby : températures ($^{\circ}\text{C}$), salinités (‰), oxygène dissous (ml.l^{-1}) et phosphate ($\mu\text{atg.l}^{-1}$).

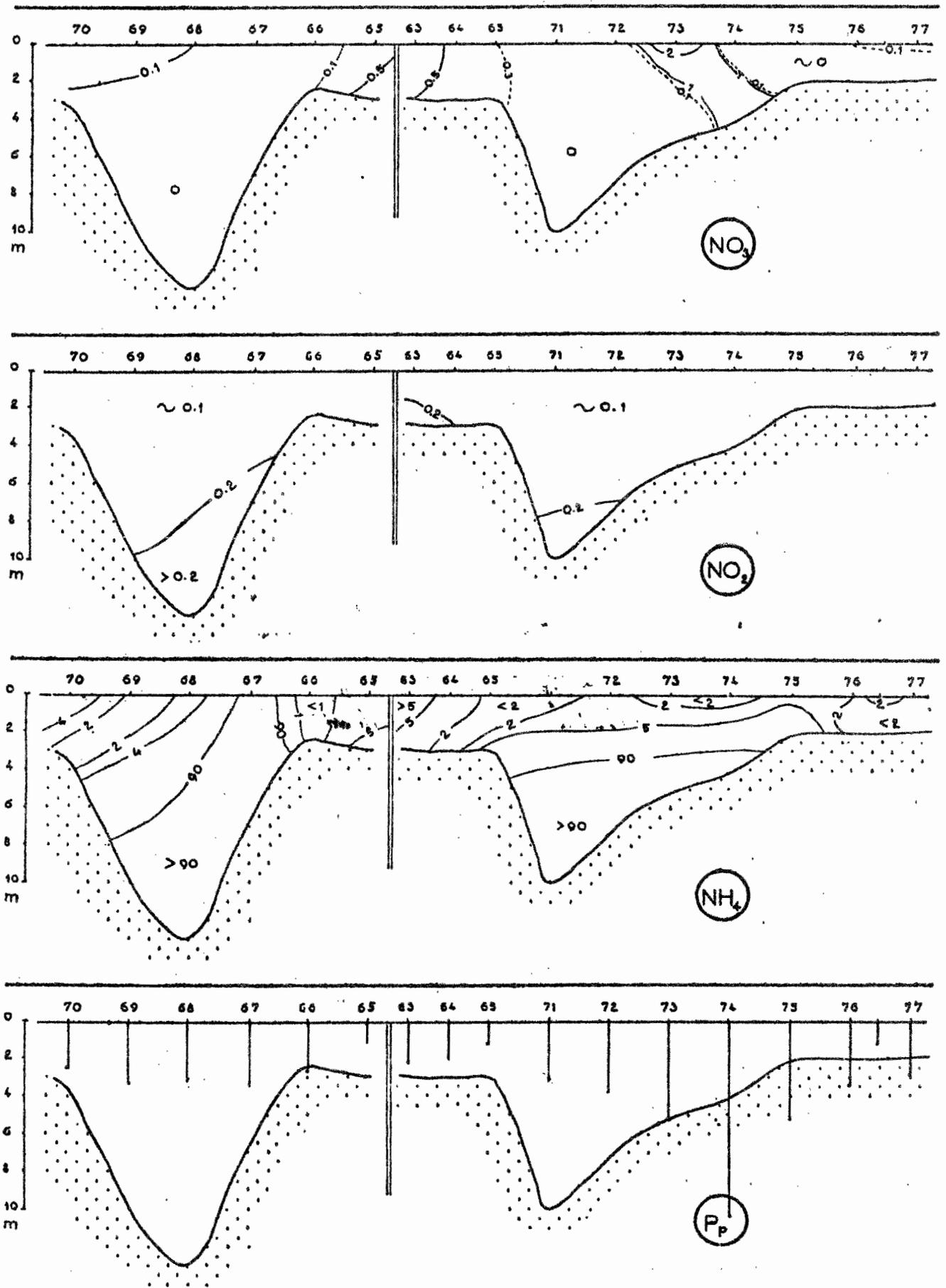


Figure 40 - Distributions spatiales de saison sèche (janvier-avril) en lagune Aby : Nitrate , Nitrite et Ammoniaque ($\mu\text{atg.l}^{-1}$) et production primaire ($\text{mgC/m}^3\cdot\text{h}$).

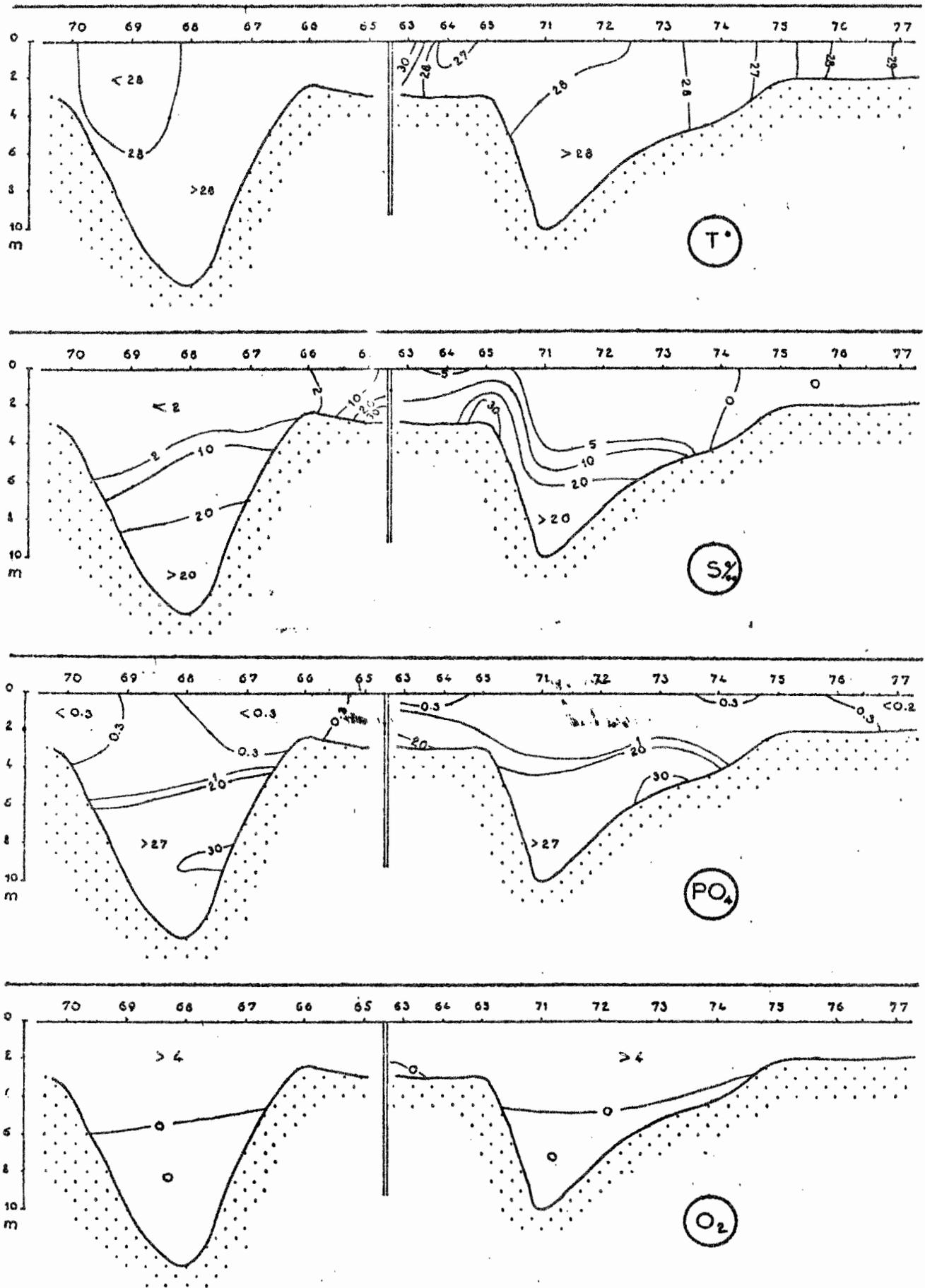


Figure 41 - Distributions spatiales de saison des pluies (mai-août) en lagune Aby : températures (°C), salinités (‰), oxygène dissous (ml.l⁻¹) et phosphate (µatg.l⁻¹).

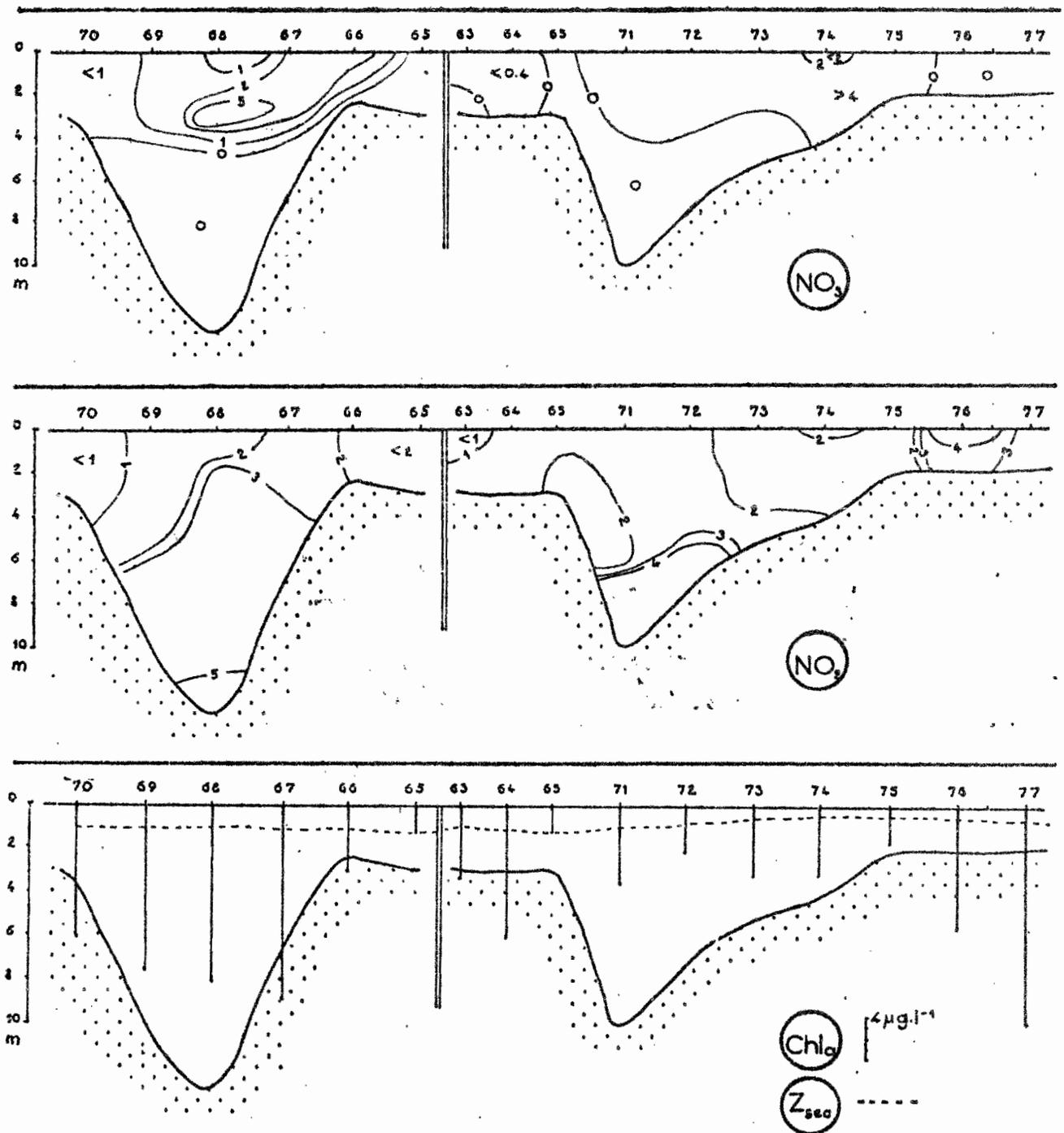


Figure 42 - Distributions spatiales de saison des pluies (mai-août) en lagune Aby : Nitrate, Nitrite ($\mu\text{atg.l}^{-1}$), chlorophylle a ($\mu\text{g.l}^{-1}$) et transparence (Secchi en mètres).

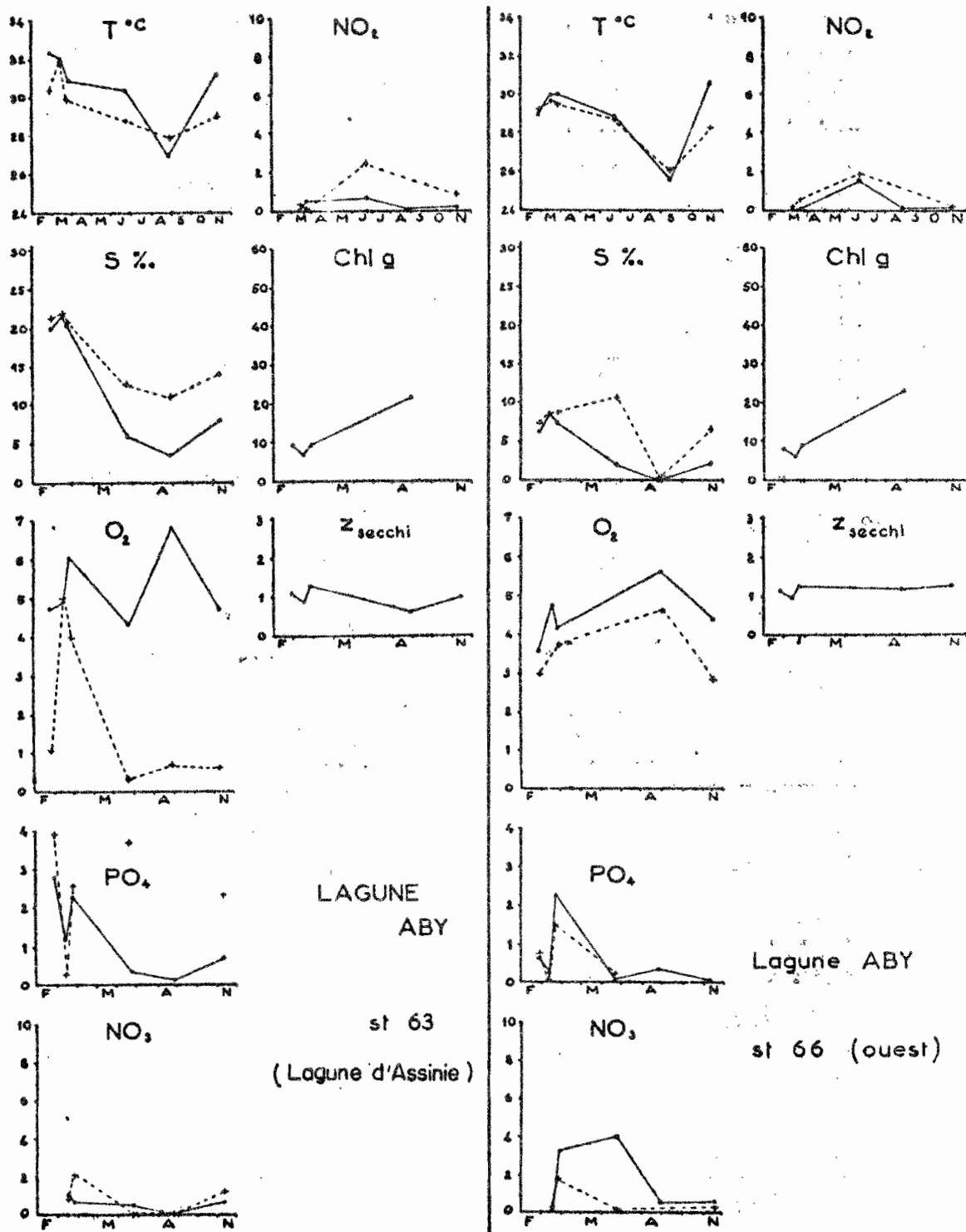


Figure 43 - Variations saisonnières des valeurs des huit principaux paramètres en lagune Aby pour deux stations caractéristiques de la lagune d'Assinie (station 63) et de l'ouest (station 66). Valeurs de surface en trait plein et à 3 mètres en tireté.

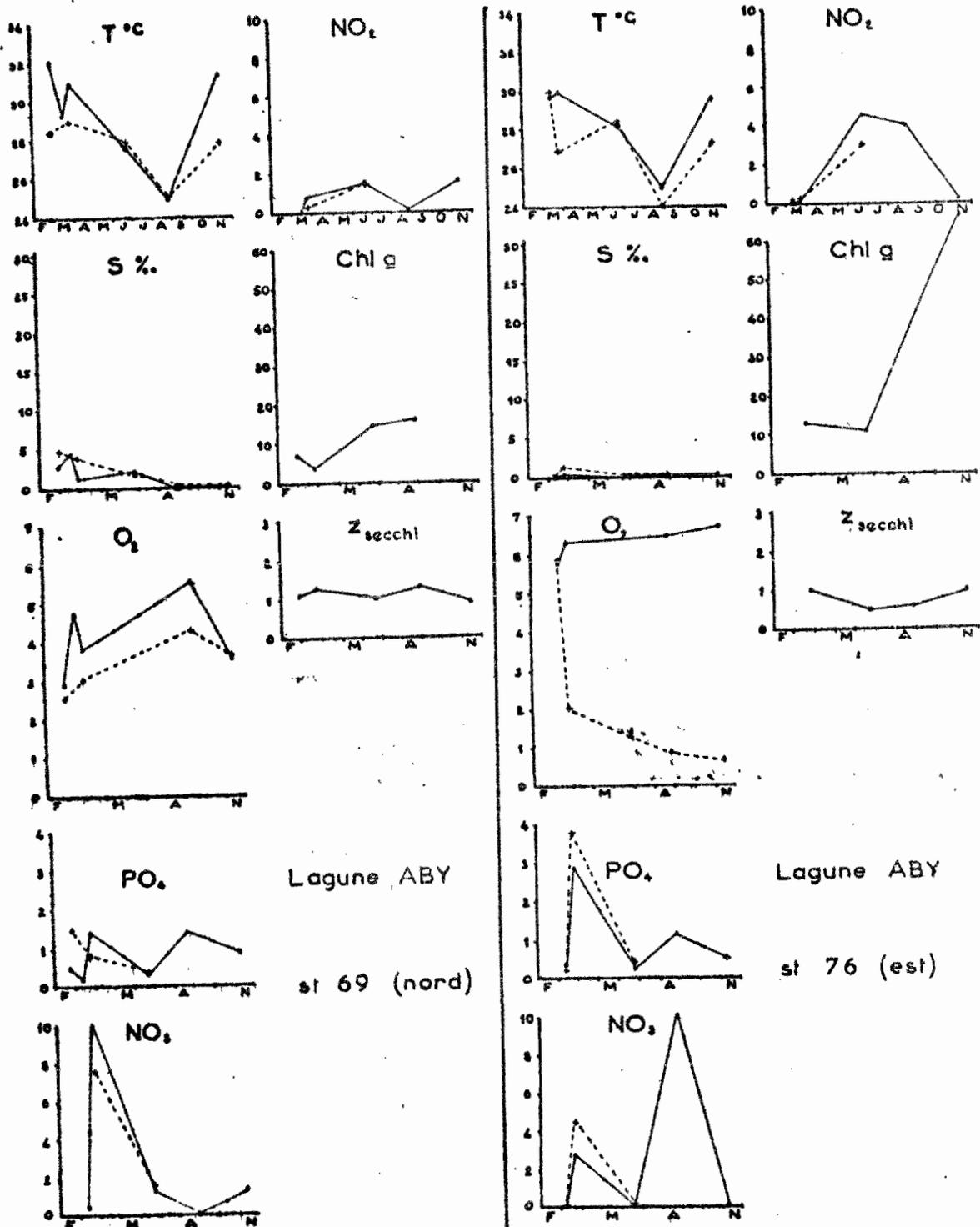


Figure 44 - Variations saisonnières des valeurs des huit principaux paramètres en lagune Aby pour deux stations caractéristiques du chenal central nord (station 69) et du chenal central est (station 76).