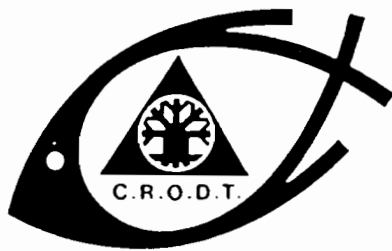


ISSN 0850-1602

VARIATIONS D'ABONDANCE DE TROIS ESPECES
D'*ACARTIA* DANS UN ESTUAIRE A GRADIENT
DE SALINITE INVERSE : LA CASAMANCE

P.S. DIOUF
A. DIALLO



18 NOV. 1989

CENTRE DE RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES DE DAKAR - TIAROYE

* INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES *

DOCUMENT
SCIENTIFIQUE

NUMÉRO 115

NOVEMBRE 1989

VARIATIONS D'ABONDANCE DE TROIS ESPECES D'ACARTIA DANS UN ESTUAIRE A GRADIENT DE SALINITE INVERSE : LA CASAMANCE.

par

Papa Samba DIOUF (1) et Anis DIALLO (2)

RESUME

La Casamance est située au sud du Sénégal. A la fin de la saison sèche, la salinité peut atteindre en amont 172 ‰.

Dans cet estuaire, trois espèces d'*Acartia* (*A. plumosa*, *A. clausi* et *A. grani*) présentent une succession de dominance dans le temps et dans l'espace. Ces espèces sont en compétition et la salinité et/ou la température déterminent l'espèce dominante. Quand la salinité est élevée ($S > 48$ ‰) *A. grani* est l'espèce dominante. Lorsque la salinité est faible ($S < 34$ ‰) *A. plumosa* est plus abondant. Par contre, quand la salinité est intermédiaire (34 ‰ $< S < 48$ ‰), *A. clausi* est plus abondant si la température est relativement basse ($T < 24^{\circ}\text{C}$), alors que si la température est supérieure à 24°C *A. plumosa* domine dans la gamme de salinité allant de 34 à 41 ‰. Entre 41 et 48

‰, la situation est critique, les espèces *A. plumosa* et *A. grani* pouvant être l'une ou l'autre plus abondante.

(1) Chercheur au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (ISRA), BP. 2241 - Dakar (Sénégal).

(2) Technicien au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (ISRA), BP. 2241 - Dakar (Sénégal).

ABSTRACT

The Casamance is located in the southern part of Senegal. By the end of dry season, salinity may reach upstream 172‰. In this estuary, three species of *Acartia* (*A. plumosa*, *A. clausi* and *A. grani*) show a temporal and spatial succession of dominance. These species are in competition and, salinity and/or temperature determine the dominant one. When salinity is high ($S > 48$ ‰) *A. grani* is the dominant species. At low salinities ($S < 34$ ‰) *A. plumosa* is more abundant. On the other hand, when salinity is intermediate ($34 < S < 48$ ‰), *A. clausi* is more abundant if the temperature is relatively low ($T < 24^{\circ}\text{C}$), whereas if the temperature is higher than 24°C , *A. plumosa* dominates from salinities of 34 to 41 ‰. In the salinity ranging, from 41 ‰ to 48 ‰ situation is critical, any of *A. grani* and *A. plumosa* can be the more abundant.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. PRESENTATION DU MILIEU
 2. MATERIEL ET METHODE
 3. RESULTATS
 - 3.1. Succession temporelle
 - 3.2. Succession spatiale
 - 3.3. Action de la salinité et de la température
 - 3.4. Analyse factorielle des correspondances
- DISCUSSION

INTRODUCTION

Le genre *Acartia* joue un rôle très important dans la production secondaire des milieux paraliques où très souvent, une ou plusieurs espèces d'*Acartia* sont dominantes ou co-dominantes (Turner, 1984). Dans les estuaires ouest-africains, ce genre est particulièrement abondant et constitue en de nombreuses zones plus de 70 % de l'effectif total du zooplancton (Bainbridge, 1960 ; Page, 1984 ; Seret, 1985 et Diouf et Diallo 1987).

En outre ce genre constitue une composante fondamentale de la nourriture d'un grand nombre de juvéniles et d'adultes de poissons planctonophages (Hedgpeth, 1967 ; Turner, 1984 ; Gaertner, 1985), d'où l'intérêt de cette étude qui tente d'expliquer les variations relatives d'abondance des différentes espèces.

1. PRESENTATION DU MILIEU (fig.1)

La Casamance est un petit fleuve côtier situé au sud du Sénégal. Sa zone estuarienne, relativement vaste, s'étend sur plus de 220 km.

Du fait du déficit pluviométrique que connaît le Sénégal depuis plus de deux décennies, de la faible pente de l'estuaire et de l'évaporation, la salinité a considérablement augmenté et atteint des valeurs très élevées (172 ‰ en juillet 1986 à Dianah Malari).

Contrairement aux estuaires normaux, la salinité augmente de l'aval vers l'amont (fig.2) sur une grande partie de l'estuaire. Les salinités les plus basses sont enregistrées de septembre à novembre, suite aux apports d'eaux douces provenant des pluies ; et les plus élevées entre mai et juillet, à la fin de la saison sèche. (fig 3).

La température de l'eau varie saisonnièrement, avec des maxima de 31 à 32°C de mai à novembre et des minima de l'ordre de 21 à 22°C de décembre à avril (fig.4) Il faut signaler que les masses d'eau ne présentent généralement pas de stratifications verticales en ce qui concerne la température et la salinité.

Le pH varie peu dans la zone d'étude et la plupart des valeurs oscillent entre 7,25 et 7,75 (Pages, et al, 1987).

La profondeur diminue d'une manière générale de l'aval vers l'amont (Pagès. et al, 1987).

2. MATERIEL ET METHODES

Six stations(1) ont été retenues : 5, 13, 18, 27, 29, 35 (fig. 1). Les trois premières ont été échantillonnées une fois par mois de décembre 1984 à octobre 1986. A partir de février 1986, une couverture de toutes les six stations a été faite mensuellement afin d'étudier la succession spatiale des *Acartia*.

Chaque station est échantillonnée pendant douze heures de la journée avec un trait toutes les trois heures (8h, 11h, 14h, 17h, et 20h). A chaque trait, la salinité et la température sont mesurées. La salinité est mesurée avec un réfractomètre Atago S 10), éventuellement après dilution par de l'eau déionisée pour les valeurs élevées. Quelques échantillons servaient à recalibrer les mesures de terrain, par mesure de la salinité au laboratoire au moyen d'un salinomètre à induction (Grundy 6230). La température, est mesurée avec un thermomètre à mercure de 0,1 °C de précision.

La récolte des échantillons de zooplancton a été faite avec un filet cylindroconique de 53 cm de diamètre et de 200 microns de vide de maille, construit sur le modèle international W.P.2 (Anon., 1968) .

Les traits sont réalisés de la façon suivante : la vitesse de la barque étant approximativement fixée à 3,5 km/h, le câble

(1) Ces stations font partie d'une grille utilisée par tous les chercheurs de l'équipe pluridisciplinaire qui était chargée d'étudier l'estuaire de la Casamance ; ceci dans un souci d'harmonisation.

permettant la traction est déroulé jusqu'à ce que le filet soit près du fond ; il est alors traîné dans cette position pendant trois minutes, puis il est remonté. L'ensemble de l'opération dure cinq à six minutes. le volume d'eau filtré est connu grâce à un débitmètre. Une analyse détaillée de la méthodologie a été faite par Diouf (1985).

Le zooplancton d'une station est caractérisé par la moyenne des cinq traits.

Pour les figures 5 et 6, nous avons utilisé l'échelle $\text{Log}^2(x+1)$ (Diouf et Diallo, 1987) ; x étant le nombre d'individus par m^3 .

Afin d'avoir une vue synthétique de l'action de la température et de la salinité, une analyse factorielle des correspondances a été effectuée. Les variables originelles ont été transformées. C'est ainsi que pour l'abondance du zooplancton, nous avons adopté la cotation d'abondance que Frontier (1974) a appliquée avec succès à Madagascar (tableau I). En ce qui concerne la salinité et la température, les cotations sont consignées dans les tableaux II et III. Les limites choisies pour les classes de températures et de salinités correspondent plus ou moins aux seuils de changements de comportement des espèces vis-à-vis de ces deux facteurs (fig.9 A, B C et 10 A, B, C).

Tous les calculs ont été réalisés grâce à l'ordinateur IBM 4331 du CRODT en utilisant le progiciel GENSTAT.

3. RESULTATS

3.1. Succession temporelle

La distribution dans le temps des *Acartia* a été étudiée de décembre 1984 à octobre 1986 à Pointe Saint Georges (station 5), Ziguinchor (station 13) et Adéane (station 18) (fig. 5).

Il apparaît d'une manière très nette une succession de dominance des trois espèces à ces stations.

A Pointe Saint Georges, *A. grani* est absent durant la période d'étude et le cycle de dominance concerne *A. plumosa* et *A. clausi*. Aux deux autres stations, les trois espèces sont présentes et se remplacent mutuellement.

Dans le but de montrer l'évolution globale des trois espèces dans la zone allant de la station 5 à la station 18, nous avons calculé une moyenne mensuelle de l'effectif/ m^3 . En confrontant les variations de cette moyenne (fig. 6) à celles de la température et de la salinité de la station 13 - qui occupe une position médiane dans la partie concernée - (fig. 7), il apparaît que la dominance d'*A. grani* coïncide avec les fortes salinités, celle d'*A. plumosa* avec les salinités relativement faibles, et celle d'*A. clausi* avec les salinités intermédiaires. A ce niveau (fig.6 et 7), le rôle de la température n'apparaît pas bien.

3.2. Succession spatiale

En période de "basses" salinités (septembre à novembre), *A. plumosa* est l'espèce dominante aux stations 5 et 13 alors qu'*A. grani* est dominant de la station 18 à la station 29 (fig. 8A).

En période de salinités intermédiaires et de basses températures (février à avril) (fig. 8B), *A. clausi* supplante *A. plumosa* aux stations 5 et 13 alors que *A. grani* domine dans la partie amont. En période de salinités et de températures élevées (mai, juin et juillet) (fig. 8C), *A. grani* voit son aire de répartition s'étendre vers l'aval et se restreindre vers l'amont. Durant cette période la salinité est de l'ordre de 45 ‰ à la Pointe Saint Georges et est supérieure à 70 ‰ en amont d'Adéane. Ces trop fortes salinités sont nuisibles au zooplancton (Diouf et Diallo, 1987).

D'une manière générale la dominance d'*A. plumosa* et d'*A. clausi* diminue de l'aval vers l'amont tandis que celle d'*A. grani* évolue en sens inverse.

3.3. Action de la salinité et de la température

Pour mieux appréhender l'action de la salinité et de la température, nous avons représenté l'évolution de l'abondance relative du zooplancton en fonction de ces deux facteurs écologiques (fig. 9 A, B, C et fig. 10 A, B, C).

En Casamance, *A. plumosa* n'arrive à dominer les autres espèces que quand la salinité des eaux est inférieure à 49 ‰. Les salinités supérieures à 49 ‰ ont une influence négative sur l'abondance de cette espèce (fig. 9 A). un coefficient de corrélation de -0,44 ($n = 81$) a été trouvé entre l'abondance relative d'*A. plumosa* et la salinité, ce qui est significatif au seuil de 0,01.

Nos observations sur le comportement de cette espèce en fonction de la salinité sont en accord avec celles de Binet et Dessier (1971) au Congo et de Seret (1985) au sine saloum au Sénégal.

Les températures enregistrées en Casamance ne paraissent pas avoir un effet très marqué sur *A. plumosa* (fig. 10 A) espèce qui a une tolérance thermique assez large (Binet et Dessier, 1971), comme semble l'attester la corrélation non significative au seuil de 0,01 entre l'abondance relative d'*A. plumosa* et la température ($r = 0,04$; $n = 81$).

A. clausi ne domine les deux autres espèces d'*Acartia* en Casamance qu'à des salinités comprises entre 34 ‰ et 48 ‰. Cette espèce semble avoir une prédilection pour les températures relativement basses (fig. 10 B). Nous avons trouvé un coefficient de corrélation de -0,5 ($n = 81$) entre l'abondance relative d'*A. clausi* et la température, ce qui est significatif au seuil de 0,01. La préférence d'*A. clausi* pour les températures relativement basses a été mise en évidence par plusieurs auteurs (Conover, 1956 ; Bainbridge, 1960 ; Jeffries, 1962 et 1967).

A. grani domine dans les eaux dont la salinité varie entre 41 ‰ et 105 ‰ (fig. 9 C). Son abondance relative est positivement corrélée à la salinité ($r = 0,58$; $n = 81$; ce qui est significatif au seuil de 0,01). Le bon comportement de cette espèce à ces salinités élevées a été déjà signalé par Seret (1985) et Diouf et Diallo (1987). *A. grani* semble également affectionner les fortes températures ($r = 0,36$; $n = 81$) ce qui est significatif au seuil de 0,01.

3.3. Analyse factorielle des correspondances (fig. 11)

Le pourcentage de variance expliqué par les deux premiers axes est respectivement 63,2 et 22,0 % soit 85,2 % pour le plan factoriel.

Les variables qui ont les plus fortes contributions absolues pour l'axe 1 sont l'abondance d'*A. grani* et celle d'*Acartia plumosa*. L'axe 1 discrimine d'une part les échantillons prélevés en période de salinité élevée et d'autre part ceux récoltés durant la période où la salinité est la plus faible. Dans le premier groupe d'échantillons (salinité élevée), *A. grani* domine alors que dans le second (salinité plus basse) c'est *A. plumosa* qui est plus abondant. Cet axe 1 oppose *A. grani* et *A. plumosa* mais également le barycentre des observations faites en saison salée et celui de la saison déssalée. Il sépare également le barycentre des stations situées en aval qui ont le plus souvent des salinités relativement peu élevées, des stations amont où l'hyperhalinité est presque constante.

Les variables présentant les plus fortes contributions absolues pour l'axe 2 sont l'abondance d'*A. plumosa* et celle d'*Acartia clausi*.

L'axe 2 oppose *A. clausi* et *A. plumosa*. Il sépare d'une part les échantillons récoltés en période de salinités "intermédiaires" ($35 < S \text{ o/oo} < 42$) et de basses températures, dans lesquels l'espèce *A. clausi* est abondante ; et d'autre part les échantillons prélevés en période de salinités intermédiaires et de températures élevées, mais aussi ceux prélevés en période de faibles salinités dans lesquels l'espèce *A. plumosa* est abondante.

L'axe 2 oppose les barycentres de la saison froide et de la saison chaude.

DISCUSSION

Plusieurs cas de successions d'espèces d'*Acartia* ont été étudiés à travers le monde. En Afrique du Sud, Wooldridge et Melville-Smith (1979) mettent en évidence le remplacement d'*A. longipatella* espèce d'hiver par *A. natalensis* qui est plutôt estival. Dans la baie de Raritan et dans les étangs de Charleston Green Hill (USA), *A. clausi* qui est abondant en hiver et au printemps, alterne des cycles de dominance avec une espèce d'été et d'automne *A. tonsa* (Jeffries, 1962). La succession de ces deux espèces a été mentionnée dans d'autres estuaires de l'Atlantique Central (Conover, 1956 ; Herman et al., 1968 ; Sage et Herman, 1972). Deevey (1948) a observé un cycle similaire pour ces mêmes espèces dans le grand étang de Tisbury. Au Japon, Ueda (1987) a décrit la succession d'*A. hudsonica* et d'*A. omori*. En Australie, Greenwood (1981)

peu plus tôt. De mai à octobre les températures sont élevées et *A. plumosa* domine.

A la station 13, on voit apparaître *A. Grani* qui d'ailleurs devient dominant durant les mois les plus salés.

Par rapport à la station 13, on constate une augmentation de la dominance d'*A. grani* à la station 18. Ceci est à mettre en relation avec les salinités plus élevées qu'on y trouve.

La répartition spatiale de la dominance des *Acartia* dans la Casamance dépend apparemment en grande partie de la salinité. Durant la saison la moins salée (fig. 8), les salinités relativement faibles aux stations 5 et 13 favorisent le développement d'*A. plumosa* qui est alors l'espèce la plus abondante. Quand les salinités sont intermédiaires (fig. 8) (février, mars), *A. clausi* supplante *A. plumosa* et devient dominant aux stations 5 et 13.

En amont de la station 18, les salinités ont presque toujours été élevées au cours de la période d'étude ce qui explique qu'*A. grani* a toujours été dominant.

La diminution de la dominance d'*A. clausi* et d'*A. plumosa*, ainsi que l'augmentation de celle d'*A. grani* de l'aval vers l'amont, sont à mettre en relation avec le gradient positif de salinité qui existe de l'embouchure vers l'amont.

BIBLIOGRAPHIE

- ALCARAZ (M.), 1983.- Coexistence and segregation of congeneric pelagic copepods : spatial distribution of the *Acartia* complex in The Ria of Vigo (NW of Spain). J. Plankton Res., 5 (6) : 891-900.
- ANONYME, 1968.- Zooplankton sampling. Unesco Monogr. Oceanogr., 2, 174 p.
- BAINBRIDGE (V.), 1960.- The plankton of inshore waters off Freetown, Sierra Leone. Colon. off. Fish Publ., 13 : 1-48.
- BINET (D.) et DESSIER (A.), 1971.- Premières données sur les copépodes pélagiques de la région congolaise. I. Liste des espèces et notes écologiques. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., XV (2) : 89-109.
- CONOVER (R.J.),.- Oceanography of Long Island Sound, 1952-1954. VI. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 15 : 156-233.
- DEEVEY (G.B.), 1948.- The zooplankton of Tisbury Great pond. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 12 (1) : 1-44.
- DIOUF (P.S.), 1985.- Variations spatio-temporelles du zooplancton de la Casamance. Mém. Conf. CRODT, 69 p.
- DIOUF (P.S.) et DIALLO (A.), 1987.- Variations spatio-temporelles du zooplancton d'un estuaire hyperhalin : la Casamance. Rev. Hydrobiol. Trop., 20 (3-4) : 257-269.
- GAERTNER (M.), 1985.- Etude du zooplancton côtier de la Baie de Dakar et son utilisation par les poissons comme source de nourriture. Thèse Doct. 3^{ème} Cycle Univ. Bretagne Occidentale, 141 p.
- GREENWOOD (J.G.) 1981.- Occurrence of congeneric pairs of *Acartia* and *Pseudodiaptomus* species (Copepoda, Calanoida) in Moreton Bay, Queensland. Est. Coast. Shelf Sci., 13 (5) : 591-596.

Cotes	Effectifs comptés	Cotes intermédiaires	effectifs comptés
0	0		
1	1 à 3	1,5	3 ou 4
2	4 à 17	2,5	environ 18
3	18 à 80	3,5	environ 80
4	80 à 350	4,5	environ 350
5	350 à 1500	5,5	environ 1500
6	1500 à 6500	6,5	environ 6500
7	6500 à 27000	7,5	environ 27000
8	27000 à 120000	8,5	environ 125000

Tableau I.- Cotation d'abondance.

Températures	Cotes
≤ 26	0
$26 < T \leq 30$	1
> 30	2

Tableau II.- Cotation de la température

Salinités (%)	cotes
≤ 34	0
$34 < S \leq 41$	1
$41 < S \leq 49$	2
> 49	3

Tableau III.- Cotation de la salinité.

Salinités Températures	< 34%	34 - 41%	41 - 48%	> 48%
Basse $T < 24^{\circ}\text{C}$	<i>A. plumosa</i>	<i>A. clausi</i>	<i>A. clausi</i>	<i>A. grani</i>
Intermédiaire $24 \leq T < 28^{\circ}\text{C}$	<i>A. plumosa</i>	<i>A. plumosa</i>	<i>A. grani</i> ou <i>A. plumosa</i>	<i>A. grani</i>
Elevée $T > 28^{\circ}\text{C}$	<i>A. plumosa</i>	<i>A. plumosa</i>	<i>A. grani</i> ou <i>A. plumosa</i>	<i>A. grani</i>

Tableau IV.- Conditions halines et thermiques déterminant la dominance des espèces.

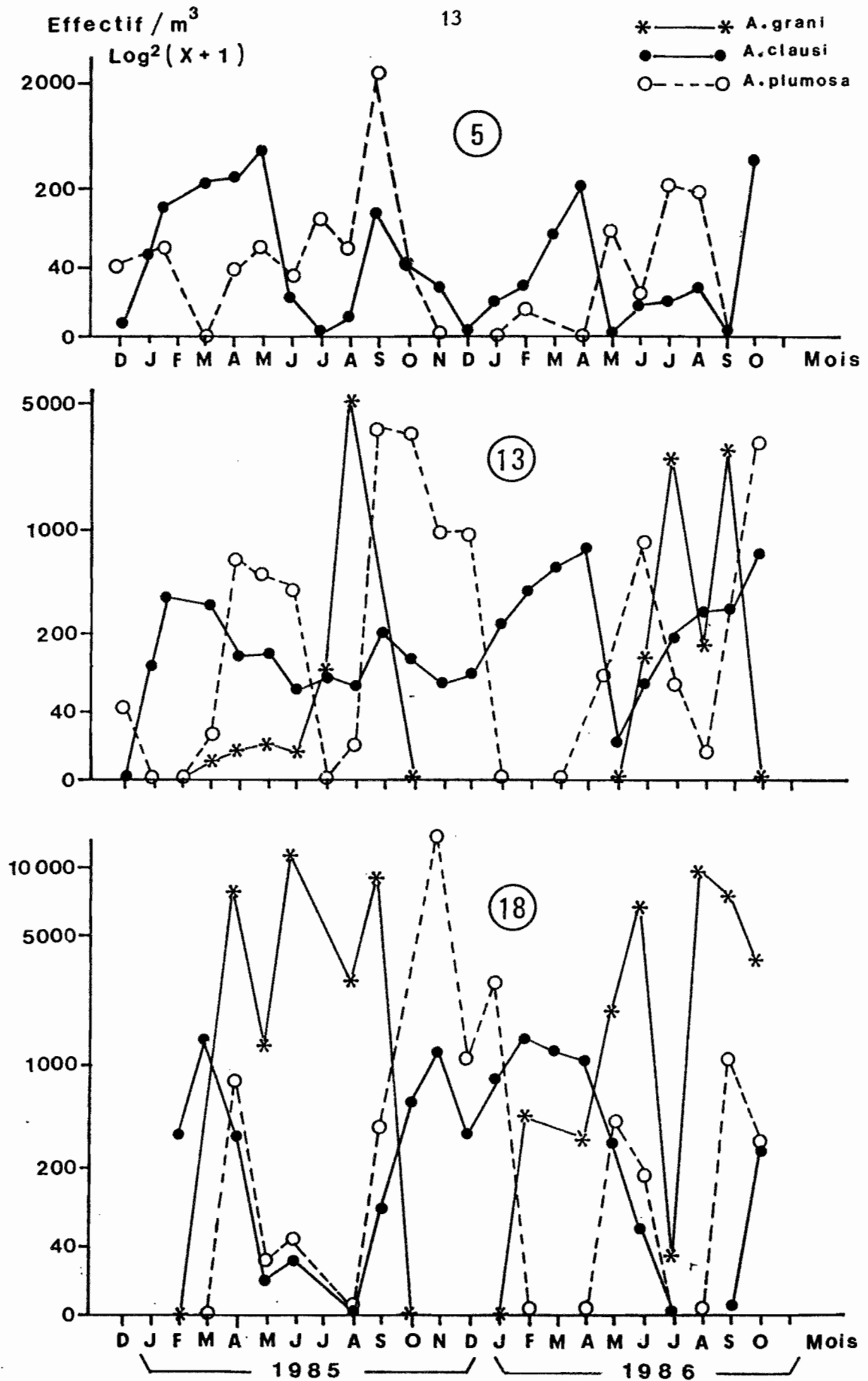


Fig. 5.- Variations mensuelles de l'effectif/m³ d'*A. plumosa*, d'*A. grani* et d'*A. clausi*.

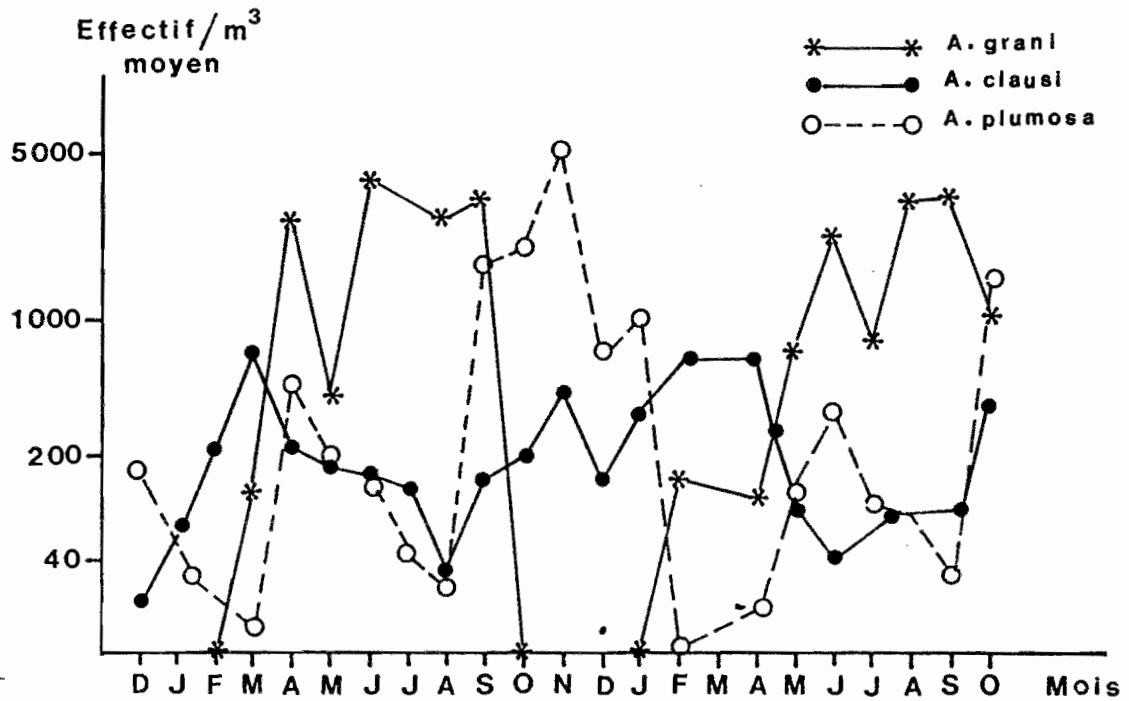


Fig. 6.- Variations mensuelles de l'effectif/m³ moyen (stations 5, 13, 18) des *Acartia*.

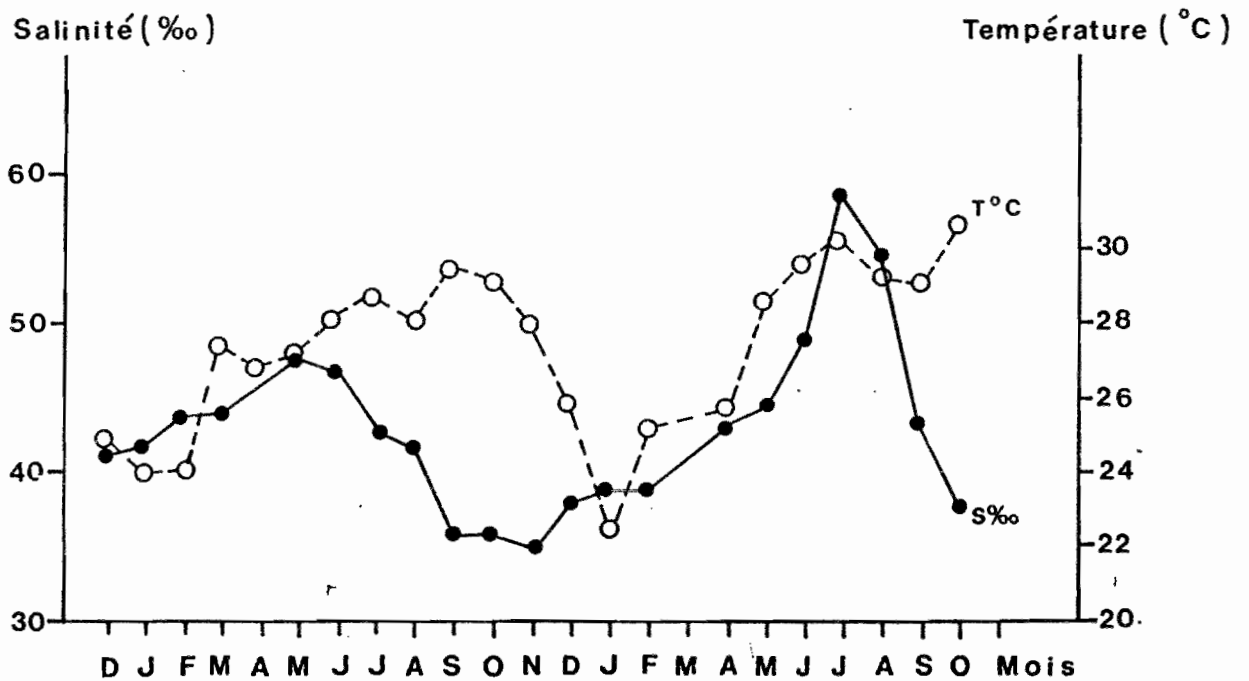


Fig. 7.- Variations mensuelles de la température et de la salinité à Ziguinchor.

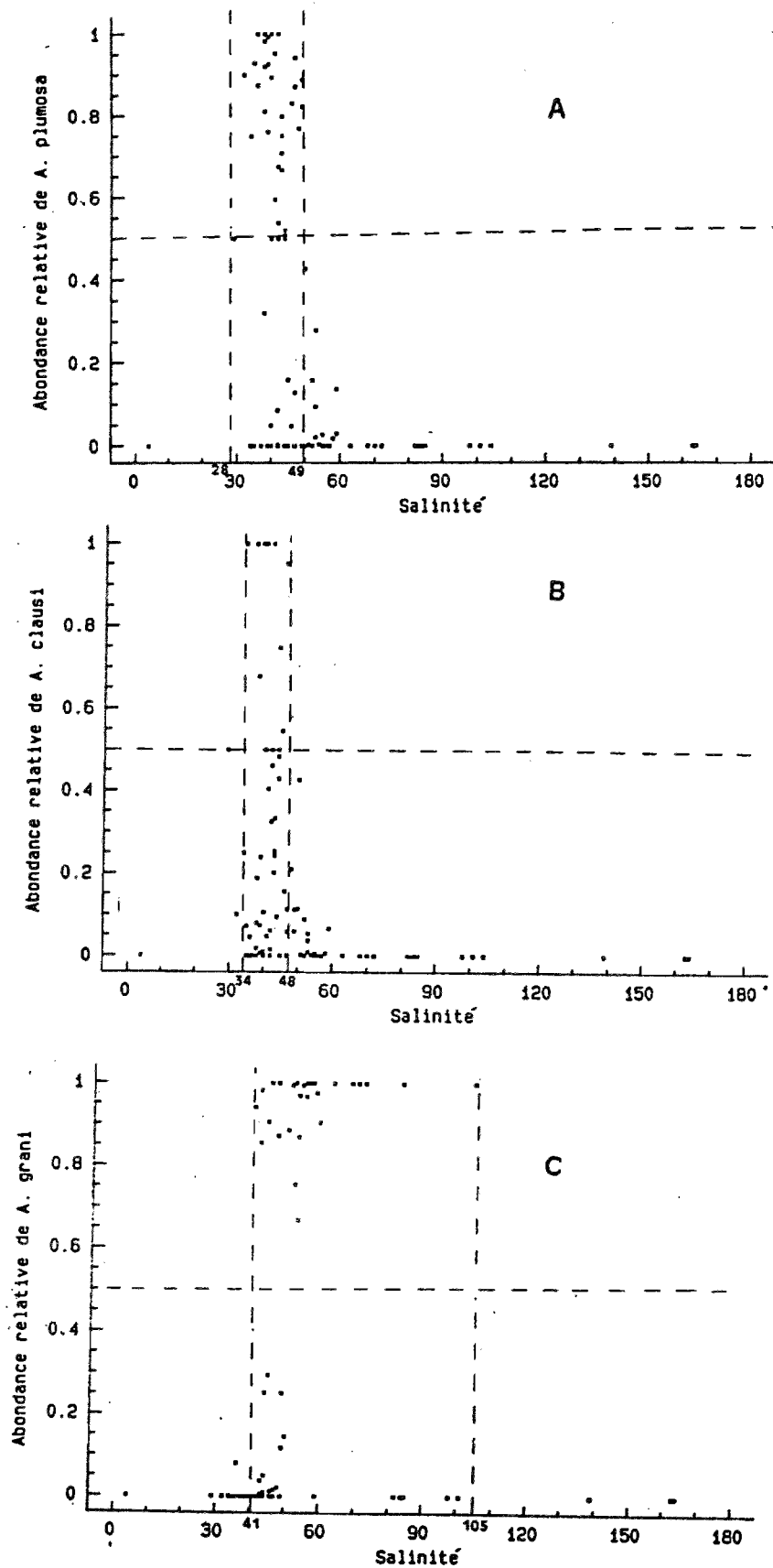


Fig. 9.- Variations de l'abondance relative des Acartia en fonction de la salinité. Au dessus de la ligne horizontale en tireté qui part de l'abondance relative 0,5, l'espèce considérée domine les deux autres. Les deux lignes verticales en tireté délimitent la gamme de salinité dans laquelle l'espèce considérée est susceptible de dominer les deux autres.

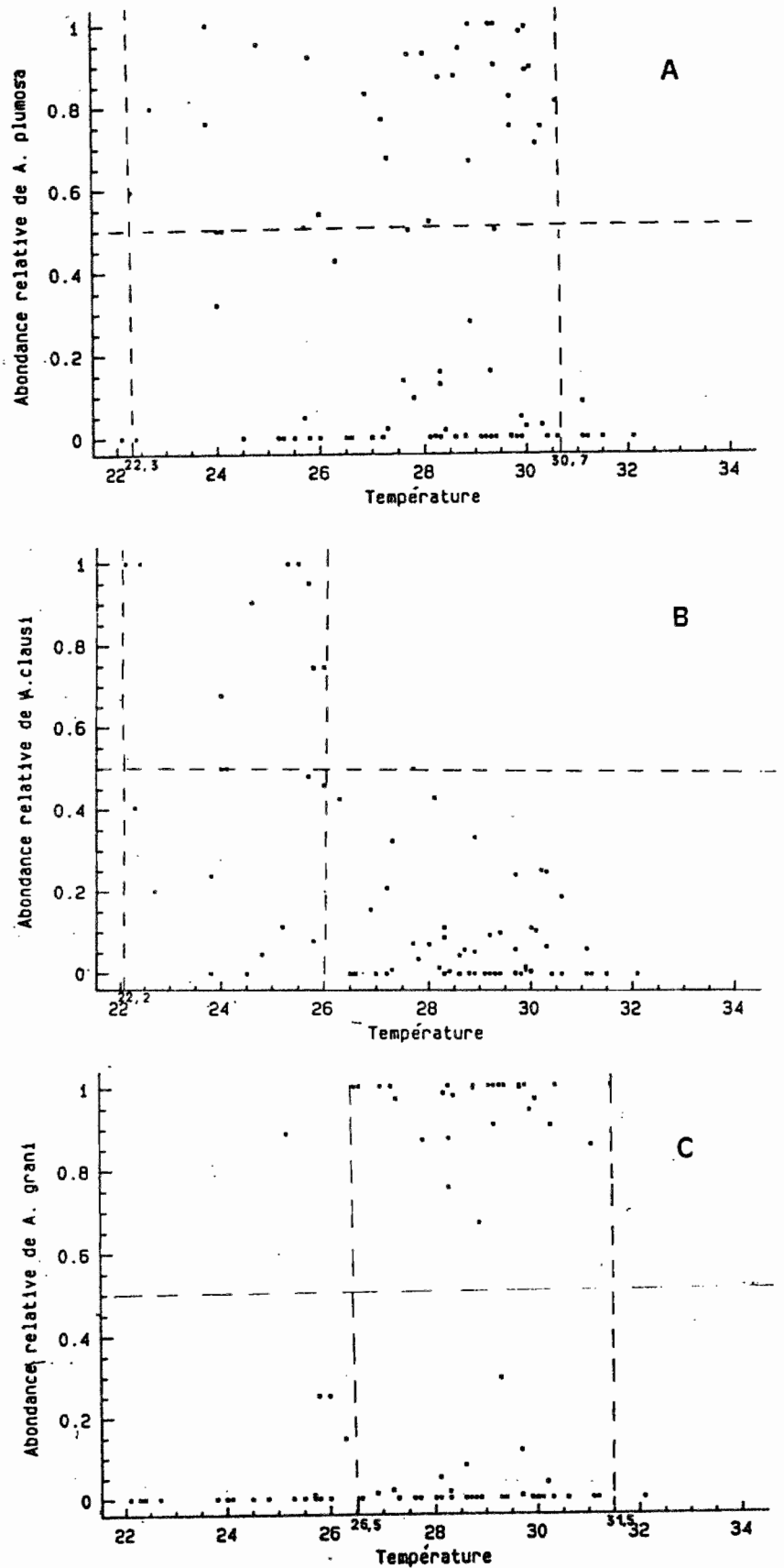


Fig. 10.- Variations de l'abondance relative des Acartia en fonction de la température. Au dessus de la ligne horizontale en tireté qui part de l'abondance relative 0,5, l'espèce considérée domine les deux autres. Les deux lignes verticales en tireté délimitent la gamme de température dans laquelle l'espèce considérée est susceptible de dominer les deux autres.

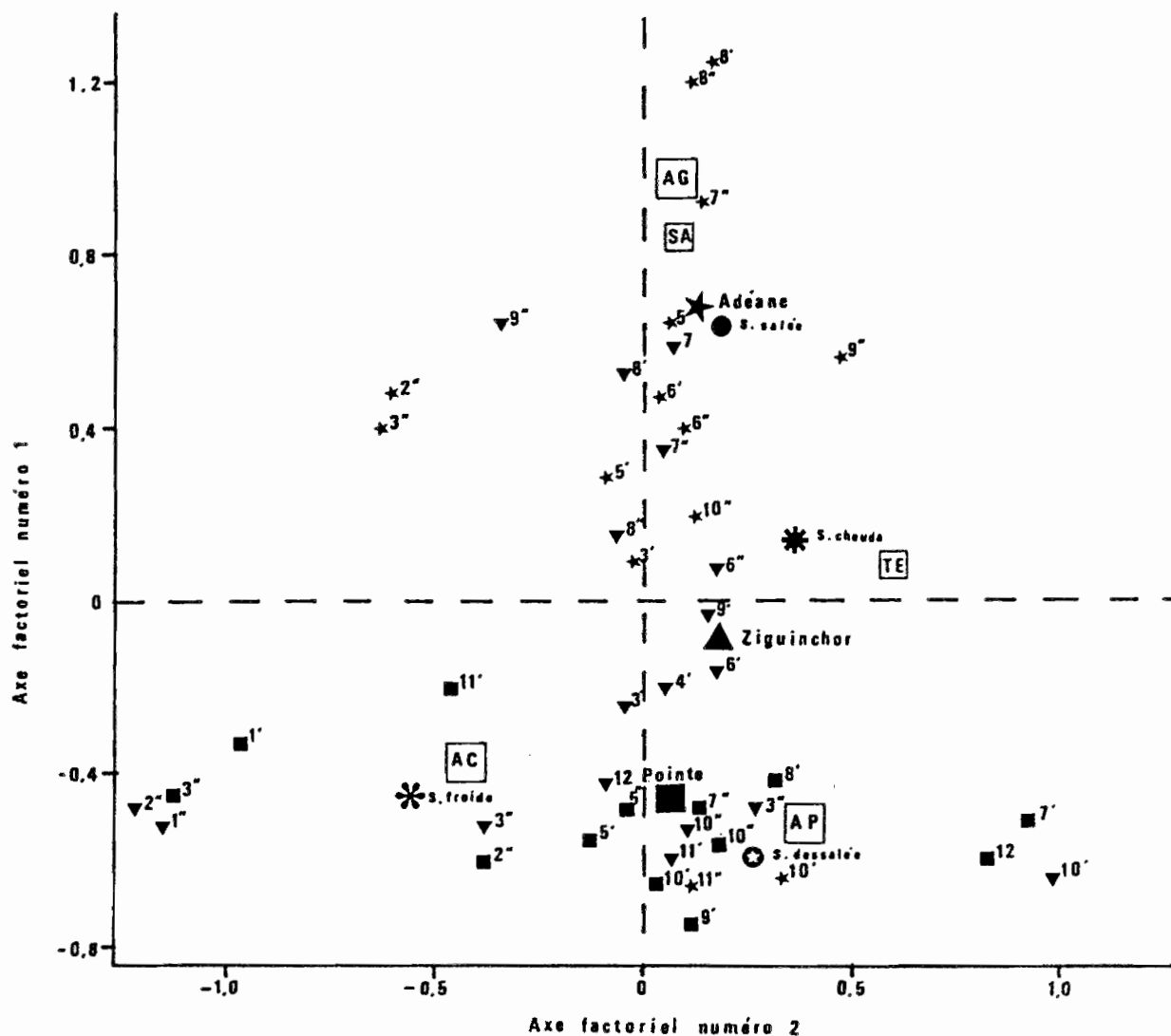


Figure 11.- Analyse factorielle des correspondances.

- | | | | |
|----|---|----|--|
| ★ | = échantillons récoltés à Adéane | AC | = <i>Acartia clausi</i> |
| ★ | = barycentre des échantillons récoltés à Adéane | AP | = <i>Acartia plumosa</i> |
| ▼ | = échantillons récoltés à Ziguinchor | SA | = salinité |
| ▲ | = barycentre des échantillons récoltés à Ziguinchor | TE | = température |
| ■ | = échantillons récoltés à Pointe Saint-Georges | ● | = barycentre des échantillons récoltés durant la saison salée |
| ■ | = barycentre des échantillons récoltés à Pointe Saint-Georges | ⊙ | = barycentre des échantillons récoltés durant la saison dessalée |
| | Les chiffres correspondent aux mois; les récoltes de 1986 sont indiquées par -, celles de 1985 par . et celles de 1984 ne comportent aucun signe. | ✱ | = barycentre des échantillons récoltés durant la saison froide |
| AG | = <i>Acartia grani</i> | ✱ | = barycentre des échantillons récoltés durant la saison chaude. |