

DEPARTEMENT DES RESSOURCES VIVANTES

- UNITE DE RECHERCHE DES ECOSYSTEMES AQUACOLES -

RAPPORT DE STAGE

SUIVI DES PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES DE LA BAIE ESTUARIENNE DE MARENNES- OLERON. (SITE DU CHAPUS JUILLET 94)

Jean-Denis HIDROT
Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris.
-1^{ère} Année-

Jerome LEFEVRE
Université de Toulon mention Océan-Atmosphère
-Année de Licence-

Station IFREMER de LA TREMBLADE - CENTRE de NANTES -
Mus de Loup
17390 La TREMBLADE

JUILLET 1994



SOMMAIRE

1- Présentation de la station IFREMER de La Tremblade	page 1
2- Le Bassin estuarien	page 2
I - Acquisition en continu des paramètres Hydrodynamiques et Hydrobiologiques	page 3
1- présentation de la sonde EMP 2000	page 3
2- calibration des instruments, conditions d'échantillonnage	page 9
3- Visualisation des données, droite d'étalonnage du fluorimètre	page 10
II - Suivi de l'évolution des paramètres hydrobiologiques en fonction de la marée montante au Chapus	page 14
1- mode opératoire des prélèvements d'eau	page 14
2- modes opératoires des dosages	page 14
3- résultats et discussion, graphiques	page 16
4- conclusion	page 19
III - Annexes	page 20
Courbes des relevés effectués par la sonde dans la région de Dubrovnik .	

Nous remercions Monsieur M. HERAL, responsable du laboratoire d'étude des invertébrés marins, qui nous a permis d'effectuer ce stage.

Nous adressons également nos plus vifs remerciements à Jean PROU ainsi qu'aux membres de l'UREA pour leur aide et leur sympathie.

1. STATION IFREMER DE LA TREMBLADE.

La station de la Tremblade, rattachée au centre IFREMER de Nantes, est composée de 2 départements:

- Le département Environnement Littoral (D.E.L)

- Le département Ressources aquacole et Immunologie Générales composé de
 - L'Unité de Recherche en Pathologie
 - L'Unité de Recherche en Génétique et Ecloserie
 - L'Unité de Recherche des Ressources Aquacoles
 - L'Unité de Recherche des Ecosystèmes Aquacoles

Située au coeur du bassin ostréicole de Marennes-Oléron en Charente-Maritime, la station IFREMER de La Tremblade s'est spécialisée dans la connaissance des écosystèmes conchylicoles.

2. PROGRAMME DE RECHERCHE - ESTUAIRE DE LA CHARENTE.

Les objectifs de connaissance et de gestion des écosystèmes conchylicoles nécessite des moyens de modélisation des conditions hydrologiques du bassin.

La courantologie permet d'expliquer par sa modélisation le transport horizontal des éléments nutritifs à l'intérieur du bassin.

Le transport vertical (érosion, sédimentation) permet d'appréhender les lois régissant la remise en suspension des sédiments meubles et leur répartition spatio-temporelle.

La production primaire est étudiée dans le nord du bassin, lieu de rencontre des eaux océaniques (Pertuis d'Antioche) et des eaux terrigènes (estuaire de la Charente) riches en éléments nutritifs.

Une fois la capacité trophique de l'écosystème ainsi définie, les relations entre le milieu et les Mollusques sont étudiées en terme de physiologie et d'écophysiologie.

Les paramètres de respiration, d'assimilation et d'excrétion de l'animal sont modélisés en fonction de la température, la salinité, la turbidité et de la qualité des espèces phytoplanctoniques présentes.

3. LE BASSIN ESTUARIEN DE MARENNES-OLERON.

3.1. Situation géographique et climatologique.

Le bassin de Marennes-Oléron est limité au Nord par l'estuaire de la Charente et le pertuis d'Antioche; au Sud par le pertuis de Maumusson; à l'Est par le continent et à l'Ouest par l'île d'Oléron (cf carte.).

Le climat régional est un climat côtier doux et humide de type Euryméditerranéen. Le bassin lui-même étant protégé des vents du large et de la houle océanique par l'île.

Le bassin reçoit des eaux d'origine océanique par le pertuis d'Antioche et le pertuis de Maumusson. Ces eaux étant adoucies par les apports fluviaux riches en nutriments de la Charente, de la Seudre et de la Gironde. Ce bassin de Marennes-Oléron est le plus vaste secteur ostréicole français avec près de 15 000 hectares, permettant une culture conchylicole importante.

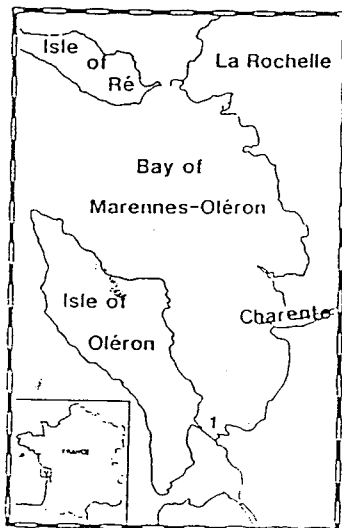


Figure 1 : Localisation de la station échantillonnée

3.2. Influence de la marée sur le bassin estuarien.

Ouvert au Nord et au Sud, le bassin de Marennes-Oléron subit intégralement l'influence de la marée. Les cycles de mortes et vives eaux sont parfaitement ressentis à travers les paramètres hydrodynamiques et hydrobiologiques de l'estuaire.

Lors du jusant, la direction du courant vient du Nord par le pertuis d'Antioche et s'établit au Sud lors du flot. Les masses d'eaux résident en moyenne 11 jours dans le bassin avant de s'évacuer par le pertuis de Maumusson. Durant cette période, les masses d'eaux effectuent un mouvement de "yoyo" suivant les marées.

I. ACQUISITION EN CONTINU DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES ET HYDROBIOLOGIQUES.

De récentes publications et travaux effectués dans le bassin de Marennes-Oléron montrent la nécessité de parfaire la connaissance des paramètres hydrodynamiques et hydrobiologiques du milieu. Le bassin estuarien, par sa situation géographique, présente une très grande variabilité de ces paramètres. Cette grande variabilité complique la compréhension de l'écosystème ostréicole.

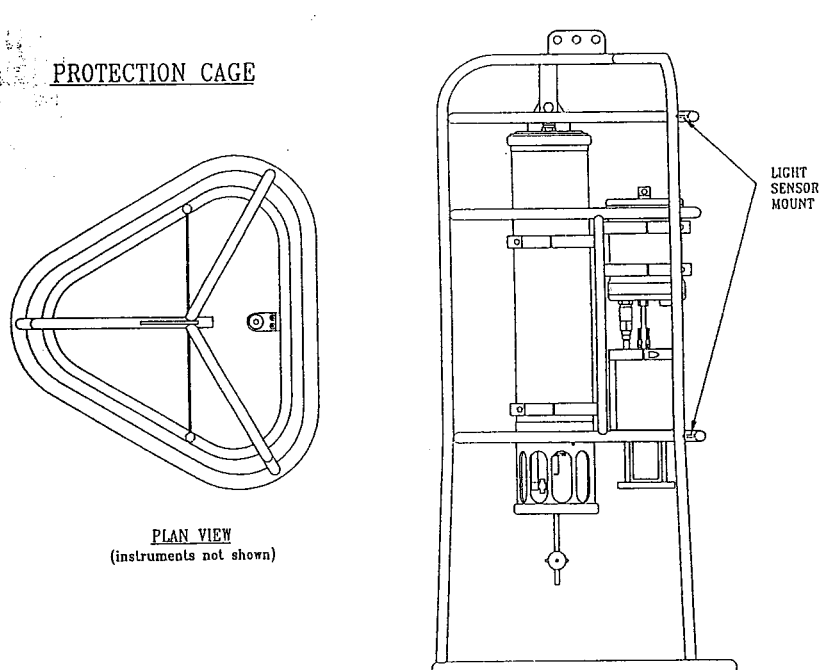
Les nouvelles techniques d'acquisition et d'échantillonnage proposées sur le marché permettent de répondre aux contraintes imposées par le milieu naturel.

L'acquisition récente de la sonde **Multi-Parameter Water Quality Monitoring Instrument** (Sonde EMP 2000) délivrée par la firme Sea Tech (CANADA) permet dorénavant de saisir en continu et sur de longues périodes les paramètres les plus significatifs régissant le milieu.

1. PRESENTATION DE LA SONDE EMP 2000.

1.1. Caractéristiques

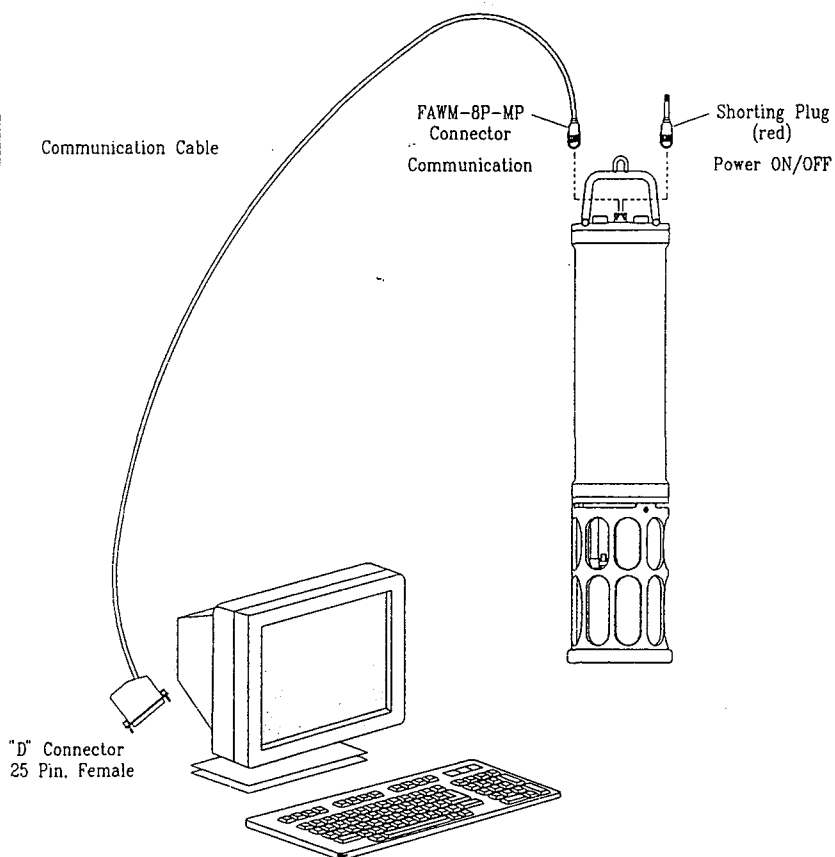
La Sonde EMP 2000 est un instrument programmable, **autonome**, capable de recueillir plusieurs paramètres à la fois. Elle se présente sous la forme d'un bloc en aluminium étanche, abritant l'électronique et les batteries. Une cage tubulaire galvanisée assure la protection de l'instrument contre les agressions du milieu marin.



Douze capteurs peuvent être connectés sur le bâti, permettant l'acquisition simultanée des paramètres. Dans le cadre de l'étude de l'écosystème de l'huître, neuf capteurs suffisent pour couvrir les paramètres du milieu.

L'électronique d'acquisition est du type CMOS et les mémoires de stockage des données ont une capacité de 128 Kbytes, de type Random acces memory (RAM). Deux mémoires semblables de 512 Kbytes chacune peuvent être rajoutées.

EMP 2000 - CABLES



1.2. Utilisation

A la suite d'une immersion autonome de la sonde, les données stockées en mémoires sont transférées à un ordinateur portable. La Sonde EMP 2000 est destinée à être utilisée avec un PC compatible IBM. Un câble sortie série, type RS-232, permet le transfert des données sous format ASCII. Les données sont stockées sous un fichier exploitable en attente de leur dépouillement.

Cette acquisition des données en différé est pratique pour de longues périodes d'échantillonnages. Ainsi, la sonde placée en immersion au niveau de l'estran est totalement autonome; ses batteries lui permettant d'assurer l'acquisition sur un mois.

Afin de suivre l'évolution des paramètres en temps réel, une solution consiste à établir une liaison entre l'ordinateur embarqué et la sonde immergée, par l'intermédiaire d'un long câble. Le manipulateur peut ainsi se rendre compte de la richesse en informations de la zone d'immersion.

1.3. Les capteurs: Spécificités et gammes de mesures.

Température:

Relevée par une thermistance, de résolution 0.001°C. La gamme s'étant de - 2°C à 32°C. La précision est de l'ordre de 0.05°C. Temps de réponse 1.5 s..

Pression:

Transducteur en acier inoxydable de précision +/- 0.3%. La gamme s'étant de 1 à 30 Bar. La résolution est de l'ordre de 0.05 dBar (1dBar =1 m). Temps de réponse 10 ms.

Conductivité-Salinité:

4 électrodes de Platine disposées autour d'une cellule mesurent la conductivité de l'eau de mer. La résolution est de 3 μ S/cm pour une gamme s'étendant de 0.02 à 6.5 Siemens/m en milieu marin. Le temps d'acquisition dépend de la vitesse du liquide dans la cellule $t = 25/v$.

La Salinité est calculée à partir de la Pression, de la Température et de la conductivité, selon la formule établie par le *Practical Salinity Scale* en 1980.

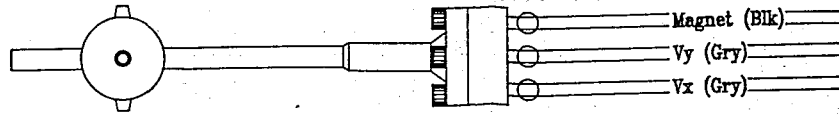
Compas:

Un flux magnétique indique l'orientation de la sonde avec une précision de $\pm 5^\circ$ et un temps de réponse de 150 ms.

Direction et intensité du courant marin:

mesurées sur 2 axes perpendiculaires X et Y, une induction électromagnétique provoquée par un conducteur (l'eau de mer) donne la vitesse et la direction du courant. Résolution 0.1 cm/s, temps de réponse 1 s.

Current Speed & Direction Sensor

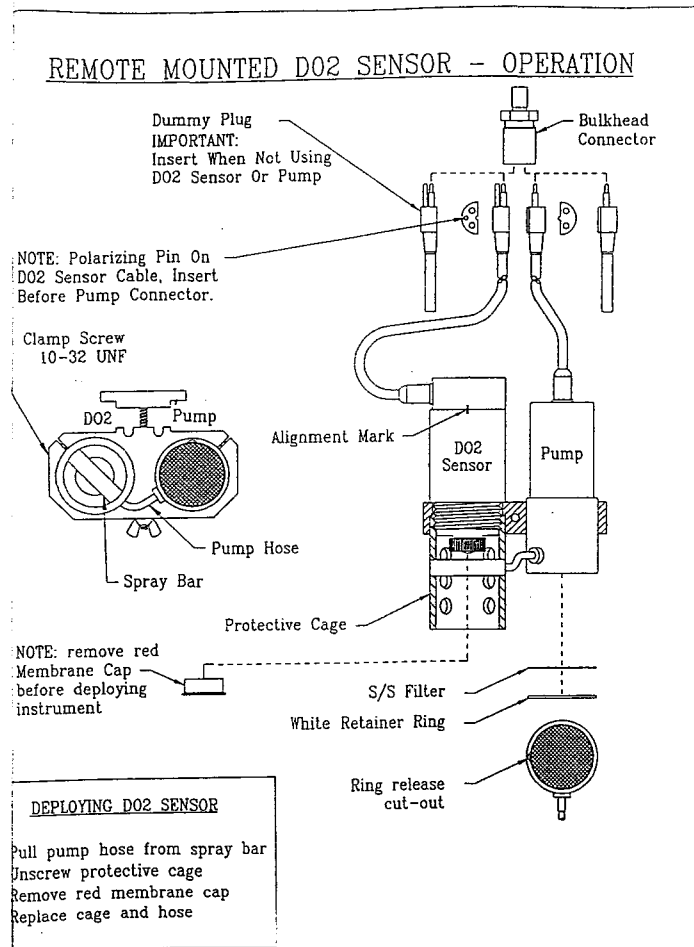


Oxygène dissout:

immersion max 75 m.

Principe: 2 électrodes de Platine baignent dans un électrolyte (Iodure de Potassium). Une membrane spécifique permet la diffusion du gaz Oxygène. L'Oxygène se réduit à la cathode: l'intensité est proportionnelle à la concentration d'Oxygène dissout.

Gamme: 0-15 mg/l, Précision ± 0.7 mg/l, résolution: 0.1 mg/l.



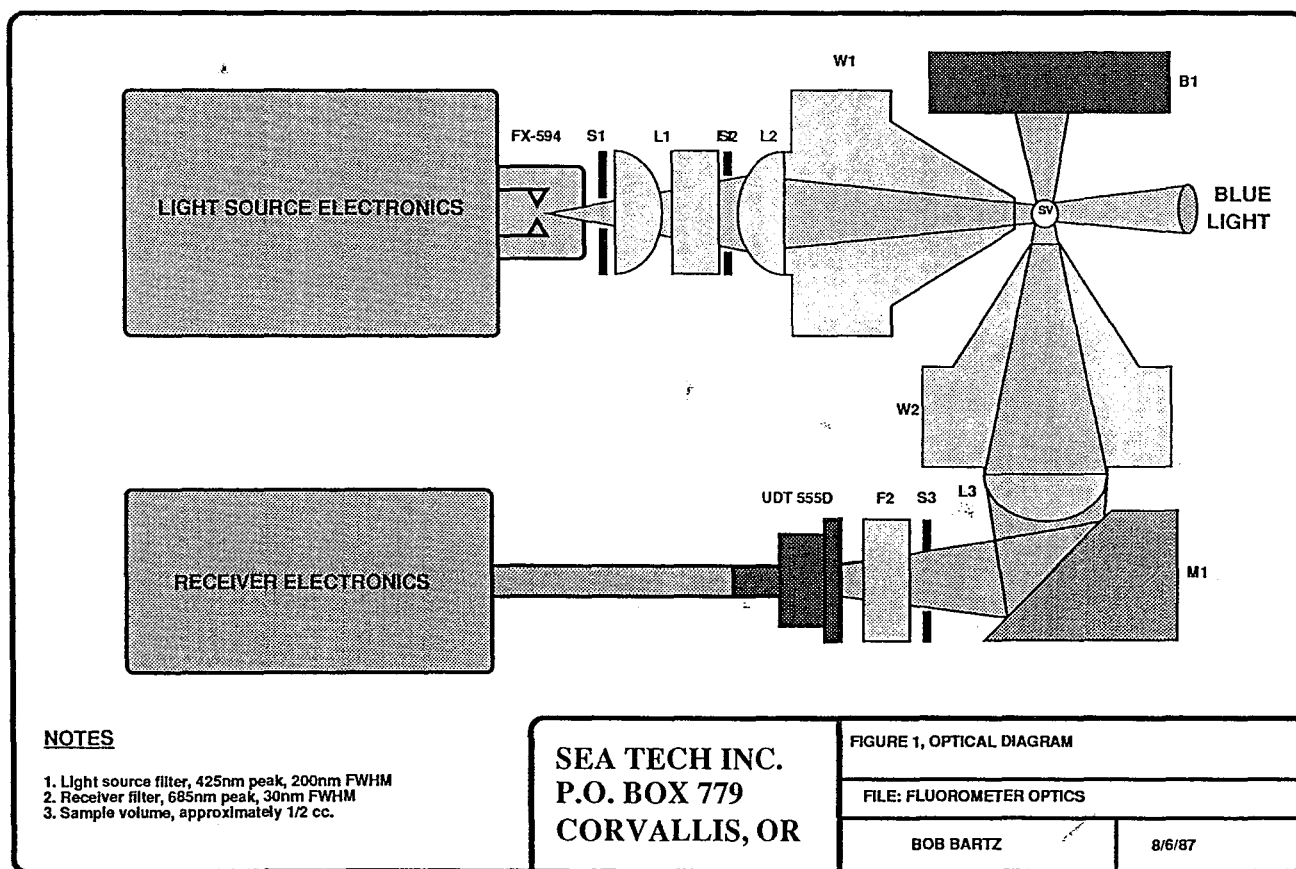
Fluorimètre:

immersion max 500 m.

Ce fluorimètre a été spécialement développé par la firme Sea Tech pour son utilisation en milieu marin. Le fluorimètre est destiné à mesurer la fluorescence *in situ* émise par la chlorophylle a, indicateur du Phytoplancton.

Pour optimiser les mesures, 3 Gammes peuvent être sélectionnées: 0-3 $\mu\text{g/l}$, 0-10 $\mu\text{g/l}$ et 0-30 $\mu\text{g/l}$. Le fluorimètre excite à 425 nm et la fluorescence de la Chlorophylle a est captée à travers un filtre à 685 nm.

Précision de l'ordre de 0.1 $\mu\text{g/l}$.



Turbidité:

L'influence de ce paramètre sur les biomasses fluorescentes a été mis en évidence.

Le Turbidimètre OBS-1 permet la mesure de la quantité de matière organique et inorganique en suspension dans la colonne d'eau.

Principe: une diode émet un faisceau Infrarouge dans la colonne d'eau. Les particules en suspension réfléchissent le faisceau IR. Quatre photodiodes captent les faisceaux ainsi réfléchis. La turbidité est exprimée en nephelometric turbidity units (NTU) et des étalonnages adaptés permettent la conversion de cette charge en mg/l.

Il est primordial de tenir compte de la nature et de la granulométrie des particules, lors de l'étalonnage de l'appareil. Pour chaque site prospecté, un étalonnage à partir des particules du milieu est nécessaire.

Gamme 0.5-2000 NTU (soit 5-5000mg/l en milieu vaseux). Précision +/- 1.5 NTU. Résolution 0.1 NTU. Temps de réponse 100 ms.

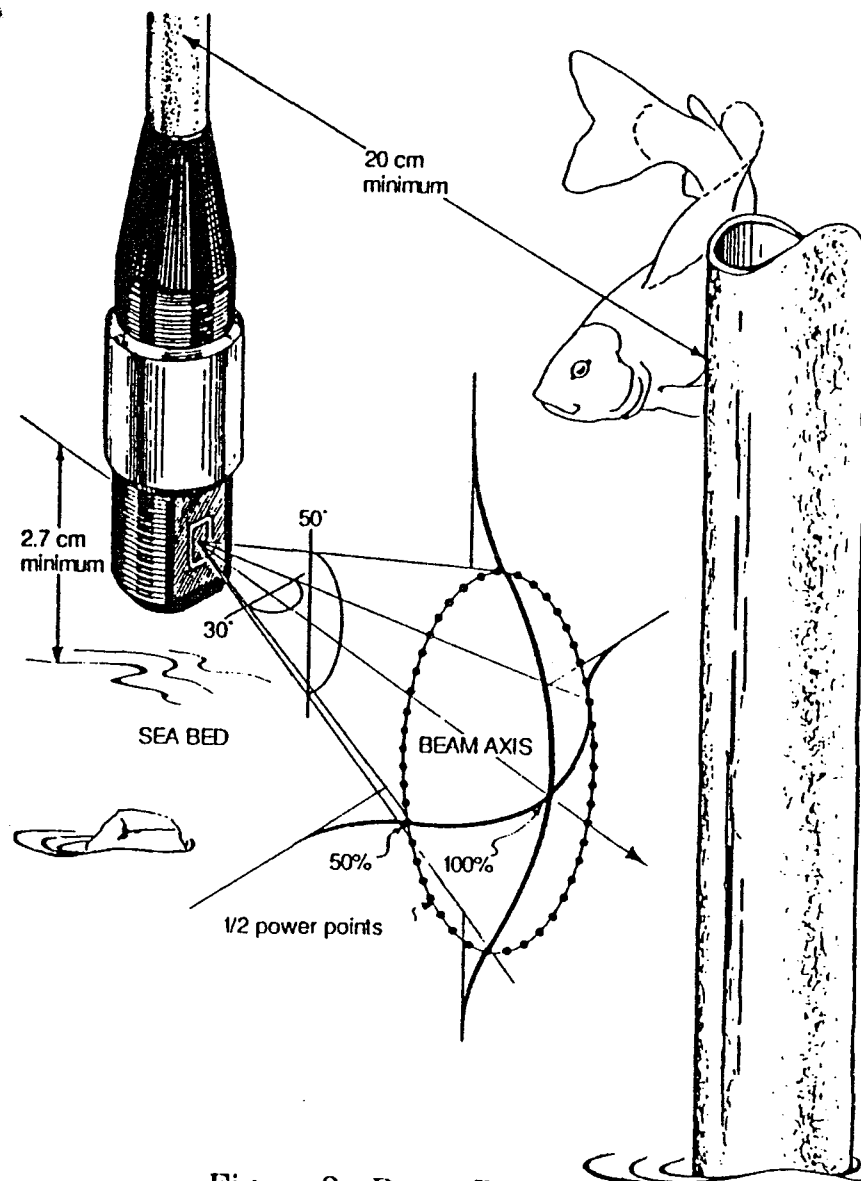


Figure 2—Beam Pattern

Luminosité:

La photosynthèse dépend du taux de luminosité. L'acquisition de ce paramètre est à mettre en rapport avec la production primaire dans la colonne d'eau.

Le capteur LI-COR couvre le domaine visible (400-700nm). Une cellule photoélectrique excitée par un flux de photons ($\mu\text{mol photons s}^{-1}\text{m}^{-2}$) délivre une ddp proportionnel à ce flux. Précision +/- 0.1 mv. Résolution 0.01mv. Temps de réponse: 10 μs .

2. CALIBRATION DES INSTRUMENTS CONDITIONS D'ECHANTILLONNAGE.

2.1. Calibration des instruments.

La calibration des différents capteurs a été réalisé en Avril 94 par la société Sea Tech. Selon les appareils et leur utilisation, de nouvelles calibrations s'avéreront nécessaire, afin de s'affranchir d'une dérive néfaste des instruments.

Recommandations avant l'étude d'un milieu

Dans le soucis d'optimiser les valeurs et leur apporter un maximum de signification, il est recommander de recueillir des informations sur le milieu. Ainsi, le manipulateur pourra ajuster au mieux les gammes de ses instruments, tels que le Fluorimètre et le Turbidimètre.

La particularité sédimentaire du bassin de Marennes-Oléron tient dans sa composition sablo-vaseuse. Ainsi, selon les sites prospectés, le manipulateur sera contraint d'effectuer l'étalonnage du Turbidimètre et du Fluorimètre en fonction de la nature des matières en suspension et de la population Phytoplanctonique.

2.2. Echantillonnage des relevés

Le manipulateur a le choix entre 2 modes de prélèvement des données:

- suivant le temps: incrémentation des mesures selon la seconde, la minute ou l'heure
- suivant la profondeur d'immersion: incrémentation des mesures selon le décibar ou le bar (1dBar = 1m)

Quelque soit le mode de prélèvement, les conditions d'échantillonnage devront tenir compte du phénomène physique à mettre en évidence (en fonction de la marée, de la houle...), du temps d'acquisition des différents instruments et de l'état de la batterie.

3. VISUALISATION DES DONNEES: Luminosité, Température, Salinité, O2 DROITE D'ETALONNAGE DU FLUORIMETRE

3.1. Prise de contact avec la Sonde

Afin de pouvoir visualiser les paramètres détectés par la Sonde EMP 2000, la Sonde a été immergée dans un bassin de décantation d'eau de mer destiné aux élevages d'Huîtres, sans avoir préalablement étalonné les instruments. L'étude a porté sur deux sessions de deux jours chacune (4-5 et 6-7 Juillet).

Au terme de cette étude préliminaire, après vérification *in situ* des paramètres, les signaux incohérents délivrés par le Fluorimètre et le Turbidimètre ont mis en évidence la saturation de ces deux instruments.

Gamme du Fluorimètre: afin de disposer d'une gamme de mesure assez générale et en vue de son utilisation en CROATIE au large de DUBROVNIK, la gamme est placée sur **0-30 µg/l** en Chlorophylle a.

Le **Turbidimètre** est resté tel quel: son étalonnage reste très délicat et le temps nous était imparti.

3.2. Discussion sur les résultats des 4-5 et 6-7 Juillet 94 en bassin clos.

Les 4 paramètres évoluent en rapport avec les conditions météorologiques et les cycles diurnes et nocturnes.

La Température suit une courbe cohérente avec l'évolution de la température extérieure durant les 2 journées.

La Luminosité est nulle pour le cycle nocturne et poursuit sa progression avec l'ensoleillement. Les fluctuations diurnes étant engendrées par les passages nuageux.

L'Oxygène dissout suit une décroissance prévisible: l'eau stagnante et non renouvelée provoque son appauvrissement en O₂, utilisé par la faune et la flore présentes dans le milieu.

La Salinité augmente suite à l'évaporation dans ce milieu fermé.

3.3. ETALONNAGE DU FLUORIMETRE Gamme 0-30 µg/l

Protocole d'étalonnage:

Afin de se situer dans une gamme représentative, nous avons pratiqué des dilutions à partir d'une eau de mer riche en Phytoplancton (~20 µg/l en Chlorophylle a).

Pour chaque dilution, 5 valeurs acquises par le Fluorimètre sont relevées, tandis que 3 manipulations de filtration de la Chlorophylle a sont effectués sur des filtres de Type Whatman GF/C 25 mm, selon la méthode de Mr RAZET (cf Partie II).

Les teneurs en Chlorophylle a ainsi obtenus par les 2 méthodes, vont pouvoir être corrélées et permettre de tracer la droite d'étalonnage du Fluorimètre, dans *ces conditions opératoires*.

Discussion

Par la méthode de Mr RAZET, il a été possible de de doser les pigments chorophylliens, estimateurs de la biomasse Phytoplanctonique, ainsi que les Phéopigments, issus de dégradation de la chlorophylle.

Reportés sur le graphique en fonction des signaux délivrés par la sonde, nous obtenons deux droites d'étalonnages.

Il est à faire remarquer que le Fluorimètre mesure uniquement les teneurs en Chlorophylle a. Les Phéopigments sont représentés uniquement pour info mais ne pourront pas faire l'objet d'un étalonnage.

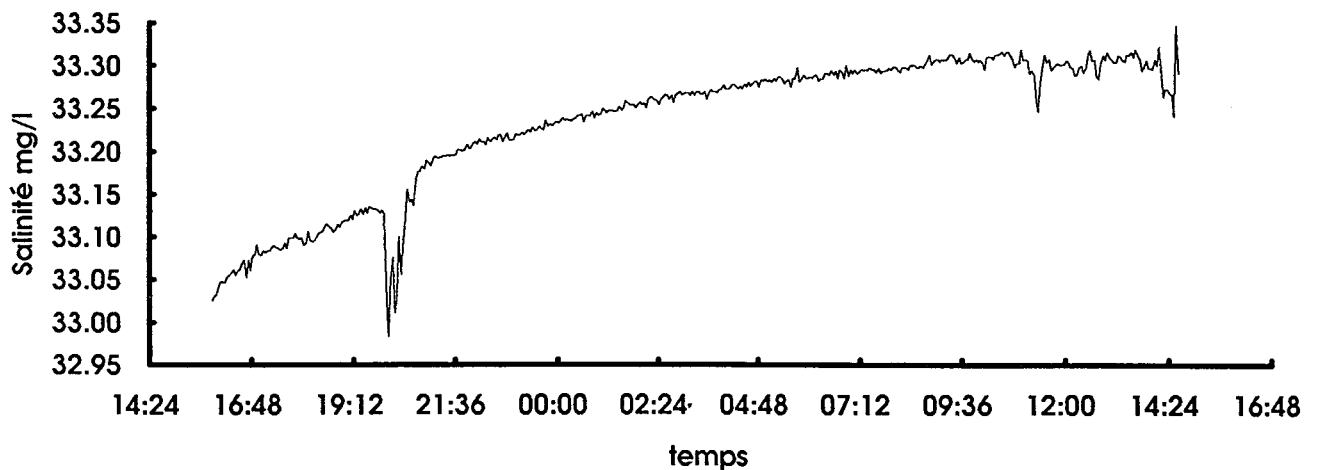
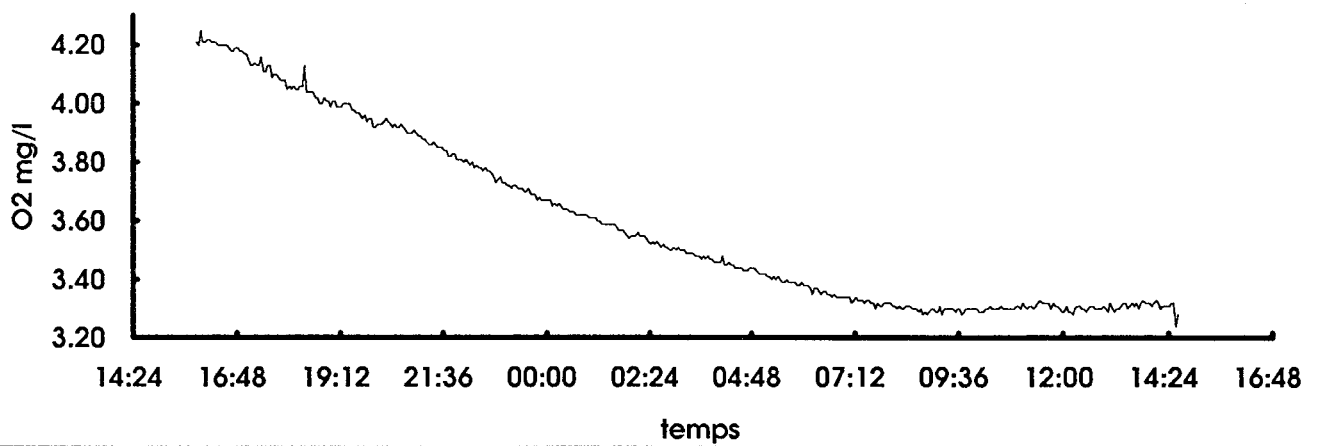
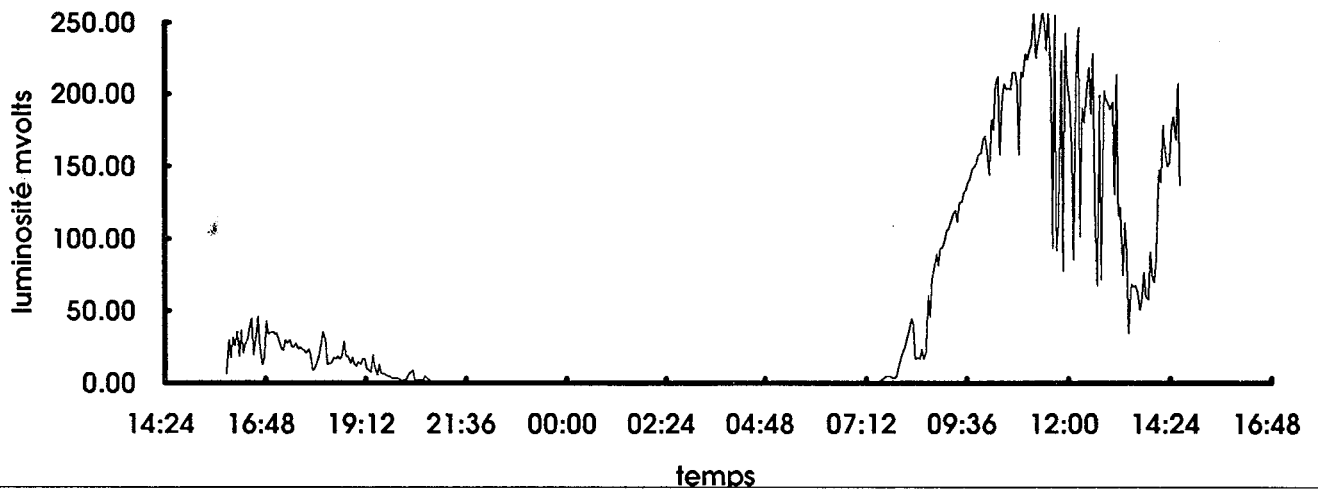
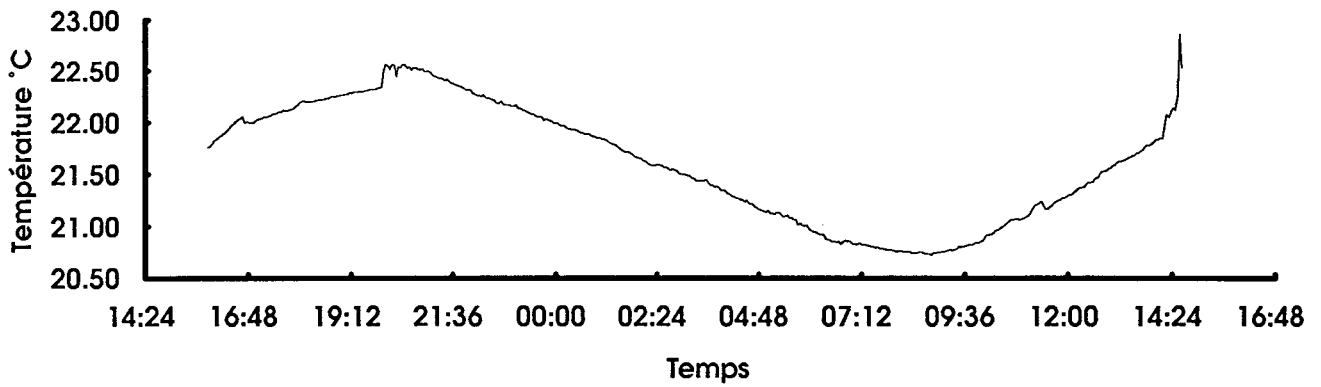
La régression linéaire effectuée pour des échantillons de 2 à 10 µg/l en chlorophylle a permet d'établir la relation suivante:

$$[\text{chloro}] = 4.1511 * \text{volt} - 1.573 \quad \text{GAMME 0-30 } \mu\text{g/l sur Fluorimètre}$$

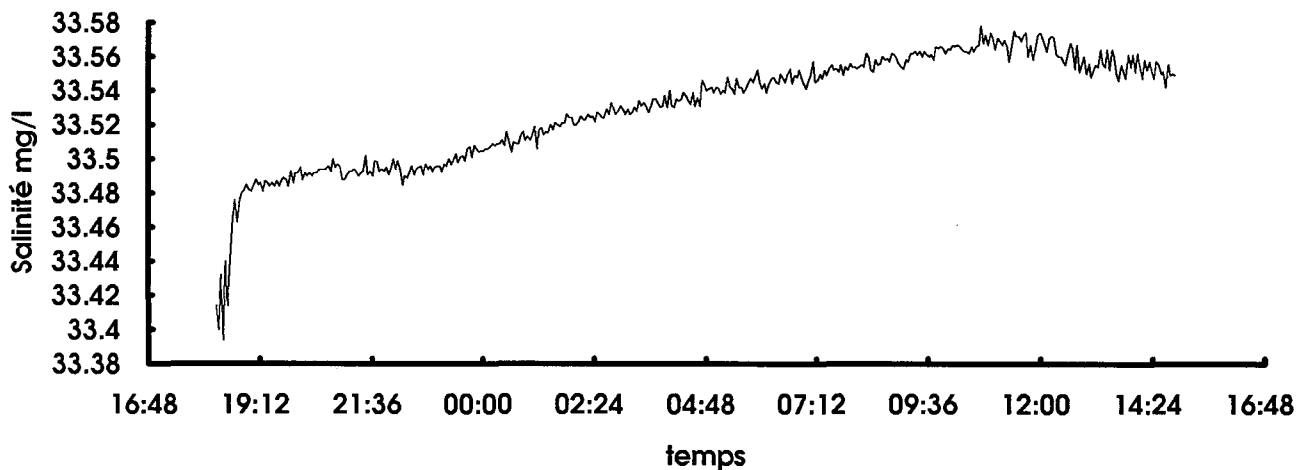
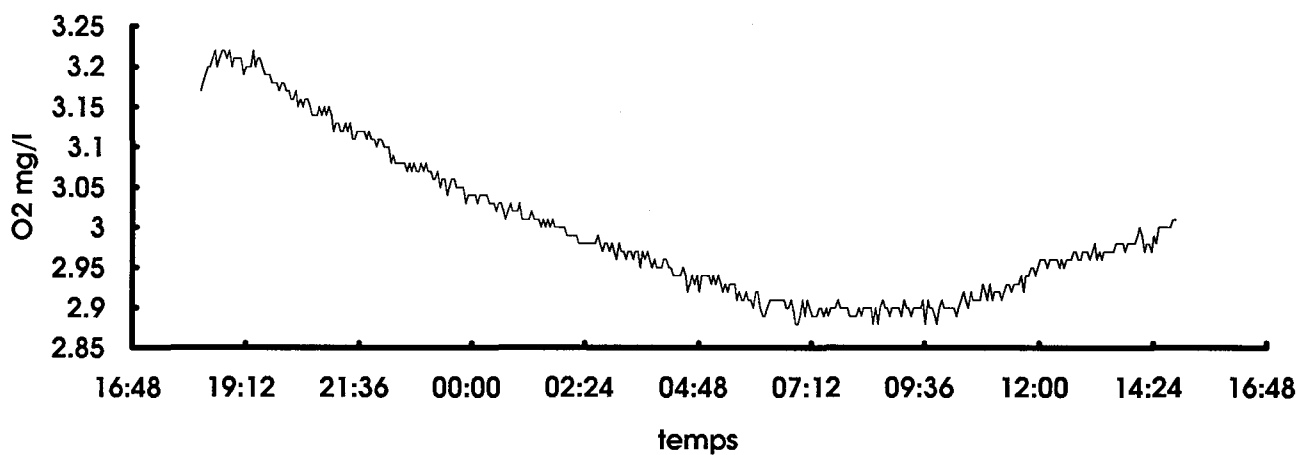
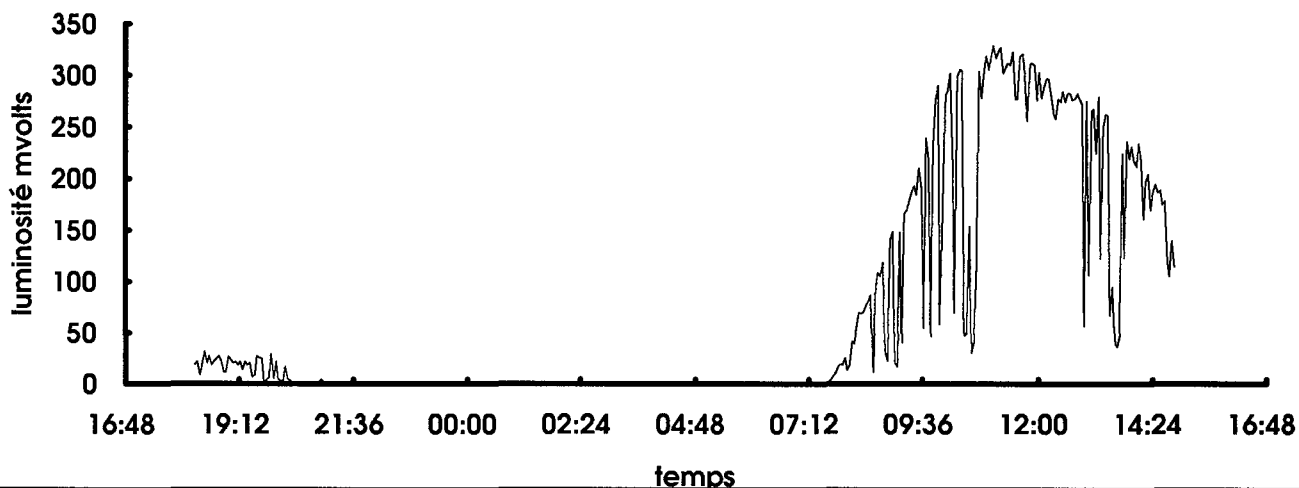
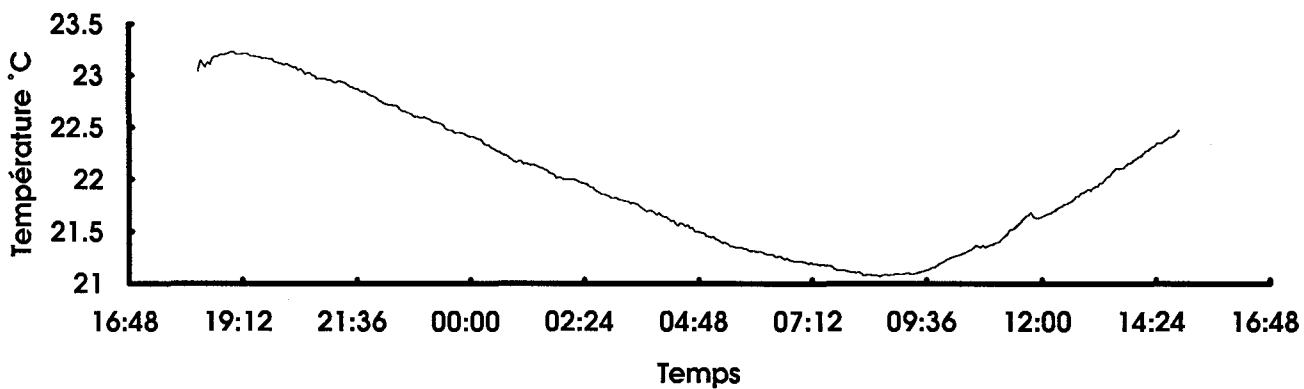
$$R = 0.97$$

La valeur de R, supérieure à 0.66 pour 12 degrés de liberté donne un seuil de signification inférieure à 1 %.

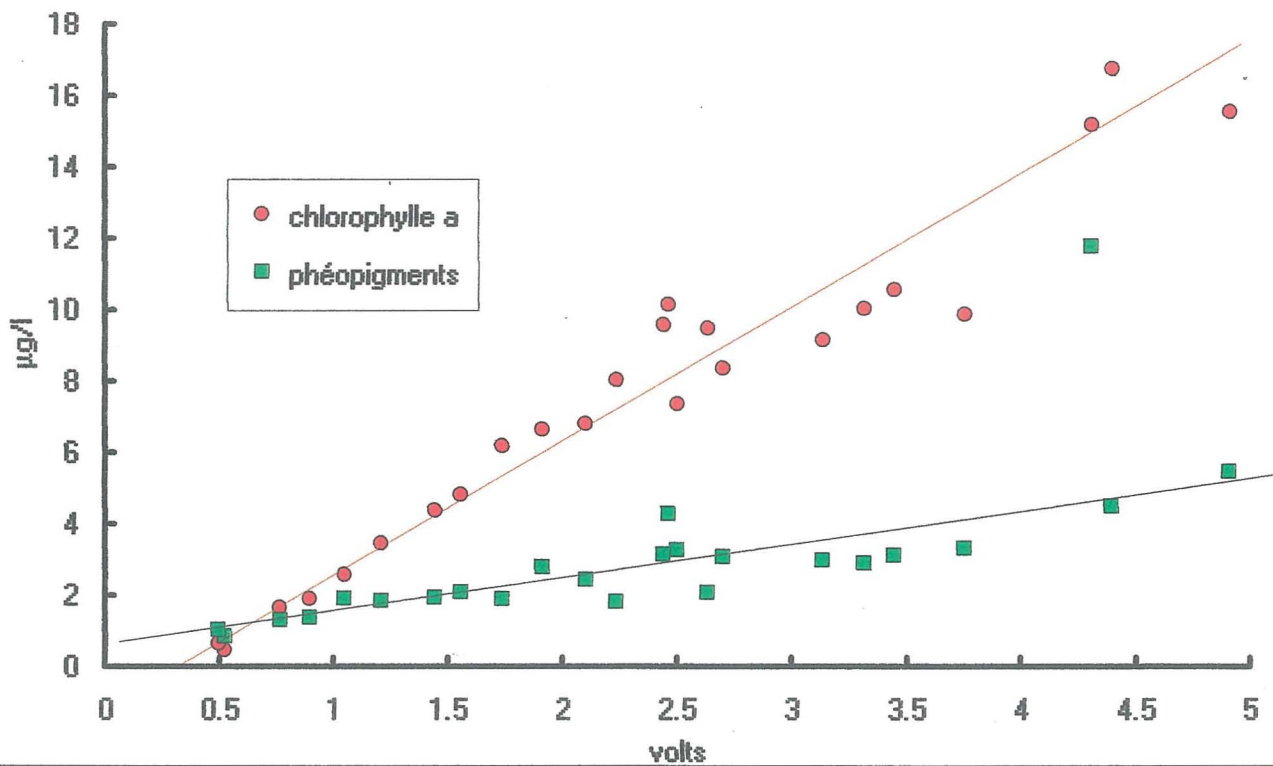
SONDE SEA TECH bassin n°3 les 4 et 5 Juillet 94



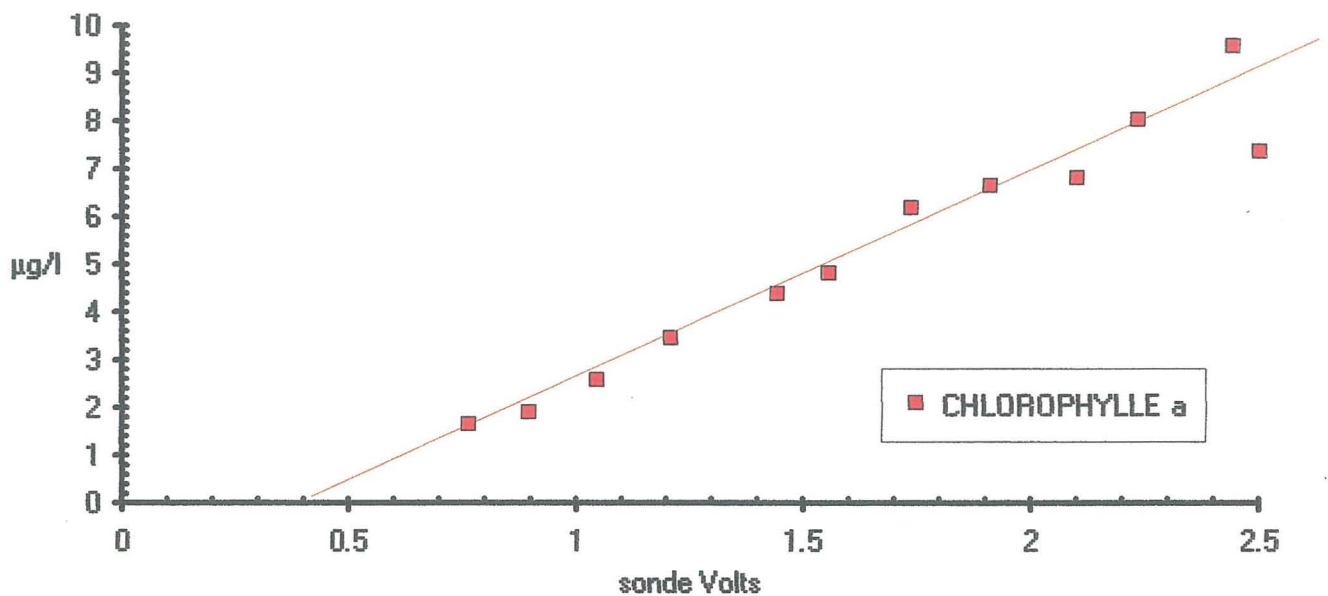
SONDE SEA TECH bassin n°3 les 6 et 7 Juillet 94



ETALONNAGE FLUORIMETRE SEA TECH



ETALONNAGE FLUORIMETRE SEA TECH Gamme 0-30 µg/l



Sortie régression :

Constante	-1.573
Ecart type d'estimation Y	0.6191
R au carré	0.9464
Degré de liberté	12
Nombre d'observations	10
Coefficient X	4.1511
Ecart type de coef.	0.3123

3.4. CONCLUSION

La première semaine de stage nous a permis de manipuler la sonde, tester ses capacités et vérifier le bien-fondé de ses mesures.

L'autonomie de la Sonde EMP 2000 et la technicité de ses capteurs offrent la possibilité d'acquérir en continu sur de longues périodes un nombre élevé de paramètres hydrobiologiques et hydrodynamiques. Ainsi, l'équipe de Recherche dispose d'un support d'informations précis pour affiner la modélisation de l'écosystème du bassin de Marennes-Oléron.

Le site du CHAPUS est l'endroit le plus représentatif du bassin de Marennes-Oléron.

En vue de l'installation temporaire de la sonde sur le site du CHAPUS, il est nécessaire de connaître préalablement l'ordre de grandeur et l'évolution des paramètres hydrobiologiques et hydrodynamiques.

II - Suivi de l'évolution des paramètres hydrobiologiques en fonction de la marée montante au Chapus :

1. MODE OPERATOIRE DES PRELEVEMENTS D'EAU.

Les prélèvements sont fait à la marée montante tout le long de l'embarcadère du chapus. Le premier prélèvement est fait au bout du chapus à l'étale, et les autres suivent l'estran jusqu'à son recouvrement. Chaque prélèvement se situe à un endroit précis de l'embarcadère et le niveau d'eau en ces points est toujours à peu près le même (environ 1 m). Le suivi des paramètres se fait donc en 6 points de l'embarcadère (voir figure ci-après).

Chaque prélèvement est effectué à l'aide d'une bouteille à clapet, du haut de l'embarcadère. Le volume des prélèvements est d'un litre et chaque prélèvement est filtré sur filtre de 250 μm pour éliminer le zooplancton. On mesure sur place la salinité et la température de l'échantillon avant de le placer dans une glacière, pour empêcher toute évolution de la matière organique. Une fois les six prélèvements effectués, on opère deux filtrations différentes, une première pour le dosage de la chlorophyllea et des phéopigments, une seconde pour le dosage des sestons organique et minéral.

2. MODES OPERATOIRES DES DOSAGES

2.1. Dosage de la chlorophylle a.

Le dosage des pigments chlorophylliens est un des moyens de quantifier la biomasse phytoplanctonique, mais aussi phytobenthique (remise en suspension dans les eaux de faible profondeur).

On filtre 100 ml de l'échantillon sur filtre de microfibres de verre de 2.5 cm de diamètre (filtres Whatman gf/c) , on ajoute en début de chaque filtration une giclée de MgCO_3 saturé pour empêcher la dégradation des chloroplastes sur le filtre et donc de retenir ceux-ci.

On répète cette opération 3 fois pour chaque échantillon. Les filtres sont pliés et introduits dans des tubes à vis et l'on place les tubes fermés au congélateur (-20°C) pour empêcher toute dégradation de la chlorophylle en attendant la poursuite du mode opératoire.

Les tubes sont ensuite remplis avec 5 cm³ d'acétone à 90 % en volume dans l'eau. Ceci sert de solvant et permet une mise en suspension de la chlorophylle. On broye ensuite le filtre puis on place les tubes refermés au réfrigérateur pendant 4 heures. Les tubes sont ensuite centrifugés à 2000 tr/min pendant 15 minutes afin de séparer les morceaux de filtres de la solution de chlorophylle a.

Le dosage proprement dit est alors en mesure d'être effectué, il consiste à mesurer une fluorescence avant et après acidification (50µl dec HCl 1N) de l'échantillon. On dispose d'un fluorimètre Turner du modèle 112 qui à préalablement été étalonné par un spectromètre. On peut donc déduire de ces deux valeurs de fluorescence les valeurs des concentrations en chlorophylle a et en phéopigment a des échantillons grâce à deux formules mathématiques :

$$\begin{aligned} [\text{chloroa}] &= F \cdot r / (r-1) \cdot (F_a - F_b) \cdot V_a / V_f \cdot 1000 \text{ en } \mu\text{g/l} && \text{avec } F = 2.2 \cdot 10^{-4} \\ [\text{phéoa}] &= F \cdot r / (r-1) \cdot (r \cdot F_a - F_b) \cdot V_a / V_f \cdot 1000 \text{ en } \mu\text{g/l} && r = 2.19654 \end{aligned}$$

F_a = fluorescence avant acidification.

F_b = fluorescence après acidification

V_a = volume d'acétone.

V_f = volume filtré.

Chaque concentration doit être multipliée si nécessaire par l'inverse du facteur de dilution et par le coefficient du filtre employé.

2.2. Dosage des sestons :

On filtre 500 ml de l'échantillon sur un filtre en microfibrilles de verre de 4.7 cm de diamètre (filtre Whatman GF/C) préalablement pesé (P1), le filtre est placé à l'étuve à 60°C pendant 24 heures. Le filtre est alors pesé (P2) et on obtient le sestion total : P2 - P1.

Le filtre est alors placé dans un four où on le soumet au cycle :

température ambiante $\xrightarrow{\text{1 heure}}$ 450°C (20 min) $\xrightarrow{\text{24 heures}}$ température ambiante

Le filtre est repesé (P3) et on obtient les sestons organique : P2-P3, et minéral : P3-P1.

3. RESULTATS ET DISCUSSION :

Les Résultats sont présentés sous forme de graphiques; une première série représente les variations des paramètres hydrobiologiques en fonction du point de prélèvement, ceci pour cinq flots différents, une seconde série représente des corrélations entre différents paramètres.

3.1. Interprétation de la première serie de graphiques.

a) Graphique de salinité (FIG 1)

La seule chose remarquable est l'augmentation de la salinité avec les dates de prélèvement, le facteur explicatif de cette augmentation peut être l'évaporation dûe à l'ensoleillement toujours croissant durant la session des prélèvements.

b) Graphique de température (FIG 2)

Deux évolutions sont remarquables, la première est l'augmentation de la température avec la progression de la marée. Ceci est facilement explicable par le fait que le flot étant diurne durant les prélèvements, le temps d'ensoleillement augmentait au fur et à mesure que s'écoulait la journée, de plus la mer remontait sur la vase chauffée par le soleil. La deuxième évolution remarquable est l'évolution en fonction des dates de prélèvement.

On remarque tout d'abord que la température diminue du Mercredi 13 Juillet au 19 Juillet, l'explication est que le Lundi 18 Juillet a été orageux et pluvieux. On observe ensuite une augmentation de la température du 19 Juillet au 22 Juillet, ces quatre jours ont été ensoleillés et chauds on observe alors après les orages du 18 un réchauffement progressif de l'atmosphère et de l'eau.

Lors de remontée sur l'estran, l'eau s'élève de 2°C en 4 heures.

c) Graphiques chlorophylle a et phéopigments (FIG 3 et 4)

On s'aperçoit d'une augmentation de la biomasse phytoplanctonique ou phytobenthique au début du flot au point 2, puis d'une diminution progressive de cette biomasse.

Les pics, au début de la remontée sur l'estran, seraient dûs à une mise en suspension du phytobenthos, alors que la diminution en fin de flot aurait pour origine une redéposition du matériel phytobenthique et à une dilution.

d) Graphiques relatifs aux sestons (FIG 5 et 6)

On observe de même une mise en suspension des matières organiques et minérales au début du flot puis une redéposition de ces matières en fin de flot.

Il est à remarquer la différence de turbidité entre le 13 Juillet et les quatre autres journées. En effet, les conditions météorologiques du 13 Juillet étaient très différentes : temps venteux, ce qui peut expliquer la création de turbulences marines et donc une mise en suspension des matières organiques et minérales plus importante.

e) Influence des coefficients de marée sur le Seston total (FIG 8)

Des études antérieures ont mis en évidence l'influence de la hauteur d'eau sur la turbidité.

Nous ne mettons pas en évidence une telle corrélation: le nombre trop restreint de prélèvements, la grande variabilité météorologique et le positionnement de nos échantillons (en contact avec l'estran) expliquent en partie ce résultat. Il serait intéressant d'effectuer un échantillonnage plus poussé à l'aide de la sonde EMP 2000 sur ce thème.

3.2. Interprétation de la seconde série de graphiques :

a) Corrélation entre le seston total et la chlorophylle a (FIG 7)

La concentration en chlorophylle a en fonction du seston est pratiquement corrélée par une droite d'équation :

$$[\text{chloro}] = 0.0244 * \text{ST} + 1.1807 \quad R = 0.777$$

La valeur de R, supérieure à 0.47 pour 27 degrés de libertés donne une signification inférieure à 1 % de ce modèle linéaire.

Il est à remarquer que ce modèle n'est pas valable pour les petites valeurs de seston total. En effet on constate que pour une valeur de seston nulle la concentration en chlorophylle a serait de 1.18 µg/l. Cette corrélation est cohérente et utilisable dans le domaine de seston total compris entre 20 mg/l et 100 mg/l.

b) Corrélations entre les sestons organique et minéral et le seston total (FIG 10 et 11)

Le seston total est principalement composé de seston minéral, le seston organique représente environ 10 % du seston total. Ce fait est expliqué par le faible apport de sels nutritifs en période estivale par ruissellement, et par la consommation par le zooplancton du matériel phytoplanctonique non renouvelé.

On obtient grâce à deux régressions linéaires les corrélations suivantes :

$$\begin{aligned} \text{SO} &= 0.1262 * \text{ST} - 0.3065 & R_o &= 0.959 \\ \text{SM} &= 0.8737 * \text{ST} + 0.3065 & R_m &= 0.999 \end{aligned}$$

SO = seston organique.

SM = seston minéral.

ST = seston total.

c) Droite d'étalonnage du turbidimètre (FIG 9)

L'étalonnage effectué en parallèle des mesures de seston est valable pour des turbidité s'étendant de 10 à 60 NTU pour le site du chapus. Il est bon de refaire un étalonnage pour chaque site étudié à cause de la nature variable suivant le site des matières en suspension. Un tel étalonnage n'est donc pas universel.

L'équation obtenue par calcul est :

$$\text{ST} = 1.6663 * \text{TUR} - 0.6443 \quad R = 0.9417$$

TUR = turbidité.

4. CONCLUSION

Une mise en place de la **Sonde EMP 2000** sur le site du Chapus en période estivale permettra de confirmer et surtout d'approfondir ces constatations.

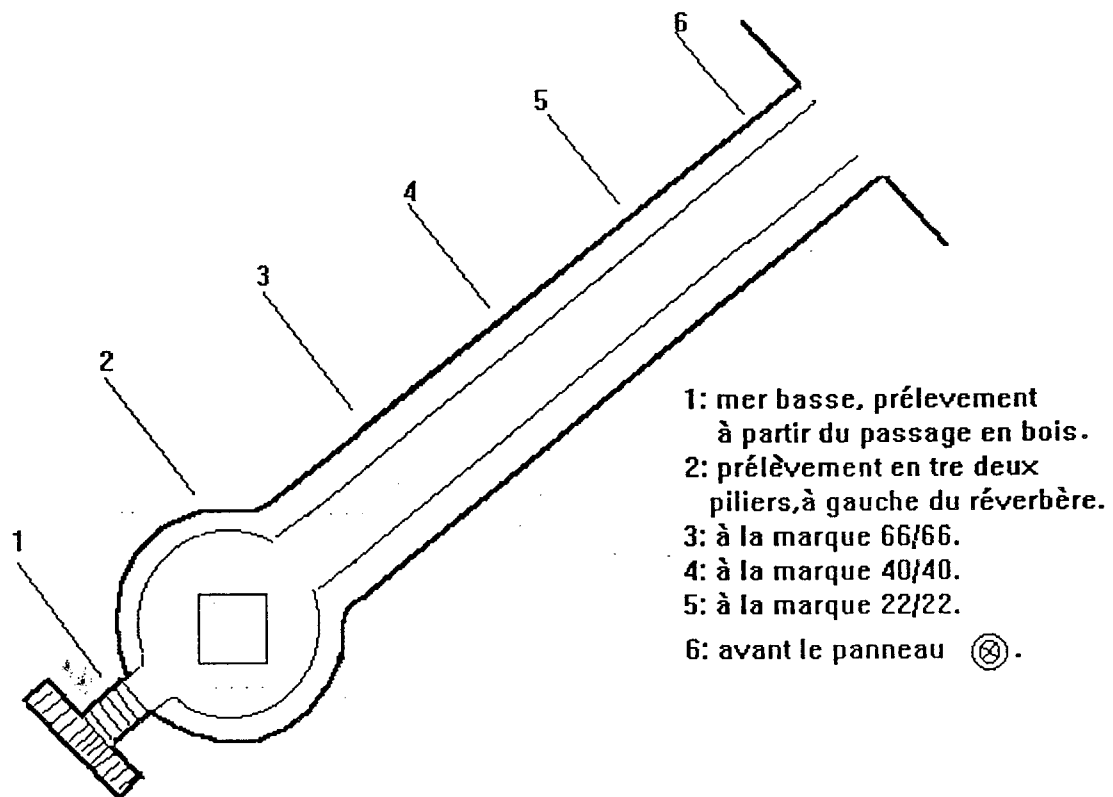
A l'aide de ces informations sur l'ordre de grandeur des paramètres, le manipulateur sera en mesure d'optimiser les réglages de ses instruments.

Ainsi, pour le mois de Juillet, le choix de gamme du **Fluorimètre** devra porter sur la **gamme 0-10 µg/l** en Chlorophylle a.

La gamme optimum du **Turbidimètre** s'étend de **0 à 100 NTU**.

Les autres paramètres n'ont pas à faire l'objet de réglages.

La Sonde EMP 2000 est destinée à de très vastes programmes d'acquisitions de paramètres hydrobiologiques et hydrodynamiques en continu. La campagne menée au large des côtes de la CROATIE dans les zones ostréicoles apporte déjà une grande richesse d'informations.



METEOROLOGIE :

Mercredi 13 Juillet : marée de 82, temps pluvieux et venteux.

Mardi 19 Juillet : marée de 63, temps couvert, pluie la veille et vent de Nord-Ouest.

mercredi 20 Juillet : marée de 72, ciel dégagé, vent nul, pluviométrie nulle.

Jeudi 21 Juillet : marée de 83 , temps très clair et chaud, vent faible du Nord.

Vendredi 22 Juillet : marée de 91, beau temps, sec et ensoleillé, vent faible de Nord-Est.

FIG 1

SALINITE CHAPUS 94

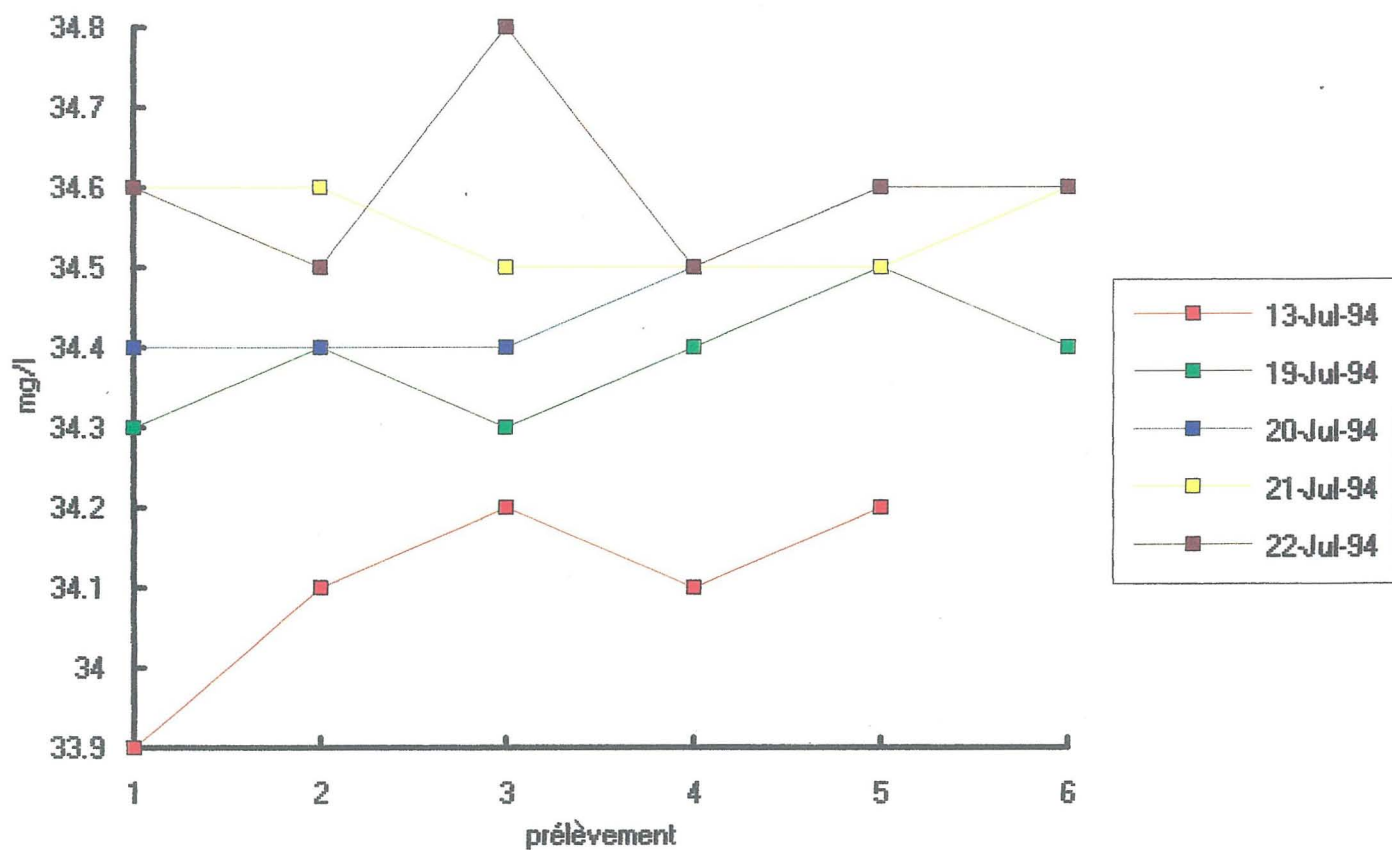


FIG 2

TEMPERATURE EAU CHAPUS 94

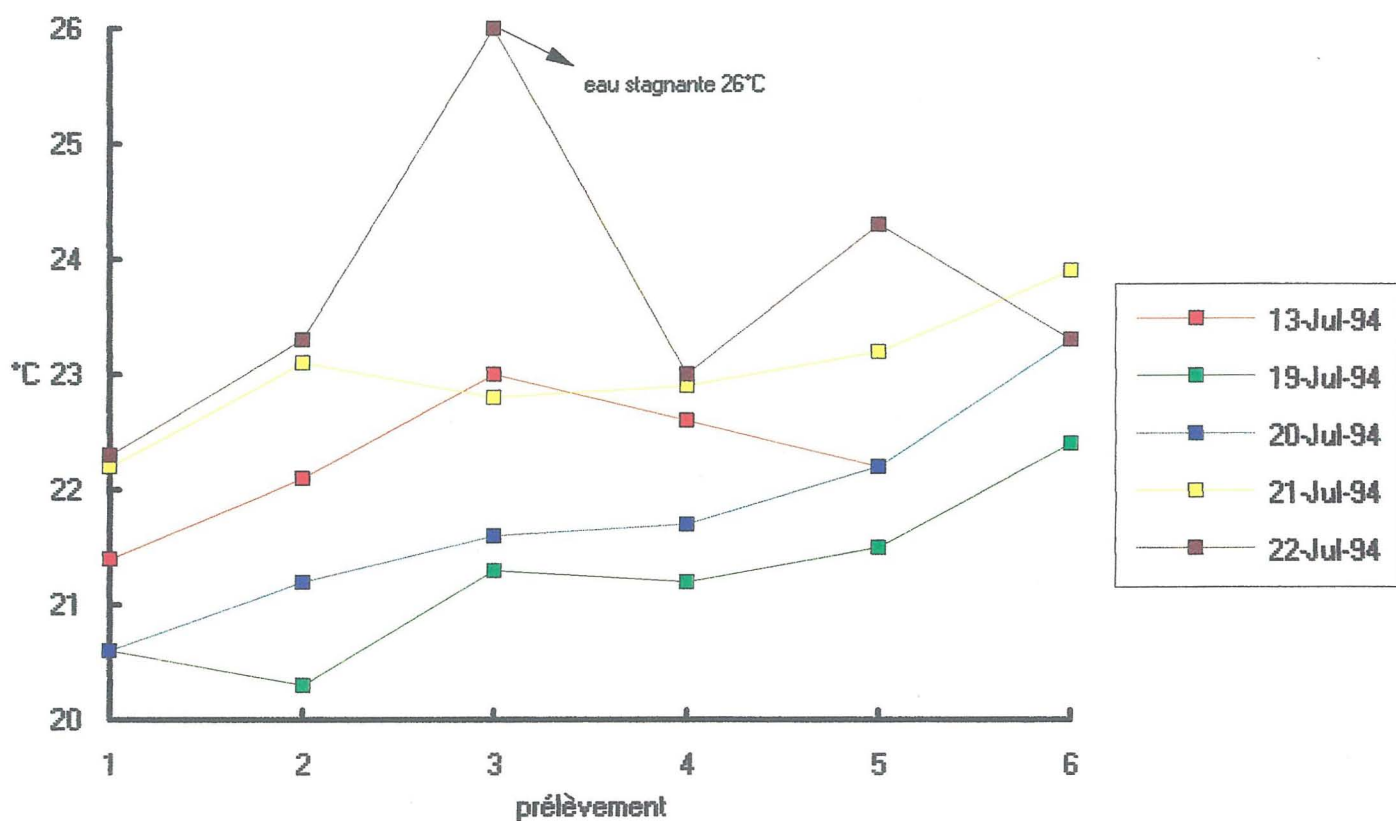


FIG 3

CHLOROPHYLLE a CHAPUS 94

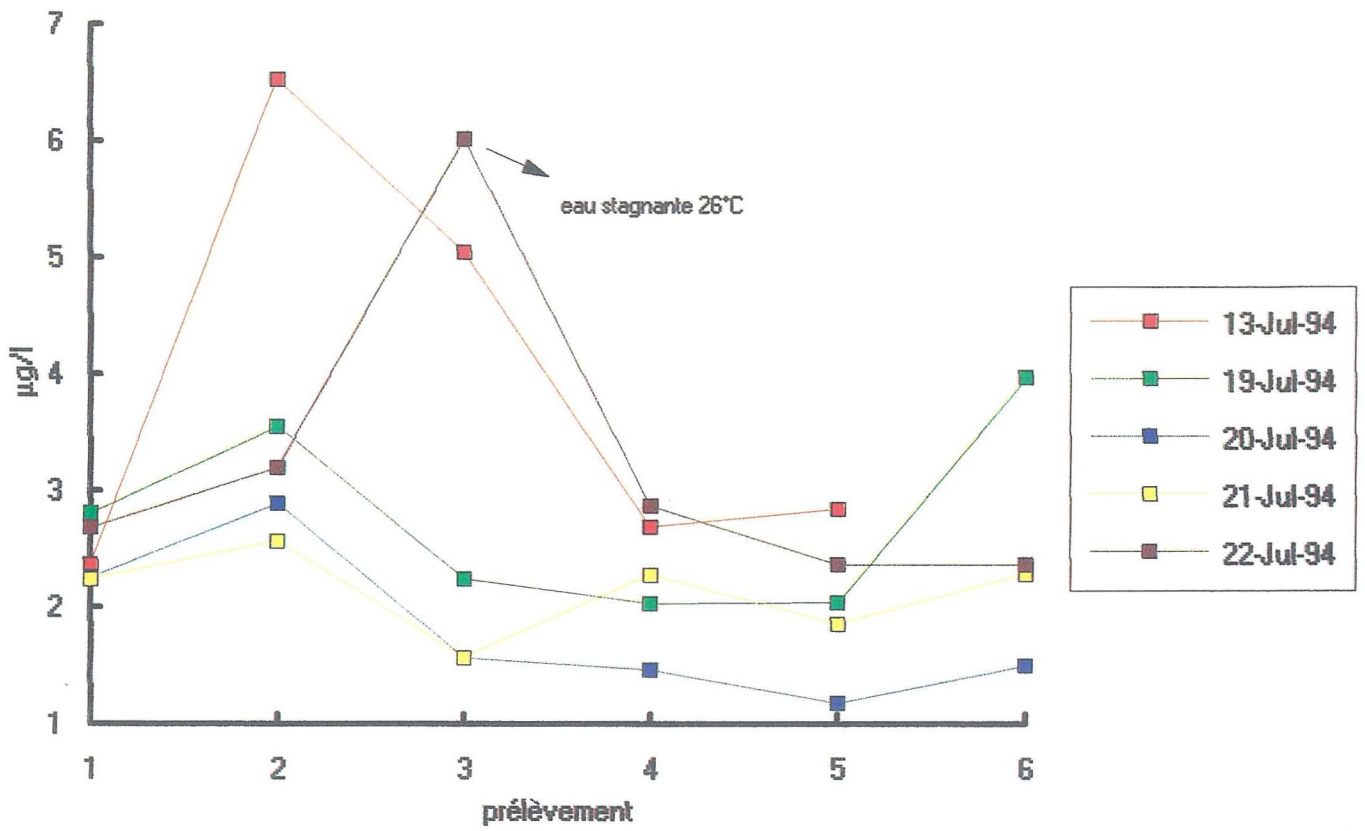


FIG 4

PHEOPIGMENTS CHAPUS 94

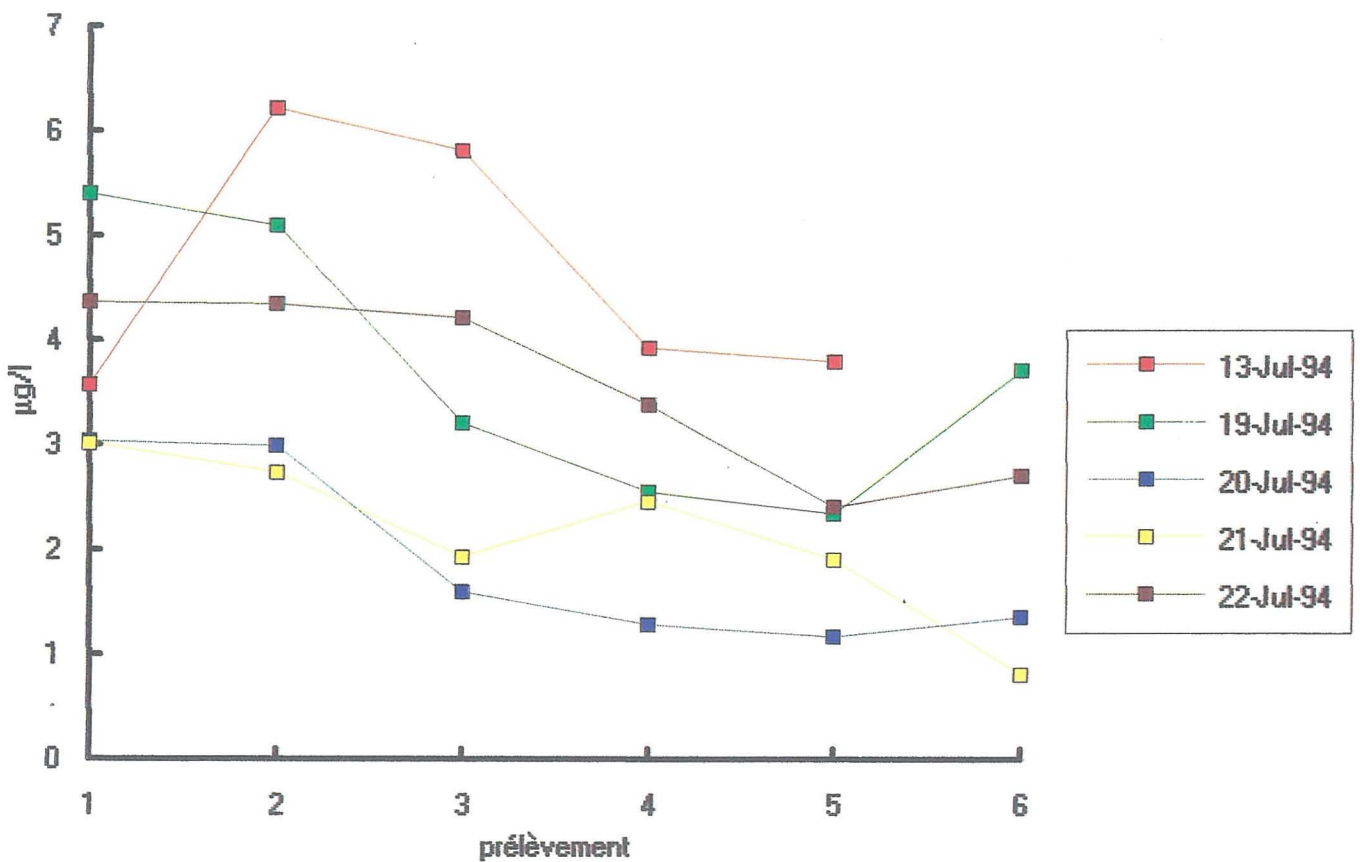


FIG 5

SESTON ORGANIQUE CHAPUS 94

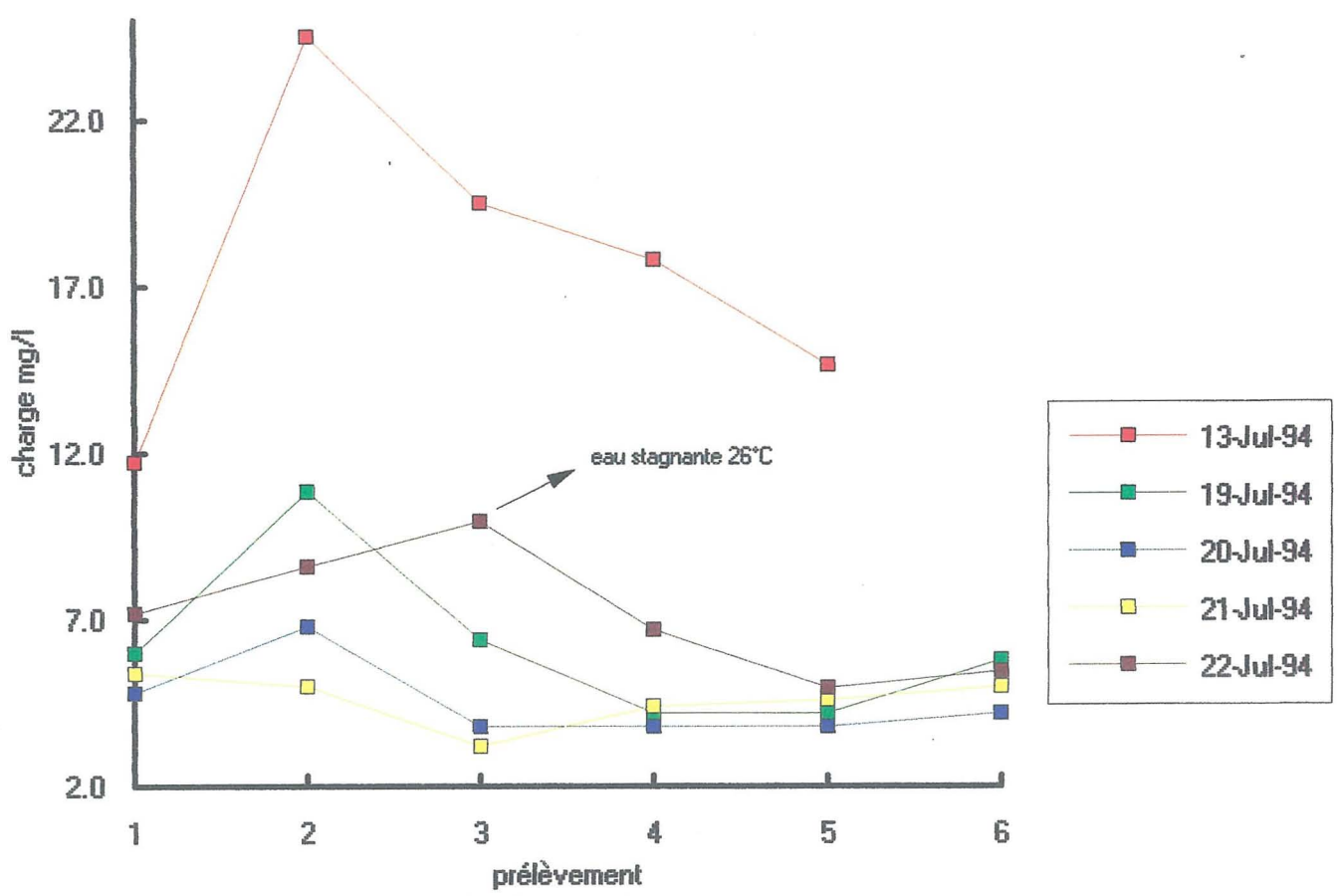


FIG 6

SESTON MINERAL CHAPUS 94

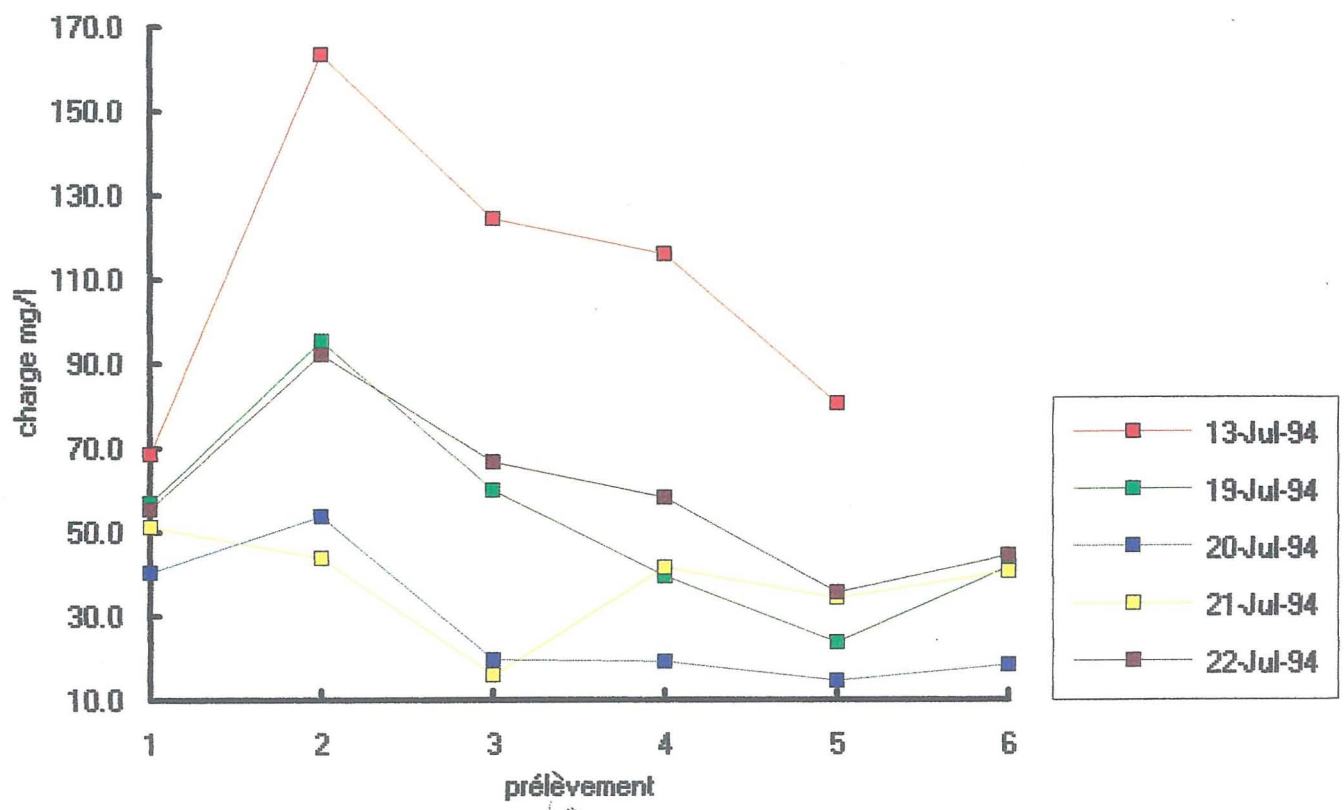
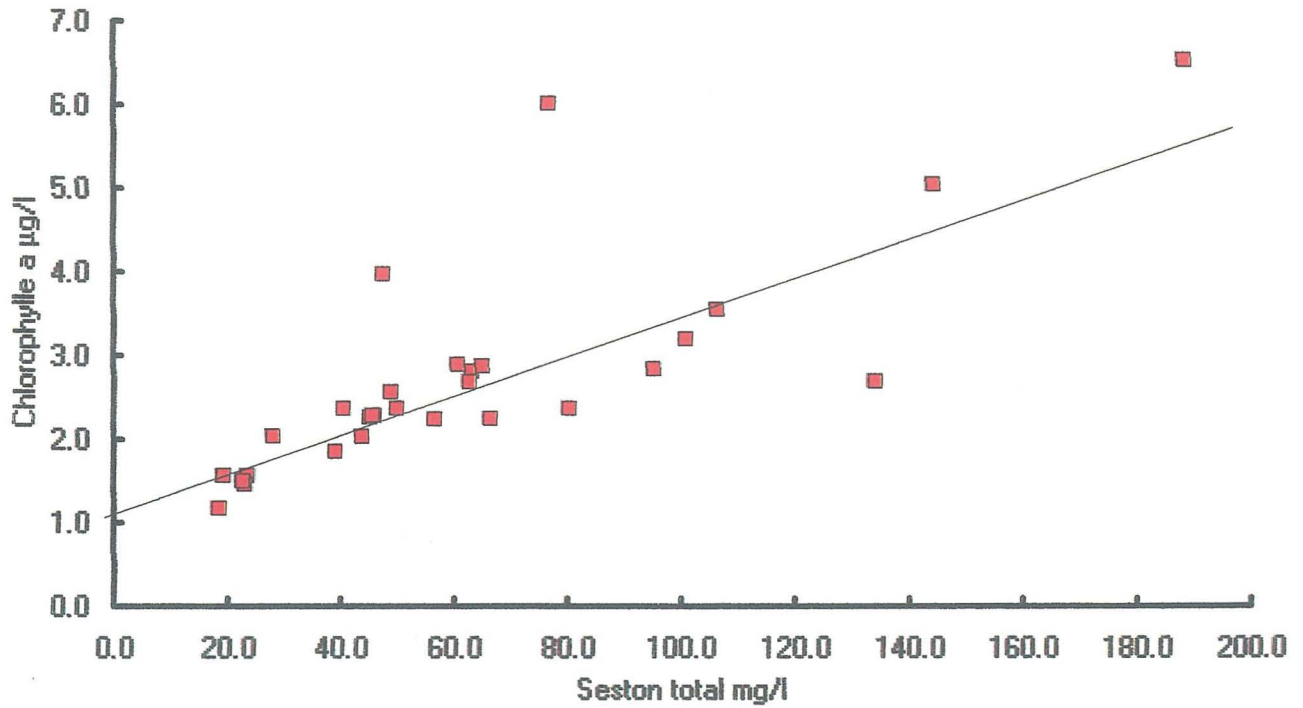


FIG 7

Corrélation seston total - Chlorophylle a (site du CHAPUS Jul-94)

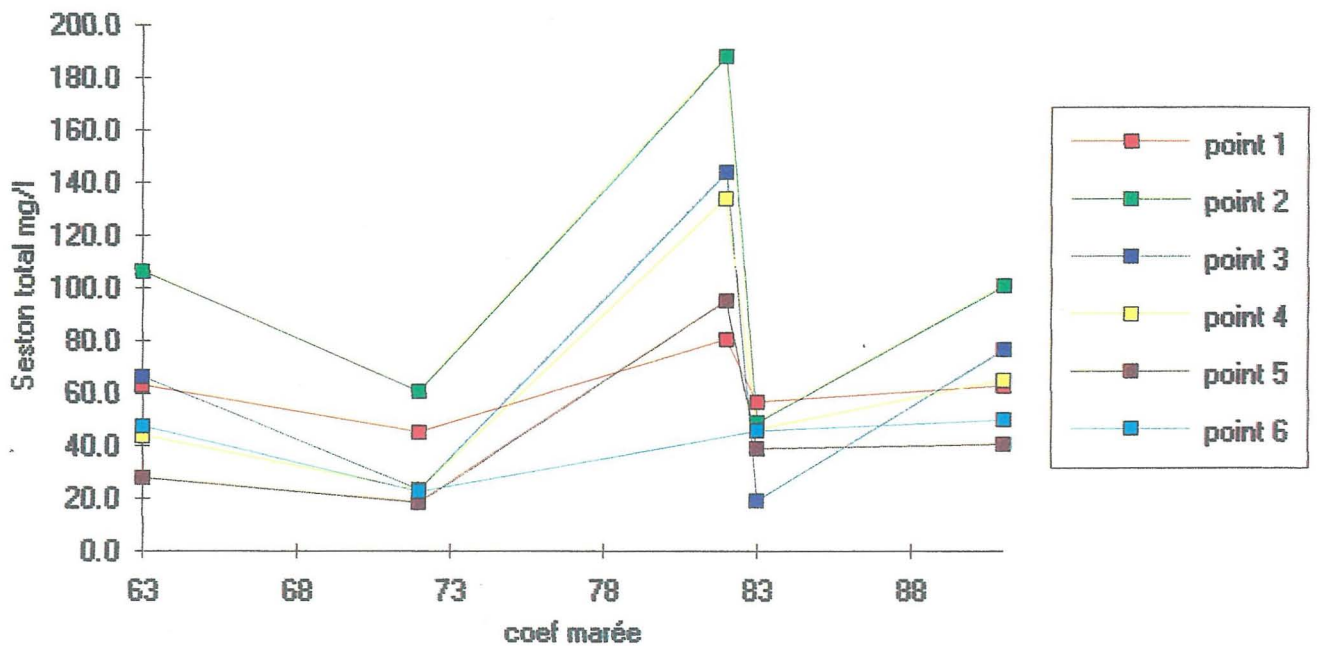


Sortie Régression:

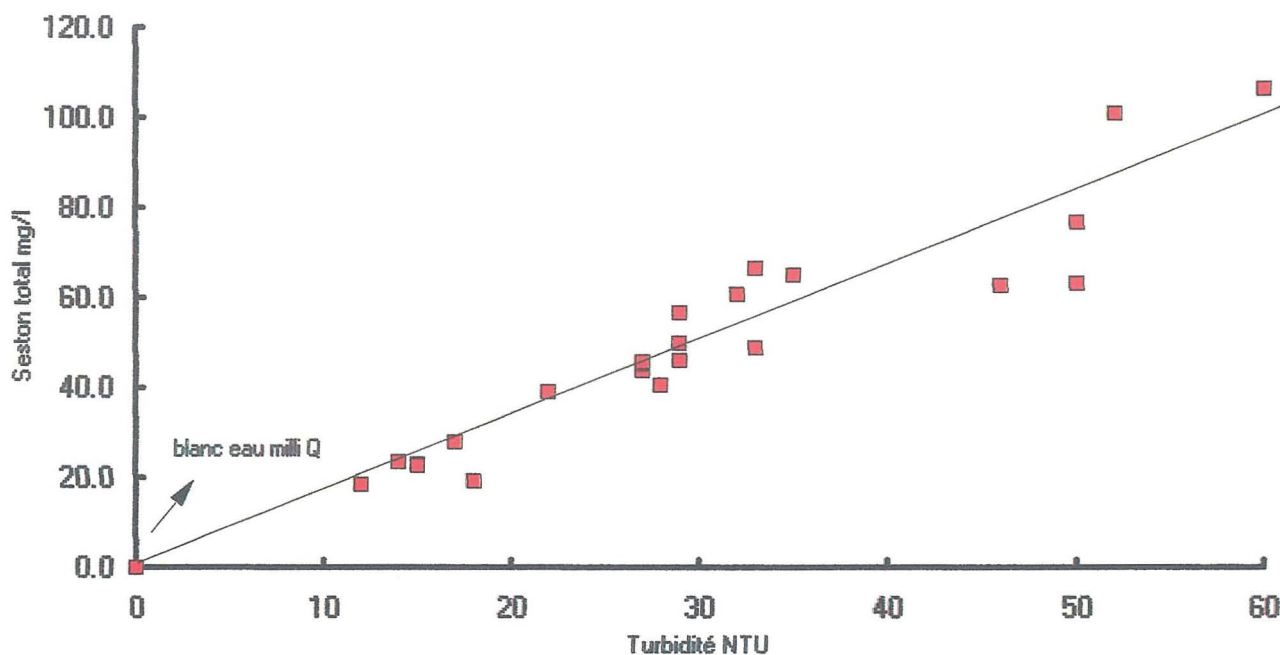
Constante	1.1807	
écart type d'estimation Y	0.8078	
R au caré	0.6039	R= 0.777
nombre d'observations	29	
degrés de liberté	27	
coefficient X	0.0244	
écart type de coef.	0.0038	

FIG 8

Influence de la marée et des conditions météo sur la remise en suspension (site du CHAPUS Jul-94)



SESTON TOTAL = f (TURBIDITE) Site du CHAPUS Jul-94



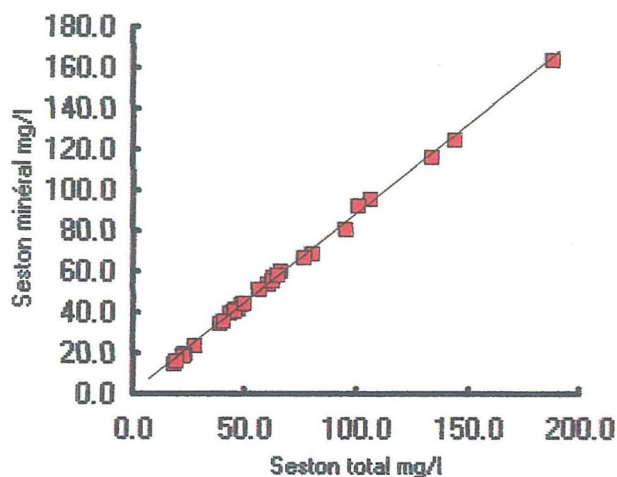
sortie régression :

constante	-0.6443
écart type d'estimation Y	7.9724
R au carré	0.9052 R = 0.9417 significatif à 1%
nombre d'observations	24
degrés de liberté	22

coefficient X	1.6663
ecart type de coef.	0.1149

FIG-10

SESTON MINÉRAL = f (SESTON TOTAL) CHAPUS Jul-94



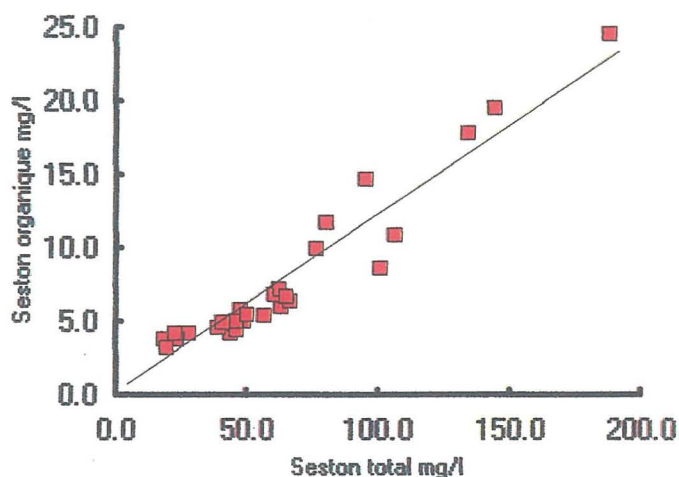
sortie régression :

constante	0.3065
écart type d'estimation Y	1.5119
R au carré	0.9982
nombre d'observations	29
degrés de liberté	27

coefficient X	0.8737
ecart type de coef.	0.0071

FIG-11

SESTON ORGANIQUE = f (SESTON TOTAL) CHAPUS Jul-94



sortie régression :

constante	-0.3065
écart type d'estimation Y	1.5119
R au carré	0.9206
nombre d'observations	29
degrés de liberté	27

coefficient X	0.1262
ecart type de coef.	0.0071

BIBLIOGRAPHIE

PUBLICATIONS:

- HYDROLOGIE DE LA STATION DE MARENNES-OLERON (doc RNO)
- CARACTERISTIQUES SAISONNIERES DE L'HYDROBIOLOGIE DU COMPLEXE ESTUARIEN DE MARENNES-OLERON
- ESSAI DE MISE EN EVIDENCE *IN SITU* DE PARAMETRES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DE L'EAU ET DE L'INTERFACE EAU-SEDIMENT INTERVENANT DANS LA PRODUCTION DE L'HUITRE *Crassostrea Gigas*
- ACQUISITION DE DONNEES EN CONTINU SUR LA MATIERE PARTICULAIRE DE LA BAIE ESTUARIENNE DE MARENNES-OLERON PENDANT LE BLOOM PRINTANIER PLANCTONIQUE: EFFET SUR LE TAUX DE FILTRATION DE L'HUITRE *Crassostrea Gigas*
- METHODE DE DOSAGE DE LA CHLOROPYLLE *a* ET DES PHEOPIGMENTS SELON LA METHODE FLUORIMETRIQUE DE M. RAZET

DOCUMENTS:

- DOCUMENTS TECHNIQUES UTILISATION DE LA SONDE EMP 2000 ET DE SES CAPTEURS