

Cette communication ne peut être citée sans autorisation préalable des auteurs

Conseil International
pour l'exploration de la mer

C. I. 1977 K 20
Comité benthos, crustacés et coquillages
en référence Comité plancton

La sécheresse de l'été 1976 dans le bassin
ostréicole de Marennes-Oléron: aspects hydrobiologiques

par

M. HERAL, J.P. BERTHOLE, D. RAZET et J. GARNIER *

RESUME : Les conséquences de la sécheresse et la canicule de l'été 1976 sont rapportées. Une analyse ~~des correspondances~~ permet de distinguer 5 grands secteurs : La Charente, la Seudre, le nord, sud et centre du bassin qui ont chacun des caractéristiques hydrologiques et phytoplanctoniques différentes. La Charente et la Seudre sont particulièrement eutrophes et apportent de grandes quantités de nitrates, phosphates et silicates. L'eutrophisation de la Seudre est analysée ainsi que les mortalités d'huîtres qui en ont découlé. La reproduction et le captage du naissain sont mis en relation avec l'hydrologie de chaque secteur .

ABSTRACT: Consequences of drought and canicule during the summer of 1976 are related. An analysis ~~of correspondances~~ allow us to mark out five main districts : Charente, Seudre , north, south and center of the bassin, each of them with distinctive hydrological and phytoplanktonic characteristics. The rivers Charente and Seudre are particularly eutrophic and any great quantities of nitrates, phosphates and silicates. Eutrophic evaluation of the river Seudre is studied, as well as oyster mortalities that resulted. Reproduction and settlement of spat oysters are related to the hydrology of each district.

La partie mathématique a été traitée au centre de calcul I.S.T.P.M. de Nantes.
Nous remercions M. CALIOU et DELAPORTE pour l'aide qu'ils nous ont apportée.

* I.S.T.P.M.
37 rue du Maréchal Leclerc
LA TREMBLAIE (FRANCE)

Le bassin de Marennes-Oléron est le plus vaste secteur ostréicole français (4 800 ha de parcs concédés) et le plus productif (40 000 à 50 000 tonnes d'huîtres vendues annuellement). L'importance de ce stock d'huître rend le milieu particulièrement sensible au moindre déséquilibre, qu'il soit provoqué par une parasitose (COMPS et coll 1976) ou par de mauvaises conditions hydrologiques. C'est pour cette raison que nous suivons régulièrement les facteurs hydrologiques qui influent directement sur les mollusques et sur la biomasse phytoplanctonique. Cette dernière est plus particulièrement étudiée afin de connaître la nourriture de Crassostrea gigas.

Nous présentons dans cette note les résultats de l'été 1976 qui a vu une sécheresse et une canicule exceptionnelles. Après avoir brièvement rappelé les conditions météorologiques rencontrées nous étudierons les conditions hydrologiques de l'ensemble du bassin, l'évolution de l'eutrophication en Seudre et les conséquences de ces conditions particulières sur la reproduction et sur le comportement des huîtres Crassostrea gigas.

Météorologie

Le climat aquitain côtier est un climat maritime doux et humide avec une période sèche moins accentuée que sur le pourtour méditerranéen. Il est peu différent du climat sud breton (HERAL et coll 1976) mais les étés sont plus marqués avec une lumière crue et une chaleur sèche. Les moyennes annuelles sur 25 ans de notre station de La Tremblade s'établissent à 764mm pour la pluviométrie et à 12°1 pour la température; ceci caractérise les climats de type euryméditerranéen avec des valeurs de température comprises entre 12° et 14° et des précipitations entre 750mm et 800mm. L'année 1976 a été marquée dans cette région normalement humide par un fort déficit pluviométrique. La plupart des mois de l'hiver 1975-1976, du printemps 1976 et du début de l'été sont caractérisés par une pluviométrie fortement déficitaire (voir tableau n°1 en annexe n°1) pour la station de La Tremblade. Par suite à la fois du manque de pluie et d'une évapotranspiration accélérée surtout en mai, juin et juillet, due à un degré hygrométrique faible et à des températures très élevées, le déficit s'est accentué. En effet en juin le nombre de jours où la température maximale a atteint au moins 30°C est de l'ordre du quintuple de la normale. L'évaporation est alors de 14,2mm. Les températures moyennes les plus élevées ont été atteintes fin juin avec un maximum de 36°2 le 28.

En juillet, la sécheresse persiste et c'est surtout durant les trois premières semaines que les températures ont été les plus fortes. Le mois d'août a été chaud, bien ensoleillé; en fin de mois les pluies ont eues sont fréquentes. La période de sécheresse persistante a été interrompue, tout début septembre par une période pluvieuse les températures restent alors fraîches. Corrélativement les débits d'étiage des fleuves ont été particulièrement bas : 6 à 10 m³/S pour la Charente à Saint Savinien et 0 à 1m³/S pour la Sèvre à Saugon.

Méthodes

1°) Prélèvements

Après les très fortes chaleurs de fin juin, début juillet nous avons effectué un bilan hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron le 6 le 7 et 9 juillet. 15 stations ont été prospectées sur le fond et en surface (carte n°1 en annexe 3). Chaque station est étudiée en demi-cycle de marée soit 3 à 4 fois par jour. Les résultats présentés concernent 94 prélèvements. L'estuaire de la Sèvre a été plus particulièrement suivi dans le temps. Les stations sont réparties d'amont en aval sur la carte n° 2 (en annexe 3) .

2°) Paramètres abiotiques

La température de l'eau est relevé au dixième avec un thermomètre à renversement. Les salinités sont effectuées par la méthode chimique de JACOBSEN et KNUDSEN.

L'oxygène dissous est dosé par la méthode de WINKLER

L'ammoniaque est fixé immédiatement sur le bateau comme pour l'oxygène et est dosé par la méthode manuelle de KOROLEFF. Les sels minéraux sont congelés avec une goutte de chloro-forme et filtrés sur 0,45 µ ; les dosages sont effectués ultérieurement.

Les nitrites sont dosés par la méthode manuelle de SHIWN modifiée par BLEUDSCHNEIDER et ROBINSON, les nitrates sont déterminés par la méthode manuelle de MORRIS et RILEY modifiée par WOOD, ARMSTRONG et RICHARD. Les phosphates sont dosés par la méthode manuelle de MURPHEY et RILEY modifiée par ROBINSON et THOMPSON et les silicates par la méthode manuelle de MULLIN et RILEY modifiée par STRICKLAND.

3°) Paramètres biotiques

Nous avons dosé les protéines particulières selon la méthode de LOWRY, l'A T P selon la méthode de LABORIE, la chlorophylle a et les pigments par la méthode de LORENZEN. Le poids du seston et la transparence de l'eau avec un disque de SECCHI ont été mesurés à chaque station. Le détail de ces différentes méthodes a été développé dans HERAL et coll 1977. Le phytoplancton formolé à 4% est décanté dans des éprouvettes de 1 litre. La détermination et le comptage s'effectuent sur une cellule quadrillée et étalonnée de type hématimétrique (BERTHOUE 1977).

Résultats

A - Ensemble du bassin de Marennes-Oléron

Nous avons groupé les différentes stations et les différents prélèvements de chaque station en 5 secteurs : Charente, secteur nord océanique, centre du bassin, sud du bassin et Seudre. Les résultats moyens sont groupés dans le tableau N° 2 en annexe 3 .

1°) Températures, salinités, oxygènes dissous

Les températures de l'eau sont nettement plus élevées dans les estuaires 25°6 pour la Charente et 22°7 pour la Seudre contre 21°5 pour les eaux du bassin. Les faibles salinités de la Charente n'atteignent pas la station 3, à cause du faible débit. Les salinités moyennes de la Seudre restent élevées; en effet, les faibles salinités (27‰) de la marée basse concernent une masse d'eau trop faible qui est rapidement dispersée par les eaux sursalées en provenance des claires ostréicoles. L'oxygène dissous, en légère sursaturation dans le nord du bassin, présente un déficit important en Charente et en Seudre (66 et 70%); ce déficit chronique est maximum dans la région des faibles chlorinités. Nous constatons par contre un léger déficit dans le centre du bassin, et un déficit exceptionnel dans le sud du bassin (65%).

2°) Ammoniaques, nitrites et nitrates, phosphates et Silicates

Les deux fleuves apportent de grandes quantités de nitrates 47µatg N/l pour la Charente et 4,9 µatg N/l pour la Seudre et de silicates 71µatg Si/l pour la Charente et 24 µatg Si/l pour la Seudre. Les teneurs les plus fortes en nitrite et en ammoniacque sont situés dans les deux estuaires et plus particulièrement en Seudre avec 13,5 µatg N/l et 1,2 µatg N/l. Les eaux du bassin présentent des teneurs faibles en nitrates (1,5) et

phosphates (0,6) caractéristiques de cette période estivale. Les teneurs en silices restent élevées 7,5 $\mu\text{atg/l}$.

3°) Chlorophylle a, phéopigments, A T P et protéines

Les valeurs les plus élevées de chlorophylle (3,3 $\mu\text{g/l}$ et 4,3 $\mu\text{g/l}$) et d'A T P (2,2 μg) correspondent aux secteurs les plus riches en nitrates et phosphates : la Charente et la Seudre. Les phéopigments ont des valeurs très élevées, dans ces estuaires, ce qui montre la part importante des matières détritiques. La chlorophylle active représente seulement 20% de la chlorophylle totale (HERAL et coll. 1977) les valeurs d'A T P sont très fortes (2,2 $\mu\text{g/l}$) elles peuvent être dues à une interférence avec la microflore ou avec les larves d'huîtres.

4°) Phytoplancton

Le nombre moyen de cellules au litre est élevé en Charente (24 300 cel./l) et surtout en Seudre (92 500 cel./l). Ces valeurs sont dues principalement au développement des chlorococcales (Euchlorophycées) qui représentent respectivement 37 et 28 % du nombre total de cellules. Les diatomées sont toujours bien représentées (50 à 70 % du total). Les principaux genres observés sont Navicula notamment en Charente et en Seudre, Pleurosigma, Biddulphia, Grammatophora et Amphora principalement dans le bassin. A l'opposé des chlorococcales, les péridiniens et notamment Prorocentrum micans EHR se développent de façon importante dans les eaux de mélange du bassin et représente de 28 à 34 % du nombre total de cel./l (BERTHOUME 1977).

5°) Relations entre les paramètres

Nous avons établi une matrice de corrélation de BRAVAIS et PEARSON ainsi que la probabilité d'une corrélation positive entre ces paramètres (tableau n°3 en annexe 5). Il apparaît que les péridiniens sont à l'opposé des secteurs turbides riches en phéopigments, en nitrates et en silicates et que les chlorococcales sont opposées aux péridiniens, car abondantes dans les eaux estuariennes dessalées riches en chlorophylle, phéopigments, nitrates, silicates et phosphates. Les diatomées ne semblent pas liées à un quelconque paramètre, ce sont des espèces ubiquistes qui nécessitent des conditions hydrologiques moins marquées .

6°) Analyse en composantes principales

Il ne saurait être question d'exposer dans cette note cette méthode d'analyse statistique de données. Nous rappelons brièvement que cette méthode d'inertie maintenant classique en écologie, a été développée sous la forme d'analyse en composantes principales par HOTTELING 1933 et BENZECRI 1973. L'analyse en composantes principales fait intervenir une distance qui permet d'interpréter les proximités existant entre les variables en termes de corrélation. Cette analyse consiste à réduire le nombre de dimensions de l'espace dans lesquelles sont projetés les points observations, tout en minimisant la perte d'information. Ceci aboutit à choisir les axes principaux qui représentent la meilleure figuration plane possible.

En appliquant cette analyse dans le but d'expliquer la matrice de corrélation inter-paramètre que nous avons déjà présentée, nous constatons que dans le plan défini par les deux premiers axes (fig.1 annexe n°6) l'axe 1 représente 52,9 % de l'axe 2 21,1, soit à eux deux 73,6 % de l'inertie de l'ensemble des points. Cette figure synthétise donc très bien la situation hydrobiologique de cette période.

On distingue trois grands groupes: le premier concernant la Seudre le deuxième la Charente, le troisième les eaux océaniques et les eaux du centre du bassin. Les variables les plus contributives sur l'axe 1 sont l'oxygène, les salinités et à l'opposé le seston, la silice, les nitrates, phosphates et les phéopigments. Cet axe oppose les stations estuariennes aux stations du bassin, l'axe 2 oppose la Seudre à la Charente, ceci étant plus particulièrement du au phytoplancton (nombre total de cellules) à l'ammoniaquet aux nitrites.

Dans le plan défini par les axes 1 et 3 (fig. 2 en annexe n° 7) représentant 63,8 % de l'inertie de l'ensemble des points, l'axe 1 oppose toujours les stations estuariennes aux stations du bassin; par contre, l'axe 3 oppose les eaux du nord du bassin à celles du sud du bassin, les eaux du centre variant entre ces extrêmes. L'oxygène est la cause de cette opposition. La composition floristique joue aussi un rôle sur cet axe : diatomée pour le nord contre péridiniens pour le sud.

Les axes 1 et 4 (fig.3 en annexe n°8) représentent encore 60% de l'inertie de l'ensemble des points. L'axe 1 montre toujours la même opposition entre estuaire et bassin, tandis que l'axe 4 sépare les stations du centre du bassin de celles du nord et du sud. En plus de l'oxygène ce sont les teneurs en chlorophylle a et en A T P qui contribuent principalement à l'axe 4.

Cette analyse nous a montré les caractéristiques des masses d'eau estuariennes, et séparé les différents secteurs. Les données floristiques de chaque secteur sont classées ci-dessous. Enfin cette analyse nous a permis de confirmer les différents groupements de stations que nous avions empiriquement regroupés pour la présentation des résultats. Les moyens de calculs (capacité de la calculatrice) ne nous ont pas permis de traiter l'ensemble des données (94) par une analyse en fonction de la marée, ou en fonction des prélèvements de surface et de fond.

B - Evolution hydrologique de la Seudre

Nous avons voulu mieux connaître les raisons de la réoxygénation de la Seudre et du sud du bassin, des fortes teneurs en ammoniacque et en nitrites ainsi que les très fortes valeurs de phéopigments rencontrées lors de notre campagne en Seudre. Il faut rappeler en effet que la Seudre est le principal centre de captage de larves de Crassostrea gigas du bassin de Marennes-Cléron et que ce centre alimente aussi les secteurs vendéens et bretons. De plus, ces larves sont très sensibles aux teneurs en nitrites et en hydrogène sulfureux (CRAWELL 1975).

Résultats

Du 9 juillet au 18 août, nous avons effectué 4 sorties en Seudre en suivant les paramètres suivants : O_2 , S_{po} , T , DBO, DCO au permanganate NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4 et SiO_2 .

Les stations prospectées étaient situées entre la Grève et la papeterie de Beaumont en amont de Saujon (voir carte n°2). Notons la présence d'un vannage à Saujon. Les résultats sont exprimés sous forme de graphiques en annexe 9. Parallèlement à une production algale anormalement élevée, manifestation la plus apparente du processus eutrophisant, on constate un déséquilibre général des teneurs en nutrilites. On peut citer par exemple à Saujon des teneurs en nitrate supérieures à $70 \mu\text{atg N/l}$, des teneurs en nitrites de l'ordre de $6 \mu\text{atg N/l}$ et des teneurs en phosphate pouvant aller de 10 à $30 \mu\text{atg N/l}$. Cet apport de sels minéraux et de matières organiques (DBO₅ supérieure à 30 mg/l) est principalement causé par l'agglomération de Saujon et d'une manière annexe par la papeterie de Beaumont. Le rôle du vannage de Saujon est quasi négligeable car l'écluse est non opérationnelle. En effet l'eau des deux côtés de la vanne possède les mêmes résultats hydrologiques. L'amont de la Seudre présente les caractéristiques

classiques d'une eutrophication : forte pullulation d'algues (5 millions de cellule par litre de chlorococques) qui provoque une forte photosynthèse (300 µl d'O₂ l'après midi et 110 le matin à 7h. Cet excès d'oxygène permet une réduction progressive de la matière organique. Entre Saujon et l'Eguille la teneur en NH₄⁺ augmente pour atteindre 30 µatg N ammoniacal /l. L'oxydation des nitrites formés se produit plus rapidement à cause d'un milieu qui reste constamment oxydant en amont. Parallèlement, l'oxydation des matières organiques et des corps réducteurs s'effectue progressivement, ce qui implique une baisse du taux d'oxygène dissous de 400 µ à Saujon, à 50 µ à l'Eguille. En aval de l'Eguille, la charge en matière organique s'amointrit et la teneur en oxygène dissous réaugmente, n'ayant cependant jamais été inférieure à 50 µ de la saturation. Les DBO₅ passent alors de 35 mg/l à Saujon à 9 mg/l à la Grève.

Nous n'avons pu mettre en évidence une phase de dystrophisation dans cette eutrophisation mais il est fort probable qu'avant nos campagnes, après les fortes chaleurs du 26 au 30 juin, une dystrophisation se soit produite avec déplétion totale d'oxygène dissous, entraînant des fermentations anaérobies, pullulation de bactéries et dégagement d'hydrogène sulfureux. C'est ce phénomène qui a dû déclencher l'abondante mortalité de poissons du 29-30 juin. Plusieurs centaines de kg de poissons morts ont été retirés à Saujon. Ce phénomène est très exceptionnel; il fut observé en 1947 mais avec une moindre amplitude. Cette année même les grosses anguilles n'ont pas résisté, ce qui indique que l'oxygène dissous a dû descendre en dessous de 3 mg/l. (seuil léthal pour les anguilles HERAL et coll 1975).

Conséquences ostréicoles

1°) Mortalités d'huîtres adultes

- En Seudre: du 1er au 9 juillet, dans la haute Seudre de nombreuses mortalités ont affecté des huîtres nées en 1975, encore fixées sur les collecteurs et sur les supports. Fin juin début juillet les collecteurs auraient dû être retirés de Seudre mais à peu près la moitié était encore en place. La perte fut de 45 % sur les parcs les plus atteints mais proche de 20% dans la quasitotalité des autres secteurs : 23 µ sur collecteur ardoise et 18 µ sur collecteur coquille Saint Jacques.

La Seudre, avec ses eaux fortement chargées en matières organiques, pauvres en oxygène, riches en nitrites ne présentait pas un milieu favorable et a causé la mortalité d'huîtres déjà fatiguées par les fortes températures et par leur stade avancé de maturation sexuelle.

Dans le bassin

Des mortalités assez faibles de l'ordre de 10 % furent signalées dans le sud du bassin sur les parcs de Chevalier, de Manson, à l'embouchure de la Seudre : Mus de Loup, Barat, Banc de Ronce. Ces mortalités semblent souvent dues aux fortes chaleurs aux quelles sont soumises les huîtres à marée basse. Le secteur de Daire a été plus particulièrement touché : 10 à 80 % des huîtres selon les secteurs.

La mortalité semble due à un très important tonnage d'huîtres provenant de claires (3 000 tonnes) ; ces huîtres fatiguées, venant d'un milieu hypersalé aux fortes températures, n'ont pas supporté un brusque changement de milieu. Les coefficients de marée étant faibles, il ne s'est pas produit de brassage d'eau et la mortalité de ces huîtres a provoqué une baisse d'oxygène dissous observée lors de la campagne, causant un début de réaction en chaîne : auréole de mortalité autour des huîtres de claires.

L'absence de lésions internes ou externes constatée par COMPS permet d'associer ces mortalités aux mauvaises conditions du milieu .

2°) Reproduction des huîtres

En Seudre

L'étude de l'abondance des larves s'effectue par des pêches au filet, la méthode a été décrite par GRAS et coll 1971. Nous avons vu que ce milieu fortement perturbé par les rejets urbains et industriels présente, lors de conditions atmosphériques anormales, un milieu peu favorable à la reproduction et fixation des huîtres à cause des fortes salinités rencontrées, des faibles teneurs en oxygène dissous, et de la teneur en H_2S surtout lorsque l'on connaît la faible résistance des larves d'huîtres à des variations même faibles de ces paramètres. Ceci explique que les émissions du 30 juin , du 8 juillet et du 15 juillet n'ont pu évoluer correctement : peu d'huîtres se sont fixées en amont sur les collecteurs; en aval de La Tremblade quelques huîtres (5 par collecteur) se sont fixées à cette période.

Dès le retour à la normale, après les pluies vers le 15 septembre il s'est produit dans le bas de la Seudre une nouvelle fixation très importante (20 individus par dm^2 de collecteur) .

Dans le nord du bassin

Une seule émission assez importante a été détectée entre le 8 et le 11 juillet. Elle a évolué très rapidement (3 800 grosses larves le 22 juillet) en raison des meilleures conditions de développement apportées par les eaux océaniques. Ces fixations ont donné plus de 200 individus en moyenne par pieu et près de 900 individus par kilo de collecteurs en coquilles d'huîtres.

En Charente

Une émission de la même importance a été détectée le 20 juillet, ces larves, probablement émises entre le 12 et le 15 juillet se sont développées dans de bonnes conditions : 3 300 grosses à la Moulière et 4 800 grosses aux Palles.

- En résumé la fixation dans l'ensemble du bassin de Marennes-Oléron est moyenne, inférieure à celle obtenue en 1971, 1973 et 1975 mais meilleure qu'en 1972 et 1974. Les salinités élevées rencontrées voisines de 34‰ n'ont pas empêchées l'évolution des larves de Crassostrea gigas car les températures sont restées supérieures à 21°C. Il faut remarquer que dans les années de sécheresse la Seudre n'est pas un bon secteur pour la reproduction des huîtres tant à cause des fortes salinités que l'on y rencontre, qu'à cause de l'absence d'arrivée importante d'eau douce permettant une meilleure dilution de pollutions organiques. Il faut signaler que la mise en fonctionnement de la station d'épuration de la station d'épuration de la ville de Saujon et la réparation de l'écluse doit améliorer assez rapidement l'état de la Seudre mais le problème du manque d'arrivée d'eau douce persistera.

CONCLUSION

L'étude des conséquences de la sécheresse dans le bassin de Marennes-Oléron a permis de mettre en évidence que :

1^o) le bassin peut être divisé en 5 grands secteurs assez homogènes et bien individualisés. Ceci nous permettra désormais de ne suivre que chacun de ces secteurs .

2^o) l'importance de la Charente et de la Seudre dans l'hydrologie du bassin avec un fort apport de nitrates, silicates et phosphates.

3^o) le rôle non négligeable du tripton mis en évidence par le faible pourcentage de chlorophylles actives, les fortes teneurs en pheopigments et les rapports élevés protéines/chlorophylles.

4°) Les relations phytoplancton hydrologie montrent que Prorocentrum micans correspond aux eaux salées du bassin peu riches en sels minéraux tandis que les chlorococcales abondent dans les eaux estuariennes. Les diatomées sont présentes dans l'ensemble du bassin .

5°) Les mortalités d'huîtres sont restées faibles malgré les conditions météorologiques exceptionnelles, exceptées en Seudre à cause de l'eutrophisation de ce secteur.

6°) La Seudre, lors des années sèches est un mauvais secteur pour le captage des huîtres à cause principalement de l'absence d'apport d'eau douce.

Il faut enfin signaler que le bassin de Marennes-Oléron malgré les apports des deux fleuves Charente et Seudre et malgré sa forte population d'huître, est un secteur encore en équilibre et en relative bonne santé car ces conditions météorologiques exceptionnelles ne nous ont pas permis de rencontrer de facteurs limitants pour l'écosystème tels que blooms d'eaux rouges, dystrophisation et fortes mortalités de bivalves ...

Littérature citée

- BENVEHRI J.P. et coll., 1975 . - Analyse des données; avec J. L. Favonius 3, tome II: Analyse des correspondances.- DUNOD édit.
- BERTHOMÉ J.P., 1977.- Développement anormal du dinoflagellé Prorocentrum micans Enr. dans le bassin de Marennes-Oléron en juillet 1976.- Cons. int. Explor. Mer, com. Plankton, n° L 9.
- CADWELL R.S., 1975.- Hydrogen sulfide effects on selected larval and adult marine invertebrate, Water Resour. Res. Inst., 51(1975), 27 p.
- COMPS M., BONAMI J.R., VAGO G. et RAZET D., 1976.- La mise en évidence d'une infection virale chez l'huitre portugaise à l'occasion de l'épizootie de 1970-1974.- Science et Pêche, Bull. Inst. Sci. Tech. Pêch. Marit., n° 251.
- GRAS P., COMPS M., DAVID A. et BARON G., 1971.- Observations préliminaires sur la reproduction des huîtres dans le bassin de Marennes-Oléron en 1971.- Science et Pêche, Bull. Inst. Sci. Tech. Pêch. Marit., n° 207.
- HERAL M. et FRANÇOIS Ph., 1976.- Premières observations climatologiques en presqu'île guérandaise et en Brière.- Bull. Soc. Sci. Nat. Ouest France, tome LXXIV.
- HERAL M. et RAZET D., 1977.- Premières approches de la nourriture organique particulaire de Crassostrea gigas dans les eaux du bassin de Marennes-Oléron.- Cons. int. Explor. Mer, Com. Benth., Crust. et Mol., n°K 21.
- HERAL M., HUSSENOT J. et MAILLARD Y., 1975. - Les réservoirs à poissons de la presqu'île guérandaise; aspects hydrologiques et techniques aquacoles . Penn ar Bed n° 83 , p. 14 .
- HOTTELING H., 1933. - Analysis of a complex of statistical variables into principal components. - J. Educ. Psychol. 24 p. 417-441 et 498-520.
- STRICKLAND J.D.H. and PARSONS T.R. , 1968 . - A practical hand book of sea water analysis . J. Fish. Res. Bd. Can., 167 ,p. 1-3111 .

	Température moyenne	Température 1976	écart à la moyenne	pluviométrie moyenne	pluviométrie 1976	écart à la moyenne
Janvier	6.2	5.6	- 0.6	80.9	23.0	- <u>57.9</u>
Février	6.3	7.2	+ 0.9	70	46.1	- <u>23.9</u>
Mars	8.0	8.4	+ 0.4	59.5	70.1	+ 10.6
Avril	11.0	11.2	+ 0.2	44.3	29.2	- 15.1
Mai	14.3	15.2	+ 0.9	54.3	7.2	- <u>47.1</u>
Juin	17.8	21.0	+ <u>3.2</u>	32.1	15.2	- <u>16.9</u>
Juillet	19.8	20.7	+ <u>0.9</u>	35.3	13.1	- <u>22.2</u>
Août	19.8	21.1	+ <u>1.3</u>	61.8	49.6	- <u>12.2</u>
Septembre	16.4	16.0	- 0.4	88.2	103.6	+ 15.4
Octobre	11.9	13.6	+ 1.7	66.9	120.4	+ 53.5
Novembre	8.0	7.6	- 0.4	110.2	168.0	+ 57.8
Décembre	5.8	5.8	0	60.5	92.1	+ 31.6
Année	12.1	12.8	+ 8,1	754	737.6	- 26.4

Tableau n° 1 : Observations météorologiques de la station
I.S.T.P.M. de La Tremblade
moyennes établies sur les années 1951-1976

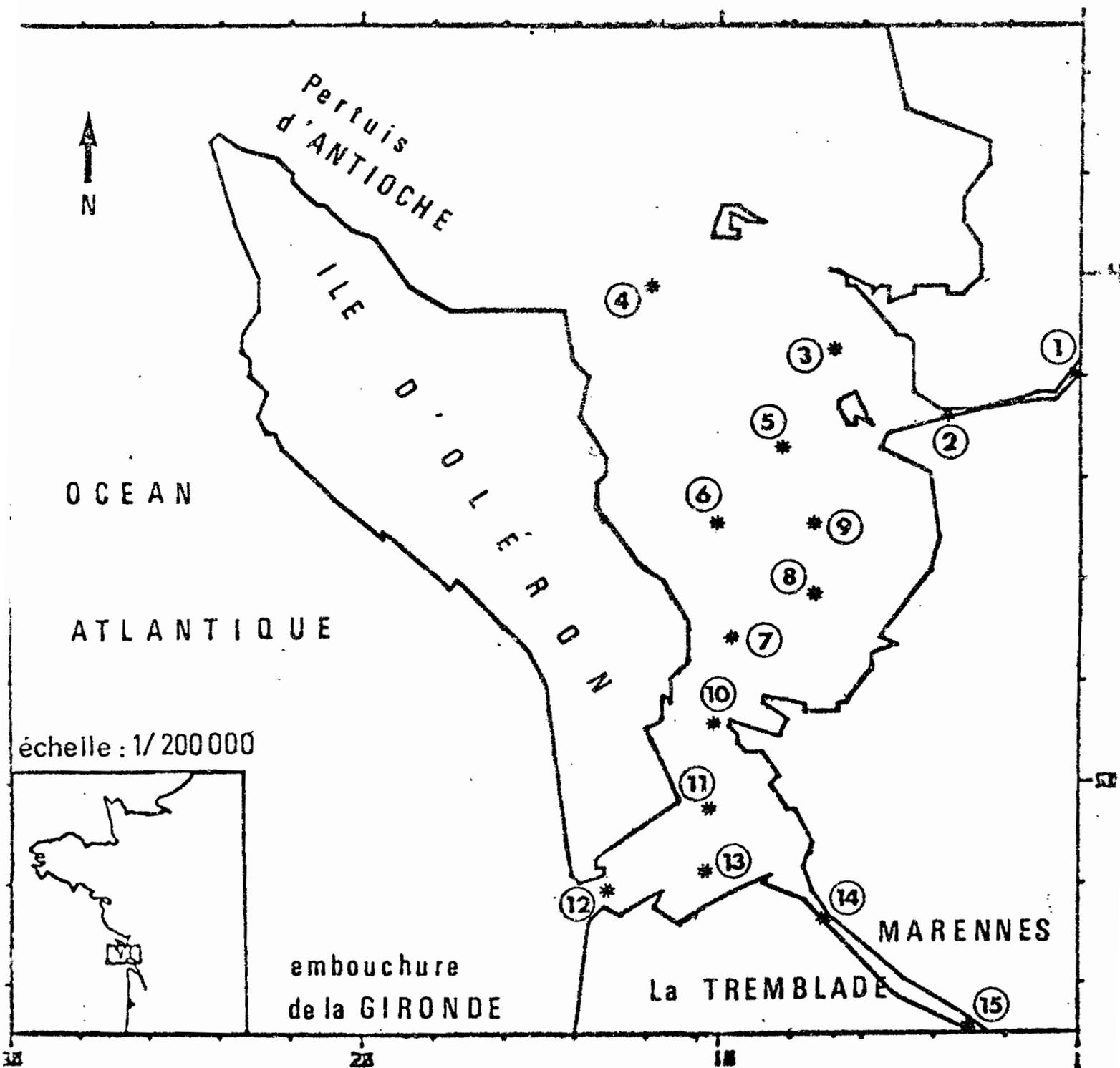
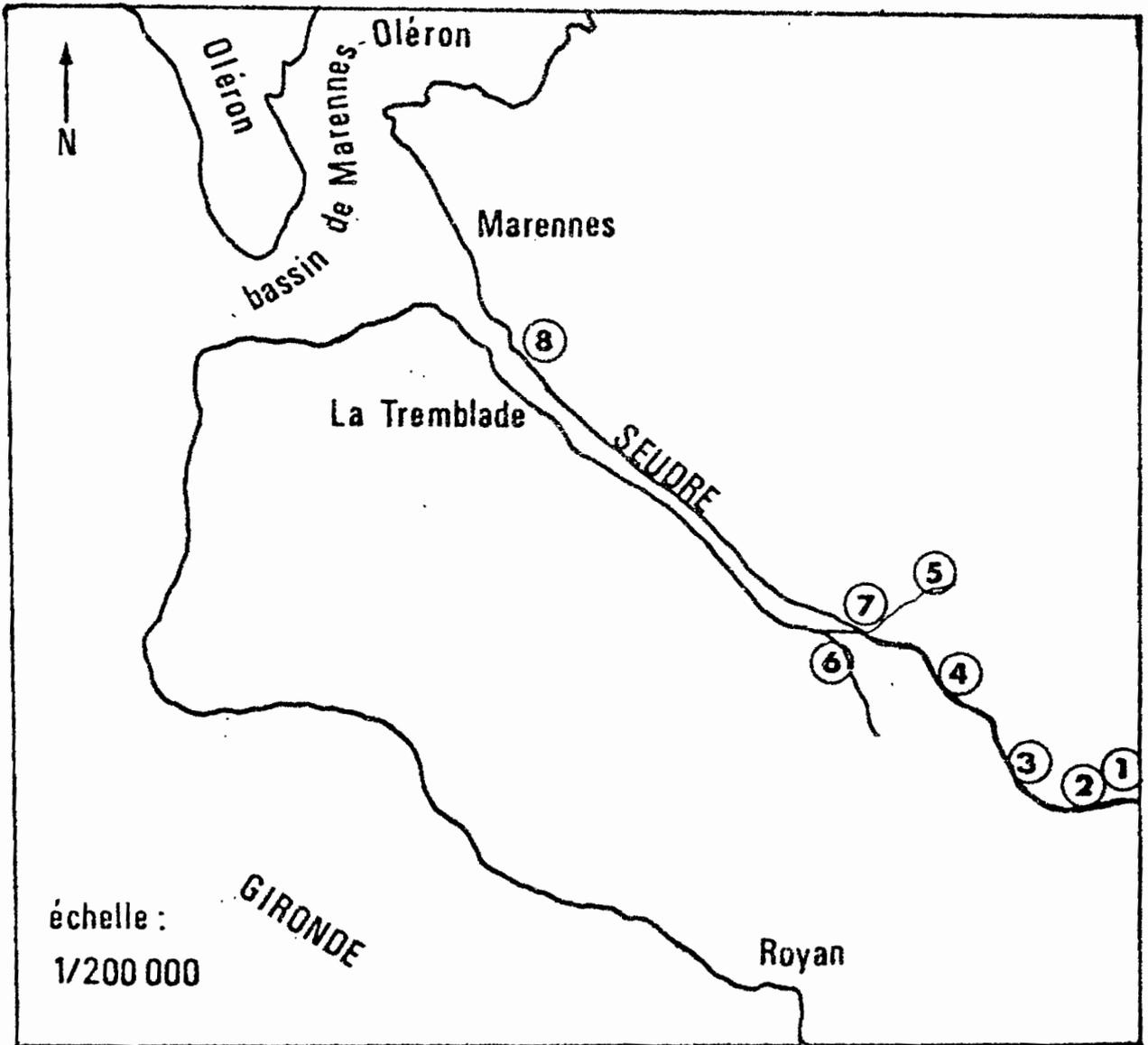


Fig. N° 1 Bassin de Marennes Oléron ; localisation des stations



carte n° 2 : cours de la Sèvre ; localisation des stations

	Charente stations 1-2	Secteur nord Stations 3-4-5	Bassin centre Stations 6-7- 8-9-10	Bassin sud Stations 11- 12-13	Sudre Stations 14 - 15
Nombre de prélèvements	12	18	32	20	11
O ₂ ‰	66.5	105.8	86.7	65.5	70.7
S ‰	19.3	33.5	34.0	33.2	33.9
T E en °C	25.6	21.4	21.6	21.6	22.7
NH ₄ en µatg N/l	3.6	0.6	4.3	1.2	13.5
NO ₂ en µatg N/l	0.7	0.3	0.3	0.3	1.2
NO ₃ en µatg N/l	47.7	1.7	1.5	0.9	4.9
SI en µatg Si/l	71.4	5.5	7.5	5.1	24.3
PO ₄ en µatg p/l	10.0	0.4	0.6	0.4	2.4
CHL A en mg/l	3.3	1.6	1.8	1.3	4.3
PHEO en mg/l	12.7	1.6	1.6	1.9	16.6
A T P en µg/l	2.22	1.93	0.61	0.73	2.24
PROT en mg/l	2.79	2.93	1.63	2.05	4.68
PHYT en cell/l	24.319	10.094	34.172	20.542	92.462
DIAT en ‰	66	70	60	51	60
PERI en ‰	1	20	28	34	12
CHLORO en ‰	37	10	12	15	28
SESTON en mg/l	805	14.3	41.8	11.3	4.303
transparence en cm	65	637	352	125	176

Tableau N° 2 : Moyenne des résultats

A-S	SES	CHLA	PHEO	ATP	PHYT	DIAT	PERI	CHLO	O ₂	S	NH ₄	NO ₂	NO ₃	SiO ₂	PO ₄
SES	1														
CHLA	0,434	1													
PHEO	0,873	0,557	1												
ATP	0,493	0,261	0,625	1											
PHYT	0,298	0,496	0,670	0,410	1										
DIAT	-0,034	0,442	0,060	0,306	0,016	1									
PERI	-0,709	-0,352	-0,736	-0,586	-0,294	-0,373	1								
CHLORO	0,731	0,021	0,693	0,368	0,276	-0,356	-0,732	1							
O ₂	-0,589	-0,268	-0,576	-0,009	-0,439	0,351	0,188	-0,440	1						
S	-0,824	-0,102	-0,553	-0,161	0,095	0,075	0,577	-0,638	0,578	1					
NH ₄	0,349	0,580	0,692	0,336	0,943	0,063	-0,293	0,253	-0,436	0,007	1				
NO ₂	0,569	0,559	0,879	0,527	0,872	0,120	-0,627	0,537	-0,483	-0,252	0,871	1			
NO ₃	0,902	0,222	0,630	0,267	-0,045	-0,033	-0,642	0,668	-0,555	-0,978	0,028	0,292	1		
SiO ₂	0,919	0,290	0,742	0,301	0,170	-0,031	-0,668	0,696	-0,668	-0,960	0,251	0,483	0,967	1	
PO ₄	0,842	0,188	0,615	0,164	0,032	-0,069	-0,587	0,640	-0,648	-0,988	0,122	0,360	0,966	0,981	1

Tableau n° 3 : Matrice de corrélations inter paramètres de Bravais et Pearson

- Probabilité pour qu'il y ait une corrélation significative > à 99%
- Probabilité pour qu'il y ait une corrélation significative > à 95%
- Probabilité pour qu'il y ait une corrélation non significative.

IN COMP. PRINCIPALES
REF: HERAI

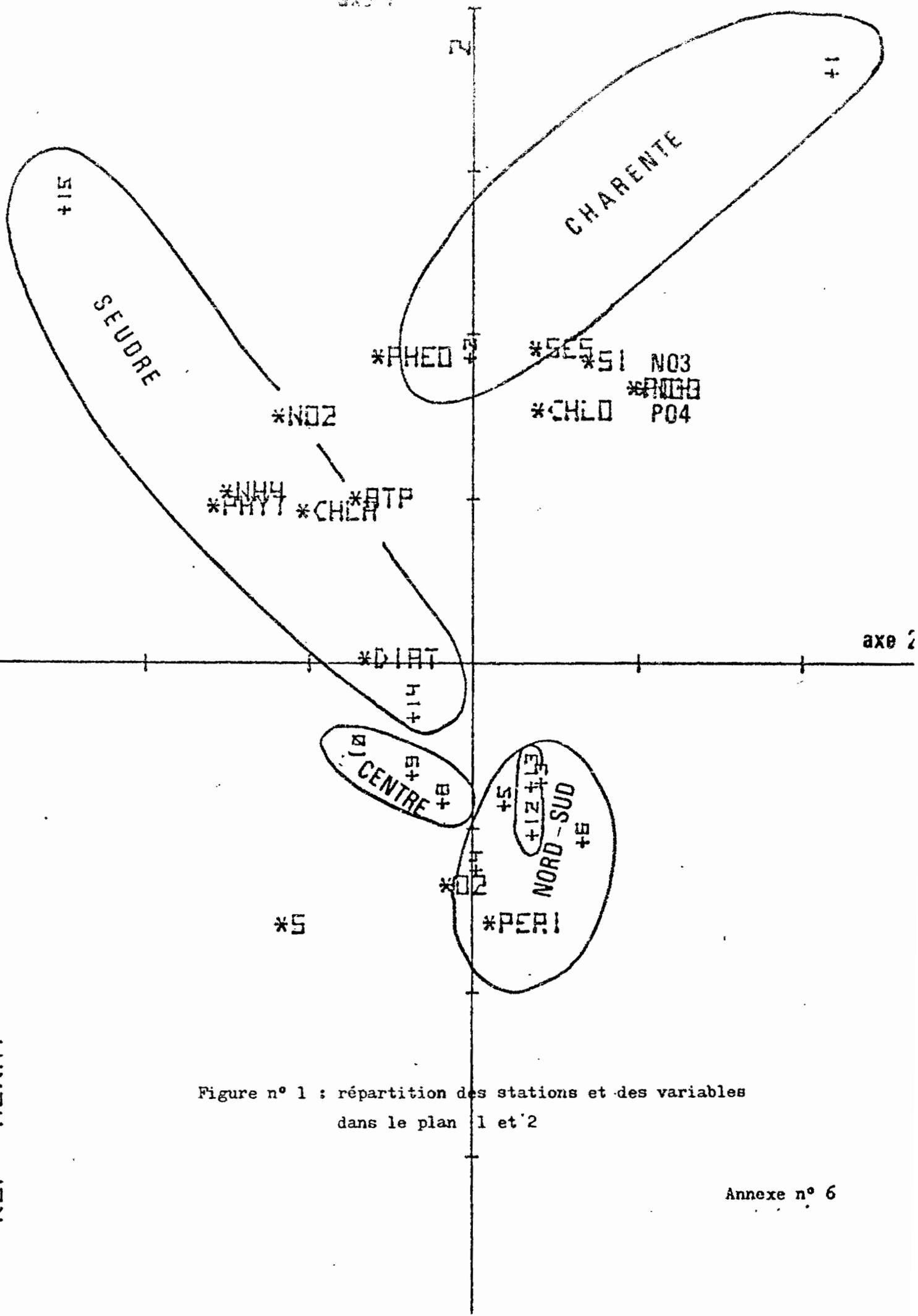


Figure n° 1 : répartition des stations et des variables dans le plan 1 et 2

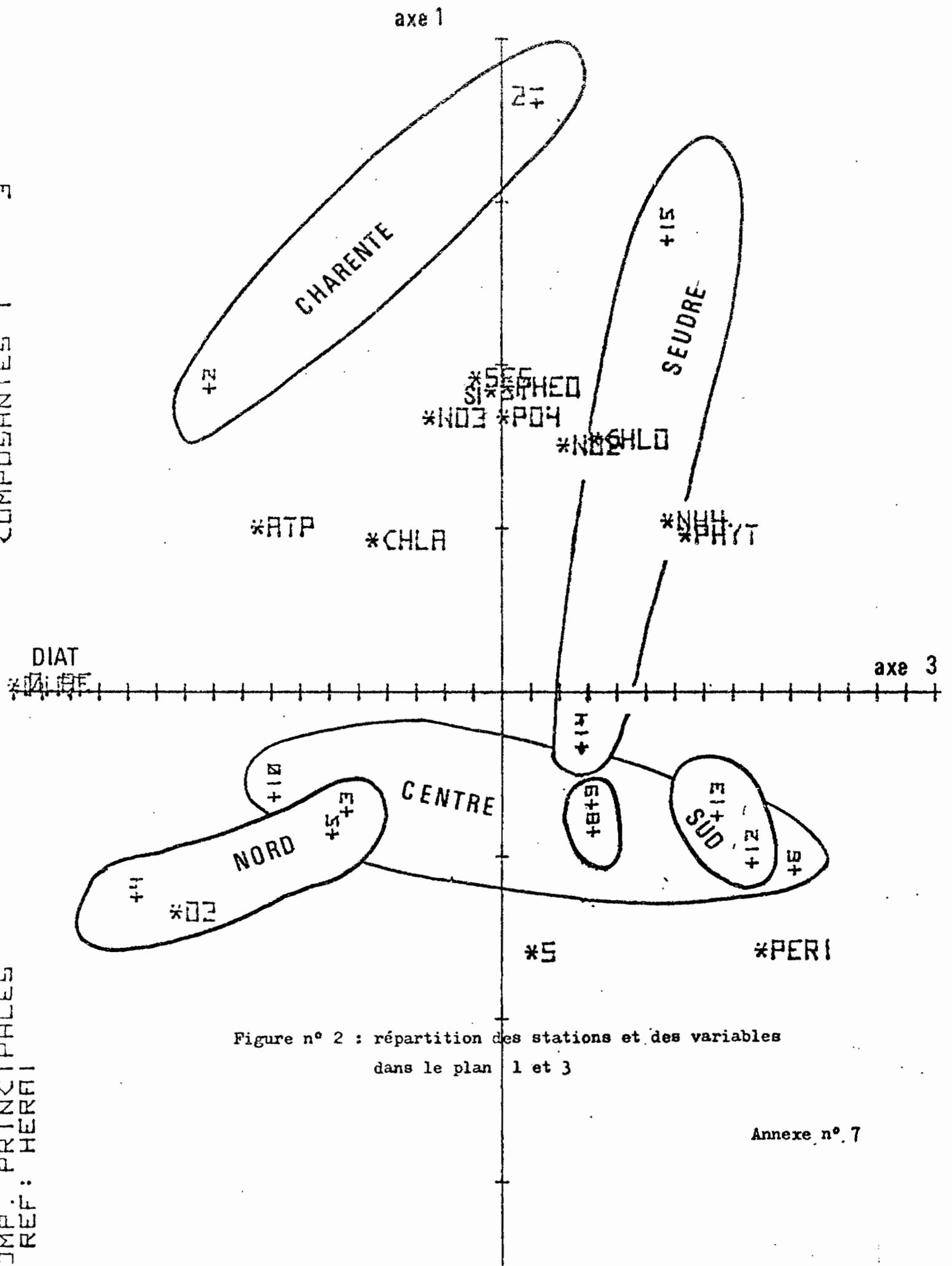


Figure n° 2 : répartition des stations et des variables dans le plan 1 et 3

COMPONENTES I
SAINES
DOMO
CHLA
S.S.
D.IAT
PERI
NORD
SUD
CENTRE

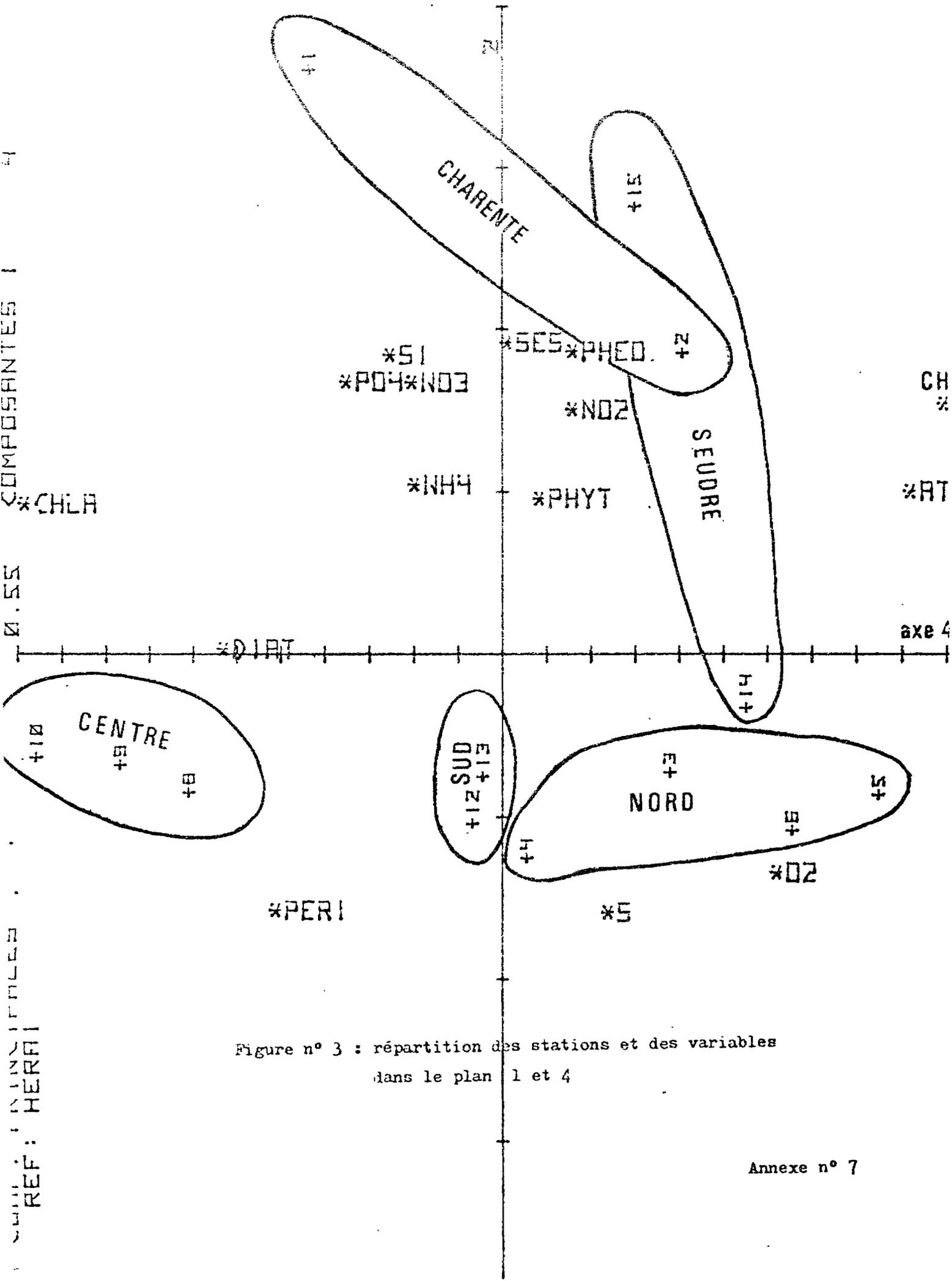
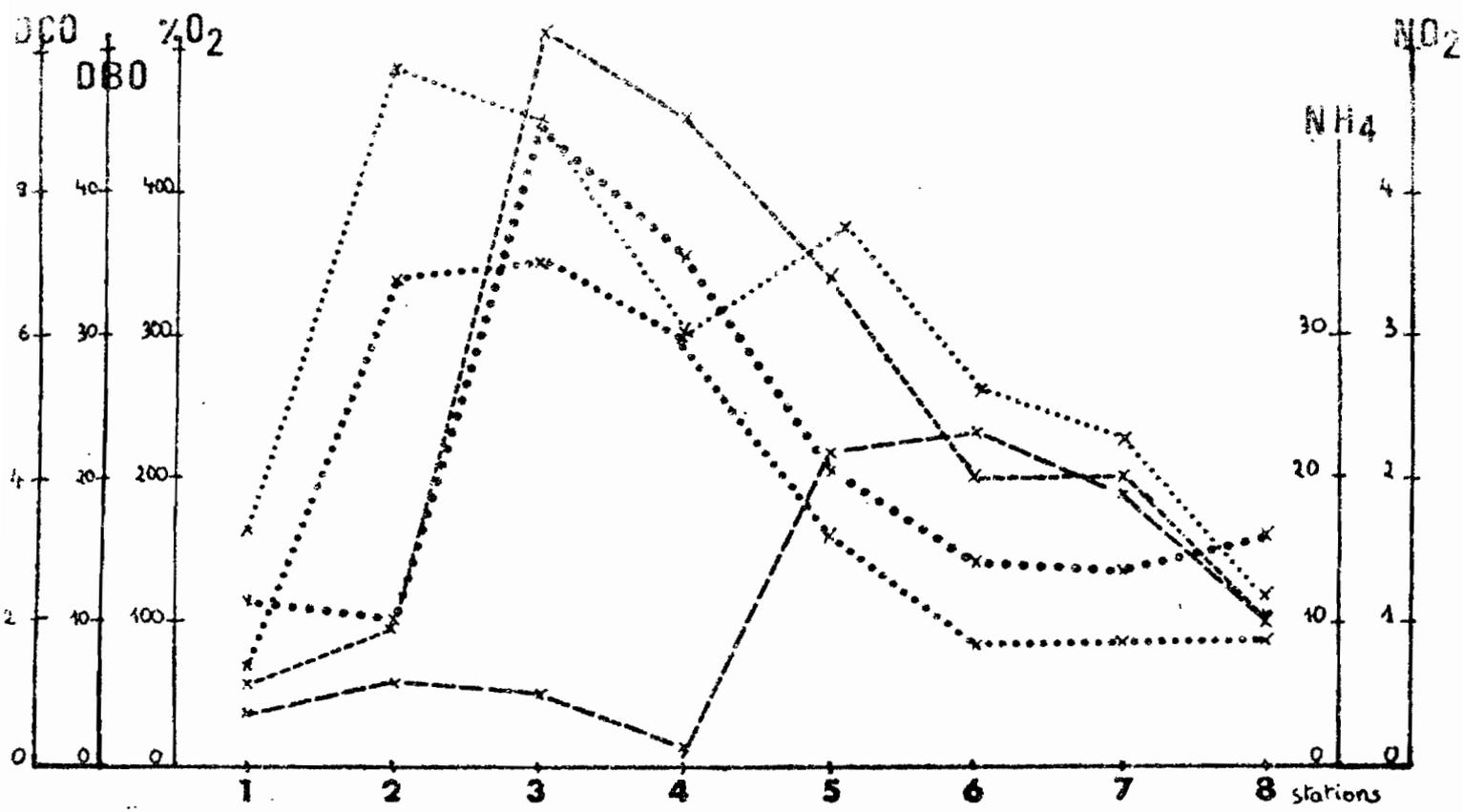
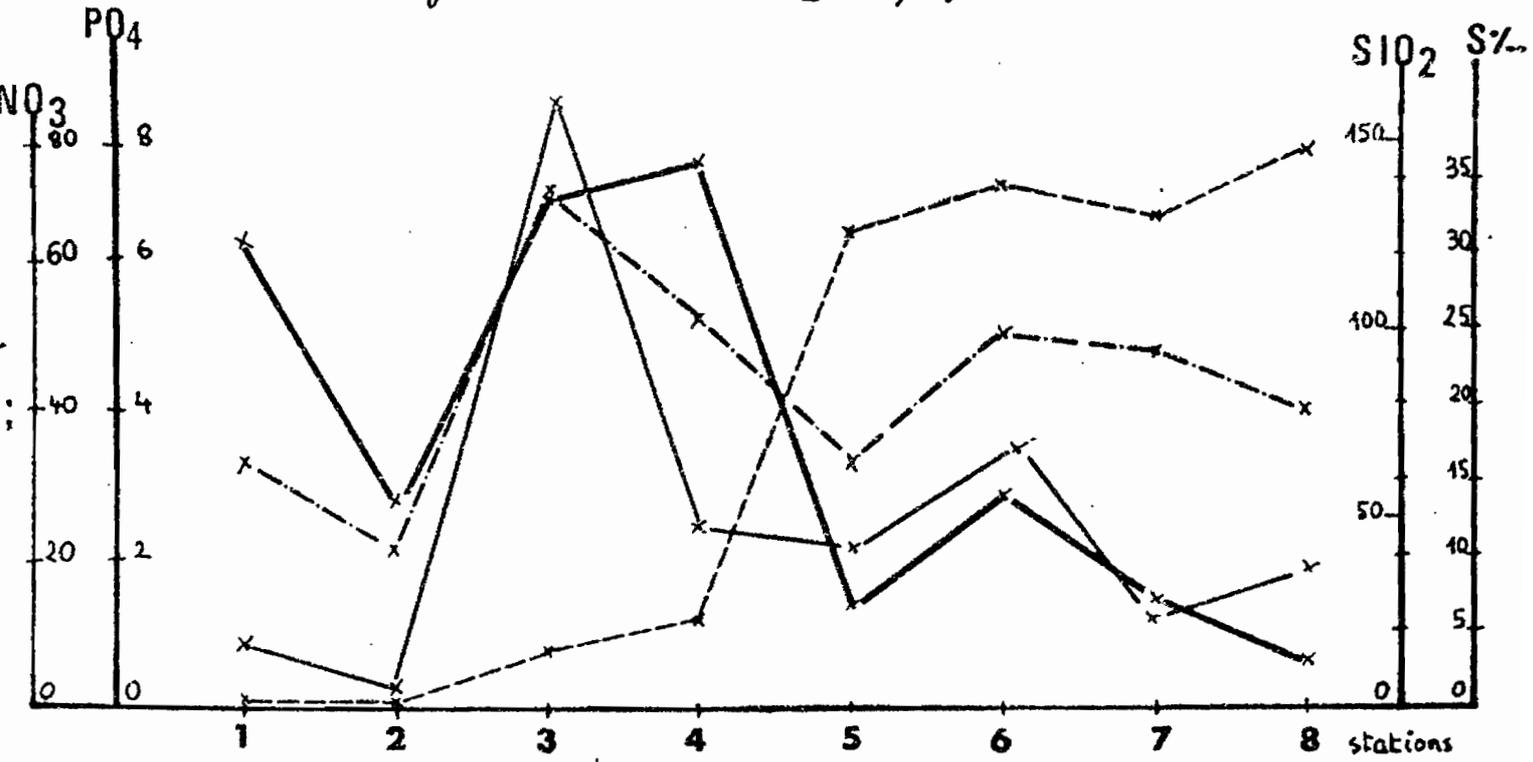


Figure n° 3 : répartition des stations et des variables dans le plan 1 et 4



..... DCO en mg/l. O₂ en % ---- NH₄ en µgN/l.
 DBO en mg/l. ---- NO₂ en µgN/l.



—— NO₃ en µgN/l. ---- SiO₂ en µgSi/l.
 —— PO₄ en µgP/l. ---- S en g/l.

Graphiques 1 et 2 : caractéristiques physicochimiques de la Sèvre : 20 et 22/7/1976 (Annexe 9