

**IMPLANTATION SUR LE MODELE
COURANTOLOGIQUE OKO
DES LOIS
DE REMISE EN SUSPENSION**

Contrat IFREMER n° 89.5.526083
Référence ECOCEAN n° 900102

Etude réalisée par O. Raillard

Janvier 1990

SOMMAIRE

I.	JUSTIFICATIONS	1
II.	CONCEPTION ET FORMALISATION	
	1. Loi de dépôt	2
	2. Loi d'érosion	4
III.	APPLICATIONS DU MODELE D'EROSION ET DE SEDIMENTATION SUR LE SITE DE MARENNES-OLERON	
	1. Méthode de calcul des termes de dépôt et d'érosion dans les boîtes	4
	2. Valeurs des paramètres	5
	3. Résultats intermédiaires	6
	a. Variation intra-boîte	6
	b. Variation inter-boîtes	7
	4. Simulation de l'évolution spatiale et temporelle d'un traceur	
	a. Mise en place	8
	b. Résultats et discussion	9
	5. Simulation d'un processus biologique : la production de pseudo-fécès	10
	a. Rappels sur la formalisation de l'activité nutritionnelle du mollusque	11
	b. Présentation des simulations	12
	c. Résultats et discussion	13

INTRODUCTION D'UNE FORMULATION MATHÉMATIQUE DES MÉCANISMES D'ÉROSION ET DE DÉPÔT À MARENNES-OLÉRON.

I. JUSTIFICATIONS

Cette étude a pour but d'introduire dans le modèle de production globale du bassin de Marennes-Oléron une nouvelle source de variabilité des teneurs de la colonne d'eau en éléments particuliers par la prise en compte des échanges verticaux à l'interface eau-sédiment. Dans la précédente formulation du modèle les biodépôts, alors la seule source d'alimentation du fond, sont instantanément remis en suspension. Toutefois la faible bathymétrie ainsi que des régimes de courants et de vents variables déterminent des variations importantes dans les concentrations du matériel particulaire (Bacher, 1989) susceptibles d'influer sur la production biologique primaire et secondaire (fig. 1). Ces échanges conditionnent en partie les fluctuations de quantité de lumière dans la colonne d'eau nécessaire à la photosynthèse; régulent la remise à disposition de la nourriture aux huîtres qu'ils s'agissent de leur propres égestats (féces, pseudo-féces) ou du matériel déposé en cours de dégradation (cellules phytoplanctoniques, cadavres zooplanctons, détritique divers) et enfin ils génèrent d'importantes variations des charges minérales de la masse d'eau qui diluent plus ou moins fortement la nourriture des huîtres qui s'y trouve en suspension (Heral et al., 1987) et dont les fortes teneurs provoquent des colmatages branchiaux qui bloquent

l'activité de filtration du mollusque (Sornin, 1981; Deslou-paoli et al., 1983).

II. CONCEPTION ET FORMALISATION

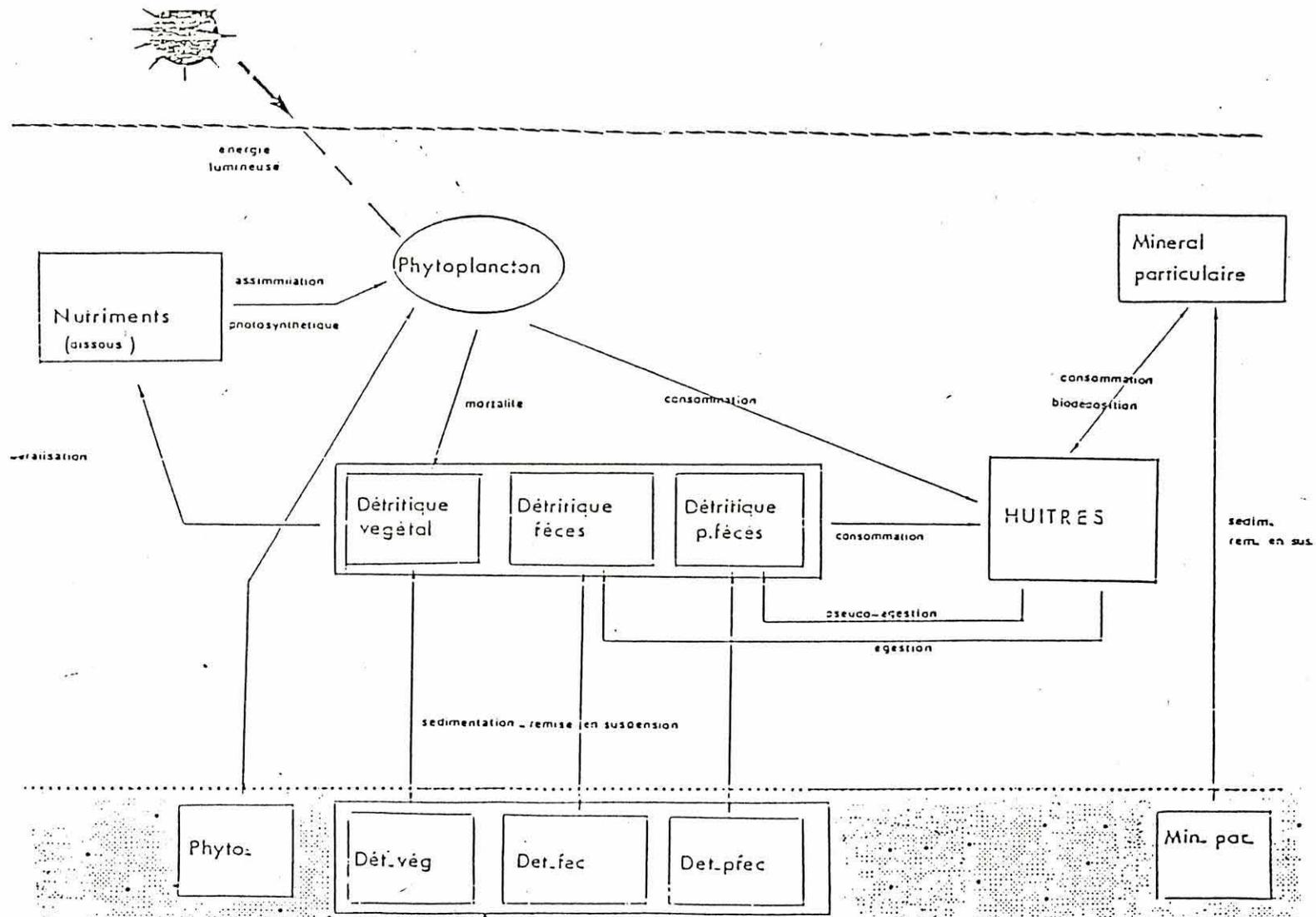
Les échanges verticaux sont compris ici en terme de dépôt et d'érosion, la vitesse du courant étant le seul facteur considéré dans leur régulation. L'introduction de l'effet du vent plus délicat dans sa conceptualisation sera abordé ultérieurement. Précisons que l'ensemble des lois présentées ici sont extraites d'études faites sur les matériaux cohésifs (vases, limons, etc...) et qu'il ne sera pas tenu compte des processus de nutrition par les mollusques filtreurs dont il faut préciser qu'ils induisent une modification de structure de la matière organique et minérale (Sornin, 1981) et par voie de conséquence de son comportement hydrosédimentaire (Migniot et Bouloc dans Filliat, 1981). L'absence de distinction de comportement entre les particules organiques et minérales est commandé par une simplification volontaire dans cette phase de mise au point.

1. Loi de dépôt

Le taux de dépôt des particules est exprimé d'après la loi de Krone :

$$dC/dT = W_s.C. (1-t_0/t_{ocd}) \quad (1)$$

W_s : Vitesse de chute des particules qui, comme l'exprime



la figure 2, est dépendante du processus de floculation. La floculation étant la propriété pour les petites particules de se prendre en agrégats de dimensions très supérieures à celles des éléments qui la constituent (Migniot dans Filliat, 1981). Ceci entraîne, conformément à la loi de Stokes une accélération de la chute des particules. L'intensité de la floculation dépend principalement de la concentration du milieu en éléments solides, de la salinité et de l'état de turbulence de la mer. Si l'on s'en réfère aux résultats du L.C.H.F (fig. 3) l'amplitude des fluctuations spatiales et temporelles de la salinité n'est pas de nature à faire varier significativement la floculation; en revanche celle des deux autres facteurs (état de la mer et concentration particulière) pourrait induire de fortes variations dans les mécanismes d'agrégation et de désagrégation des particules élémentaires, malheureusement l'absence de mesures de terrain adéquats empêchent une formulation correcte de la floculation. En conséquence la vitesse de chute des particules est prise constante et sa valeur est extraite de mesures réalisées par le L.C.H.F sur des vases marines floculées.

To : Tension de cisaillement sur le fond, sa valeur est déduite de la vitesse de frottement u^* d'après la formule $to = \rho_0 \cdot u^{*2}$, (ρ_0 : masse volumique de l'eau). U^* est déduit de la vitesse du courant moyen u par une loi de type Strickler : $u^* = (u \cdot g) / (K \cdot h)$

K : coefficient de frottement

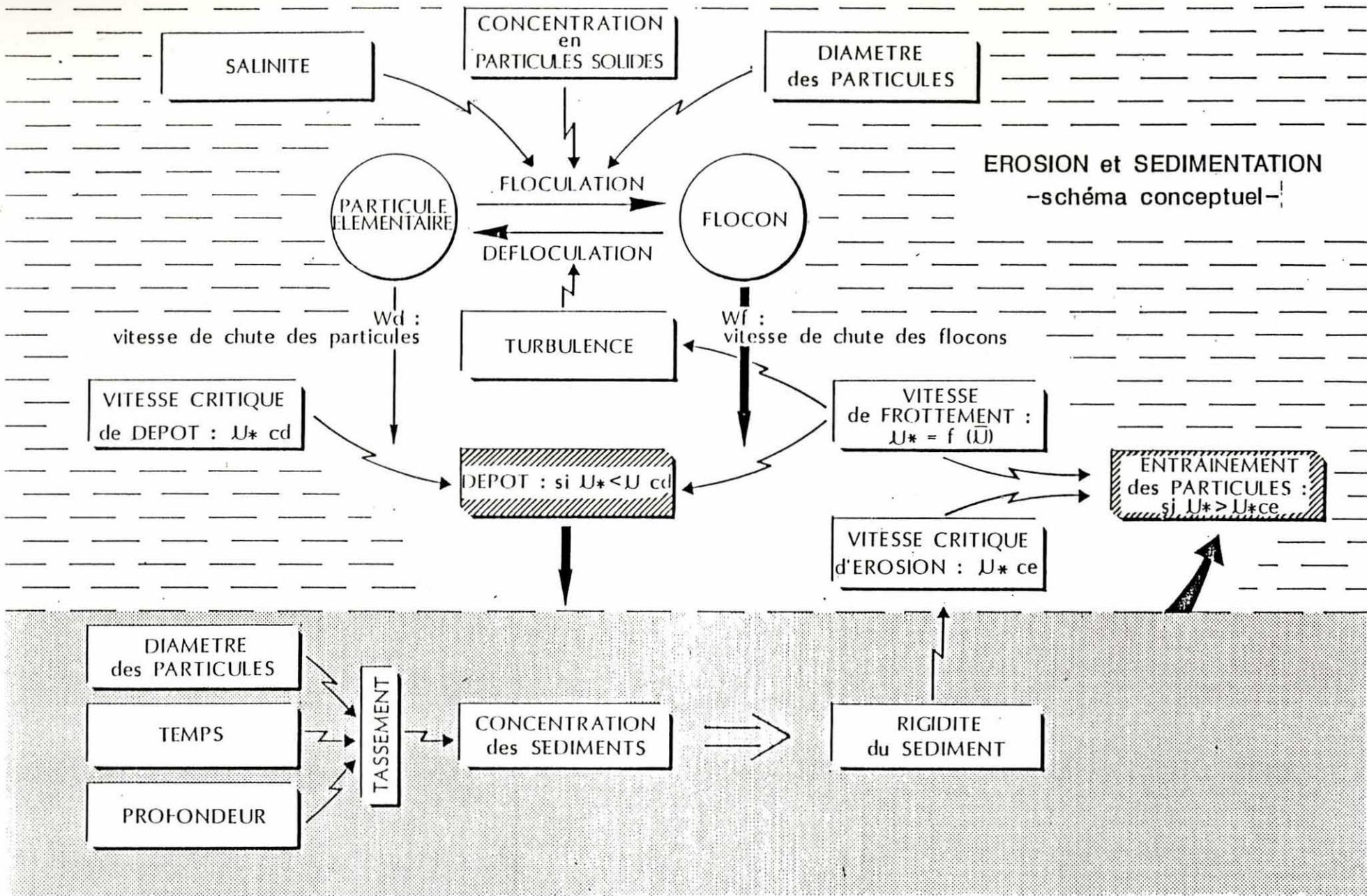


figure 2. Schéma conceptuel des mécanismes de dépôt et d'érosion.

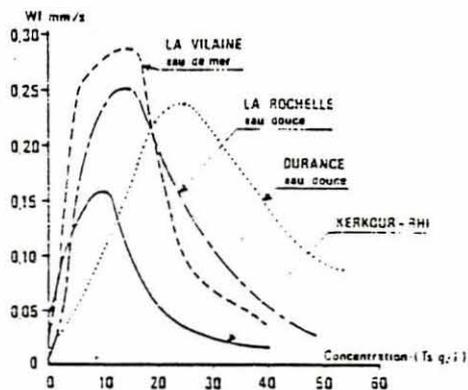


figure 3a. Influence de la concentration sur la vitesse de chute des vases (tiré de Migniot dans Filliat, 1981).

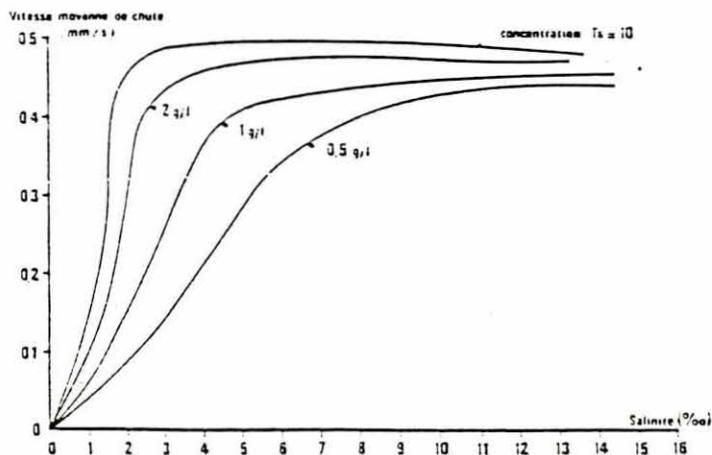


figure 3b. Influence de la salinité sur la vitesse de chute des vases (tiré de Migniot dans Filliat, 1981).

h : hauteur d'eau

T_{ocd} : Tension de cisaillement critique de dépôt. Elle détermine la valeur seuil de t_0 au delà de laquelle la sédimentation est nulle. T_{ocd} est considérée constante.

C : Teneur en éléments solides de la masse d'eau.

2. Loi d'érosion

La quantité de matière remise en suspension ou érodée est déterminée classiquement par la formule de Parthéniades :

$$E = dC/dT = K1. (t_0/t_{oc} - 1) \quad (2)$$

T_{oc} : Tension de cisaillement critique. Elle est définie d'après les propriétés rhéologiques du sédiment qui sont directement dépendantes de sa densité (citations). Faute de données la variation spatiale de la densité des sols n'est pas prise en considération. Quant à leur variation temporelle, sa représentation nécessite la mise en place d'un modèle de fond (Lehret al., 1989) un raffinement prématuré aux regards des simplifications jusqu'ici adoptées.

III. APPLICATION DE L'EROSION ET DE LA SEDIMENTATION AU SITE DE MARENNES-OLERON

1. Méthodes de calcul des termes de dépôt et d'érosion dans les boîtes.

Sur le plan spatial on conserve la structure de type "boîte" en ayant soin de séparer les zones d'estran et de chenaux afin d'uniformiser les réponses aux lois de dépôts et d'érosion au sein de chacune de ces boîtes

(fig. 4).

D'après les champs courantologiques du L.C.H.F et pour deux cycles de marée type , un cas de vives eaux et un cas de mortes eaux, le calcul des termes des échanges verticaux (équations (1) et (2)) est effectué en chaque point du maillage , les valeurs par boîte sont obtenues en moyennant celles des mailles qui la composent. Le pas de temps de calcul adopté par le L.C.H.F (15 minutes) est conservé. Pour les marées intermédiaires les valeurs sont obtenues par interpolation linéaire entre les 2 marées types.

2. Valeur des paramètres

Le choix effectué suite permet de doter les lois précédentes de coefficients plausibles extraits de la littérature tout en sachant qu'ils ne reflètent sans doute pas la réalité sédimentaire du site. En effet, il semble plus raisonnable d'appréhender les mécanismes d'érosion et de dépôt à Marennes-Oléron sous la forme d'un exemple étant donné les lacunes de notre connaissance du site de ce point de vue.

$W_s = 0.001$ m/s d'après Migniot (1981) et pour une

concentration de particules solides de l'ordre de 1 g/l

$U_{ocd} = \tau_{ocd}/\rho_0 = 0.01$ m/s suggéré par Le Hir (pers com)

$K_1 = 2.10^{-5}$ g.cm⁻².s⁻¹ d'après des études faites sur la Gironde par Cormault sur la base de résultats obtenus par le L.C.H.F.

U_{oce} : sa valeur est égale à celle de U_{ocd} , à l'échelle

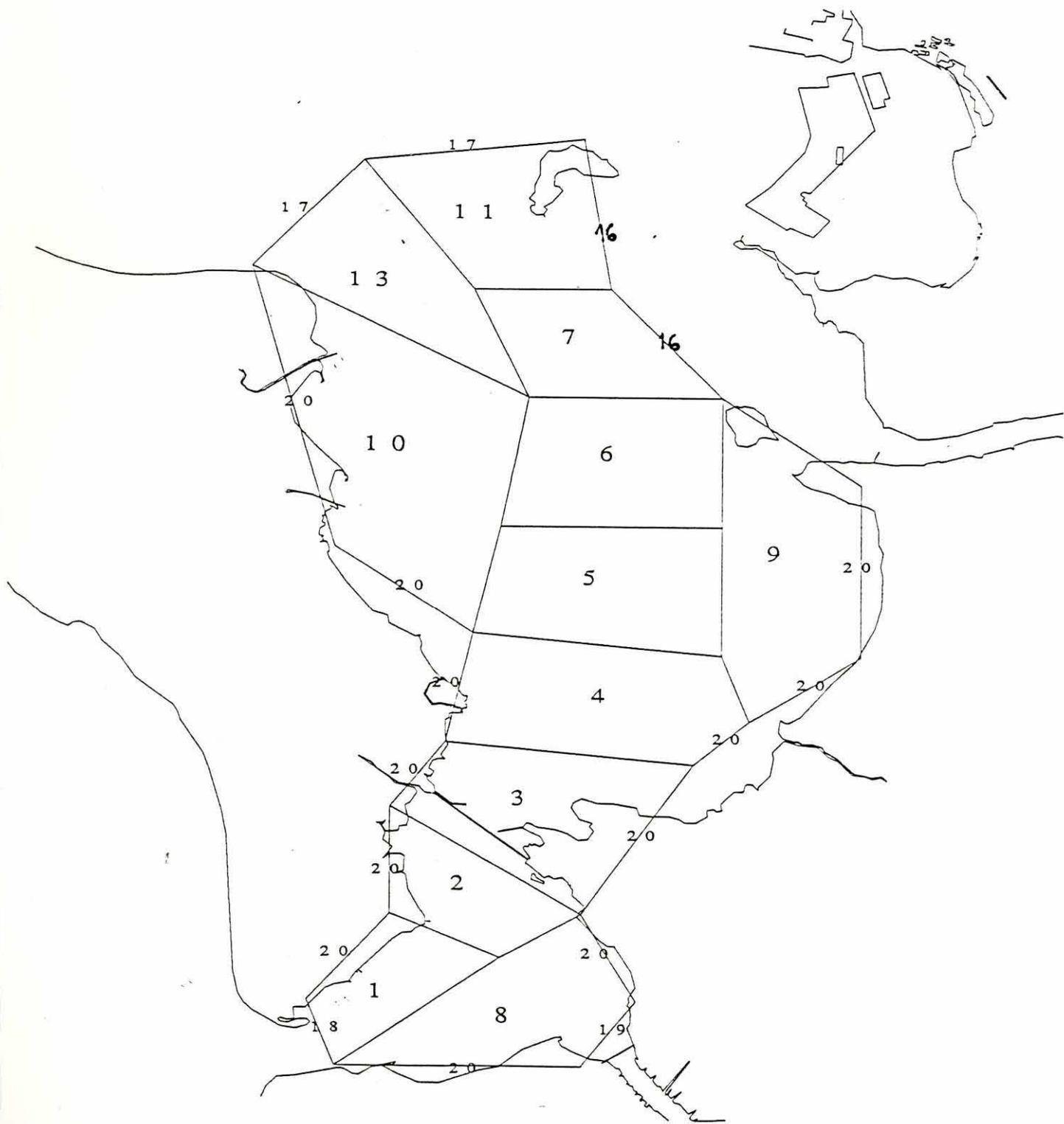


figure 4. Structure en boîtes adaptée au bassin de Marennes Oléron et emplacement des limites (16, 17, 18).

de la maille dépôt et érosion ne peuvent avoir lieu simultanément.

K = 50

3. Résultats intermédiaires : u^* , t_o/t_{ocd-1} , $1-t_o/t_{oce}$

En préliminaire aux simulations les valeurs de u^* et des termes de dépôt (t_o/t_{ocd-1}) et d'érosion ($1-t_o/t_{oce}$) sont calculés pendant un cycle de marée pour différentes boites du modèle selon la méthode précédemment exposée et sur les mailles à l'intérieur d'une même boite.

a. Variation intra-boite

A l'intérieur de la boite d'estran n°9 les calculs sont effectués sur une maille de la frontière ouest donc proche du chenal et sur une maille 'est' découvrante typique de l'estran. Les valeurs moyennes obtenues sur cette même boite sont également présentées.

La lecture des résultats (fig. 5) révèle principalement la faiblesse du découpage en boite illustrée par la diversité des réponses entre deux mailles d'une même boite tant sur le plan chronologique que sur l'aspect quantitatif, la maille ouest (courbe n°3) enregistre une forte érosion à mi-marée montante et un pic de moindre importance à mi-marée descendante alors que les vitesses de frottement (u^*) de la maille 'est' restent pendant toute la durée du cycle de marée en deçà de la valeur

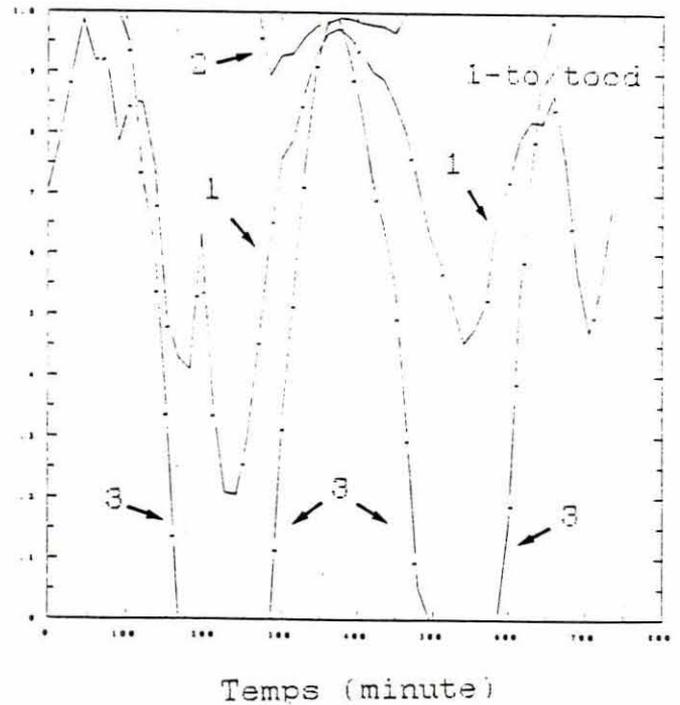
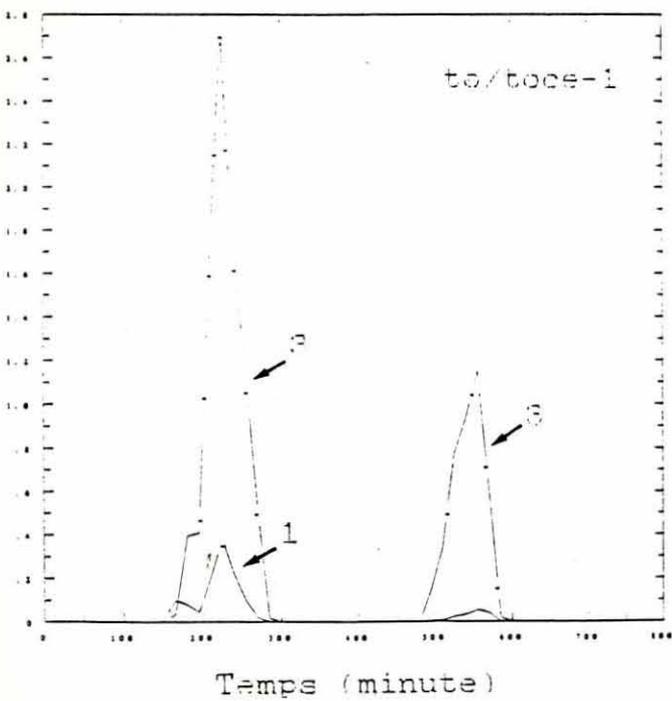
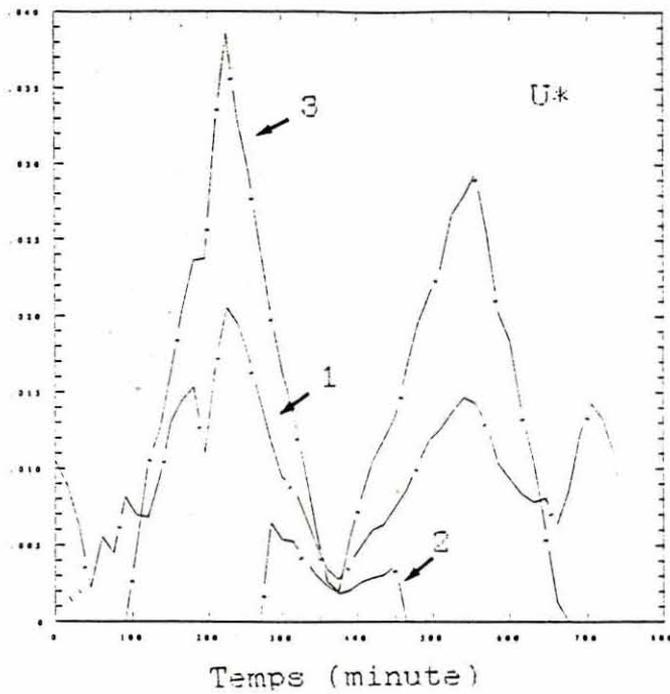


figure 5. Evolution des variables U^* , $to/toce-1$, $1-to/toed$, pendant un cycle de marée de vives eaux, sur une maille ouest de la boîte n°9 (courbe n°3), sur une maille est de la boîte n°9 (courbe n°2) et sur la boîte n°9 (moyenne des valeurs calculées sur les mailles qui composent la boîte).

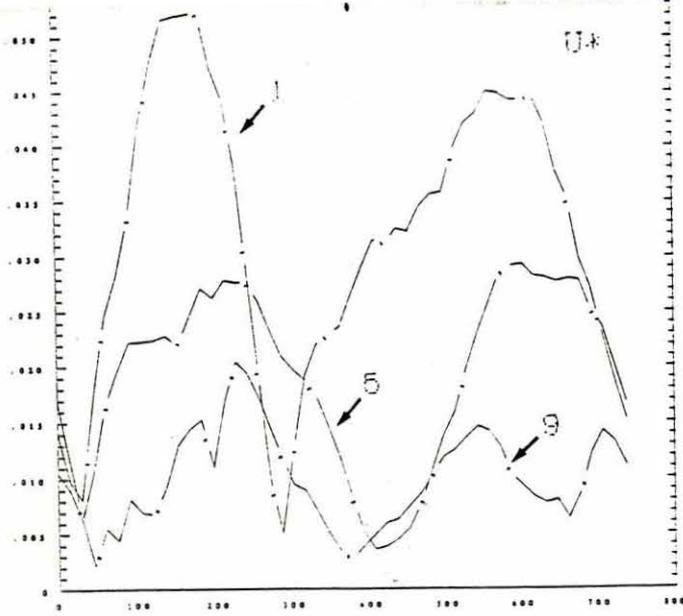
critique (0.02 m/s). La représentation moyenne de la boîte (courbe n°1) apparaît alors comme un lissage trop poussé des événements internes. Il convient de préciser que cette forte hétérogénéité interne est particulièrement mis en évidence dans cette boîte à cheval sur le chenal et l'estran (la raison de cette position est évoquée dans un chapitre précédent) et que d'une manière générale elle est plus atténuée dans les autres boîtes du modèle.

b. Variation inter-boîtes

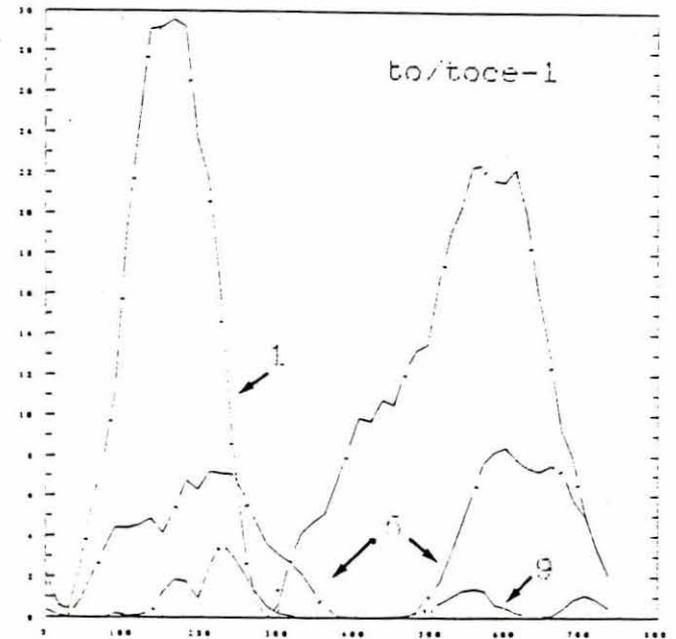
Pour des raisons de commodités visuelles et intellectuelles la présentation des résultats est restreinte à 3 boîtes jugées caractéristiques du point de vue sédimentaire. La première (boîte n°9) englobe une zone d'estran et se caractérise par une faible bathymétrie et un faible hydrodynamisme, la seconde (n°5) située au milieu du bassin est une boîte de chenal donc plus profonde et parcourue par des courants rapides, la dernière (n°1) se distingue par un hydrodynamisme particulièrement violent.

En vives eaux : (fig. 6)

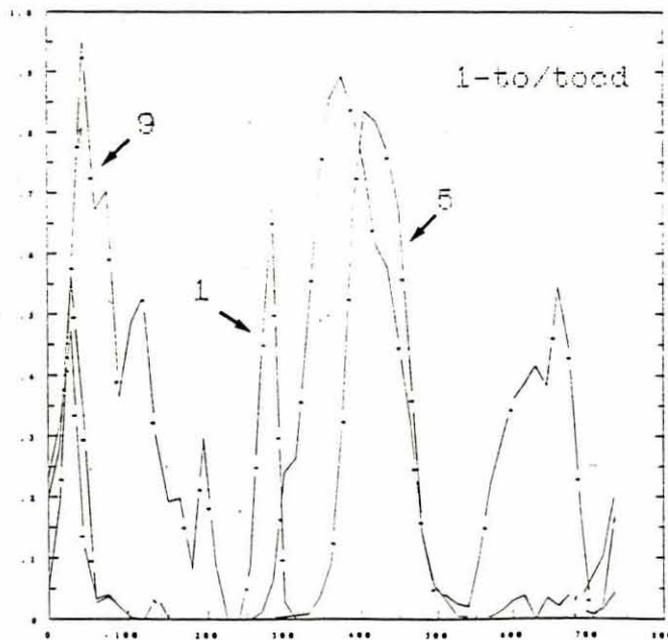
Malgré les problèmes de lissage précédemment évoqués les boîtes présentent des comportements sédimentaires qui leur sont propres, les épisodes érosifs dominants dans la boîte n°1, s'atténuent dans la boîte n°5 ou les épisodes sédimentaires apparaissent plus nettement, et sont très atténués dans la boîte d'estran où prévaut très



Temps (minute)



Temps (minute)



Temps (minute)

figure 6. Evolution des variables U^* , $to/toce-1$, $1-to/toed$, pendant un cycle de marée de vives eaux sur 3 boites du modèle (1, 5 et 9).

nettement le dépôt sur l'ensemble du cycle tidal. Les boîtes se distinguent aussi par la valeur absolue des termes de dépôt et d'érosion et par la chronologie de déroulement de ces mêmes évènements.

En mortes eaux : (fig. 7)

Ce cas de figure est caractérisée par l'abaissement général des niveaux d'érosion et la prédominance des périodes de sédimentation pour les boîtes n°5 et 9, et par une accentuation du disynchronisme entre les boîtes au déroulement de ces événements sédimentaires.

Il semble donc, que l'introduction de ces nouveaux mécanismes soit en mesure d'influer sur la variabilité spatiale et temporelle des teneurs particulières du bassin ostreicol. Le chapitre suivant devrait permettre de confirmer ou d'infirmer cette présomption.

4. Simulation de l'évolution spatiale et temporelle d'un traceur.

a. Mise en place

Le traceur est en l'occurrence le seston minéral qui, injecté aux frontières du modèle selon un rythme journalier, est ensuite advecté entre les boîtes et soumis aux lois des échanges verticaux. Les limites (fig. 8) constituent la seule source d'alimentation en seston minéral, les quantités initiales des boîtes sont égales à 0 tant dans la masse d'eau que sur le fond. Le pas de temps de calcul est celui des fichiers courantologiques du L.CH.F, la simulation porte sur une année. Les résultats de cette simulation sont comparés à ceux obtenus en l'absence de mécanismes sédimentaires.

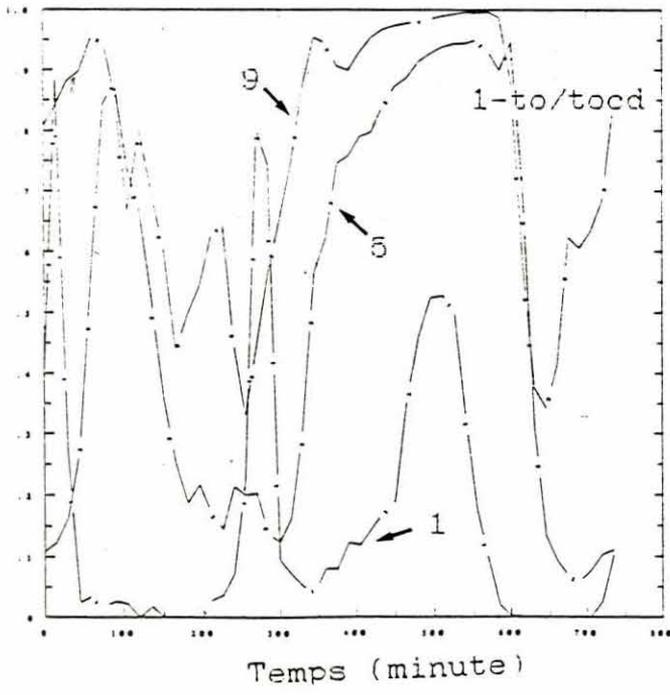
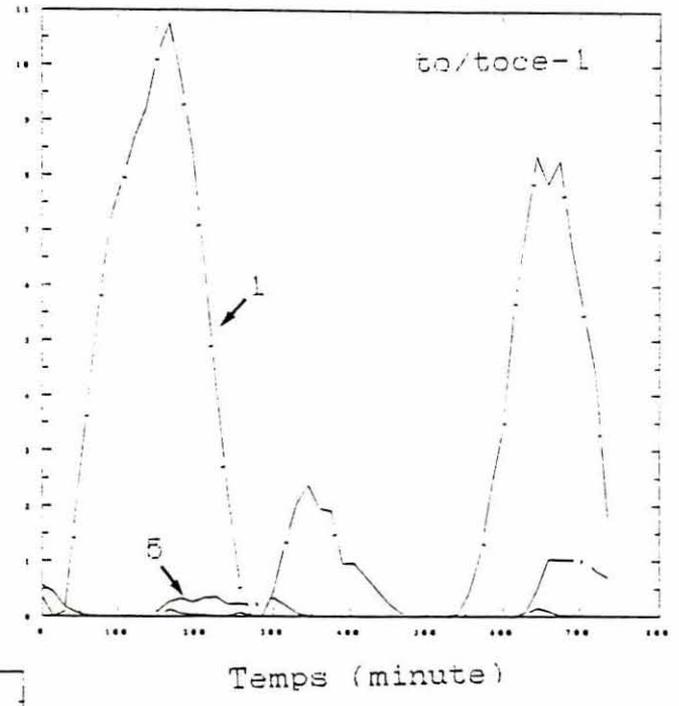
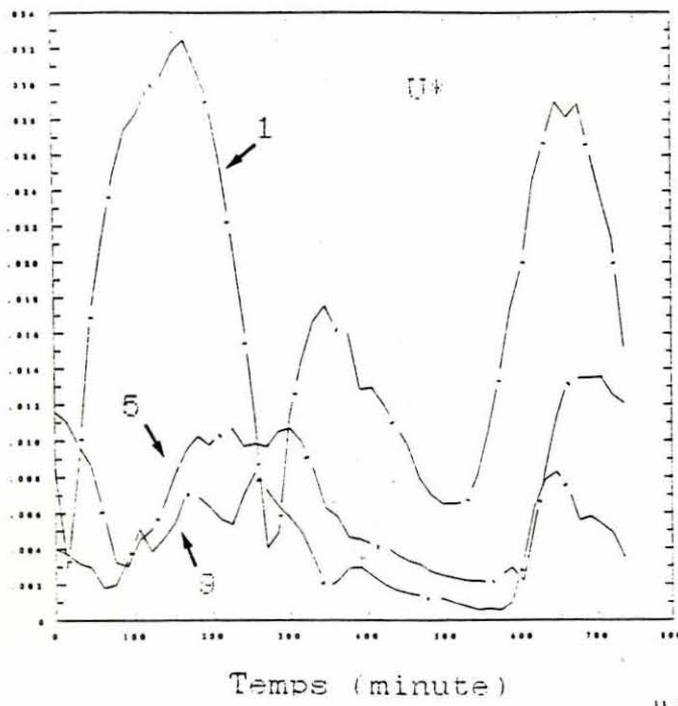


figure 7. Evolution des variables U_k , $to/toce-1$, $1-to/tocd$, pendant un cycle de marée de mortes eaux sur 3 boites du modèle (1, 5 et 9).

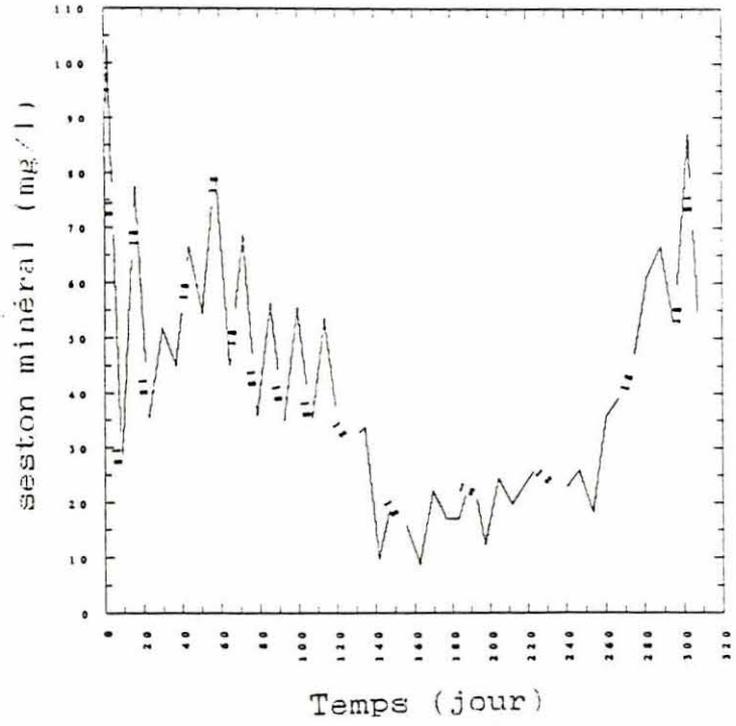
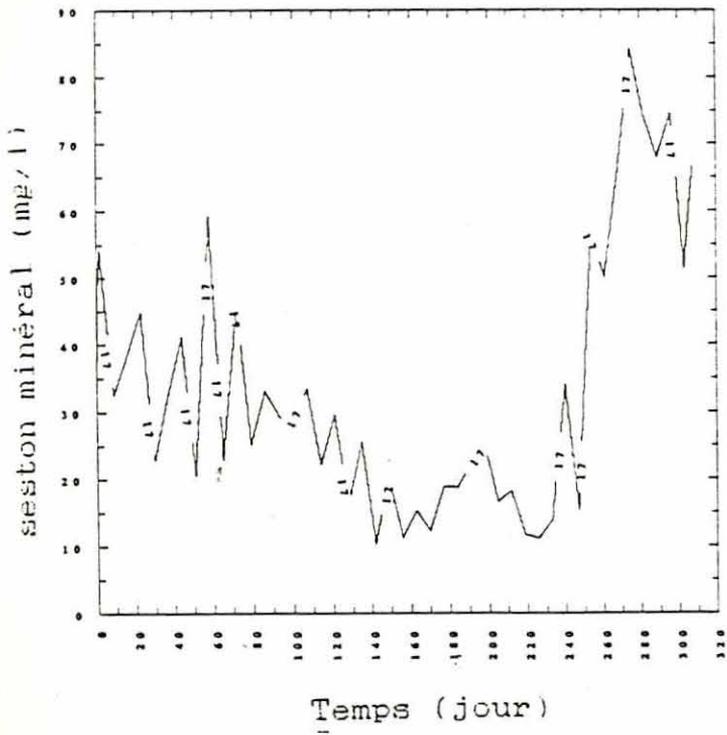
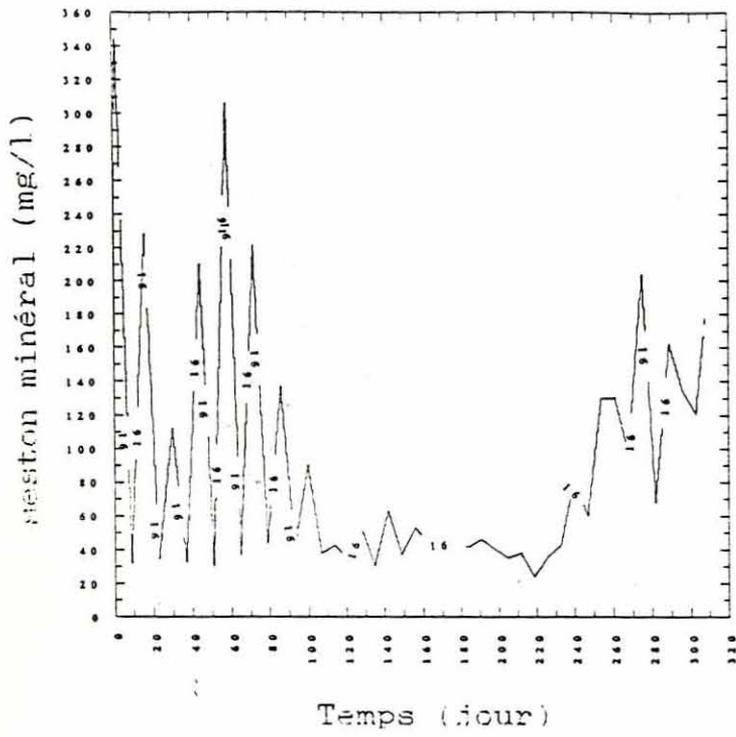


figure 8. Evolution annuelle du seston minéral aux frontières du modèle (16, 17 et 18)

b. Résultats et discussion

Pour des raisons déjà évoquées l'étude détaillée des résultats est menée sur 3 boîtes caractéristiques du bassin (1, 5, 9).

Le comportement de la boîte n°1 est peu modifié par les nouveaux mécanismes (fig. 9a), le fort hydrodynamisme ambiant assurant une remise en suspension immédiate du matériel déposé, en mortes eaux (fig. 11) comme en vives eaux (fig. 10), le volume d'échange entre l'eau et le fond est faible et affecte peu l'évolution des teneurs particulières de la masse d'eau. A l'inverse la boîte d'estran (n°9) connaît une augmentation de la variabilité du seston minéral et une forte accentuation des cycles mortes eaux - vives eaux de matière. Comme le montre la figure 13 en période de mortes eaux et pendant les marées avoisinantes il y a accumulation de matériaux sur le fond, aux marées de plus fortes amplitudes ces sédiments sont en grande partie remis en suspension dans la colonne d'eau par des courants plus rapides (fig. 12), il en résulte des différences marquées entre les teneurs sestoniques en période de vives eaux et en période de mortes eaux qui viennent accentuées celles déjà observées en l'absence de transports verticaux (fig 9b). A l'échelle de la marée les variations de l'hydrodynamisme induisent celles des échanges verticaux qui provoquent l'augmentation des fluctuations de seston minéral pendant cette période (fig. 12 et 13).

Le cas de la boîte centrale est intermédiaire, sans

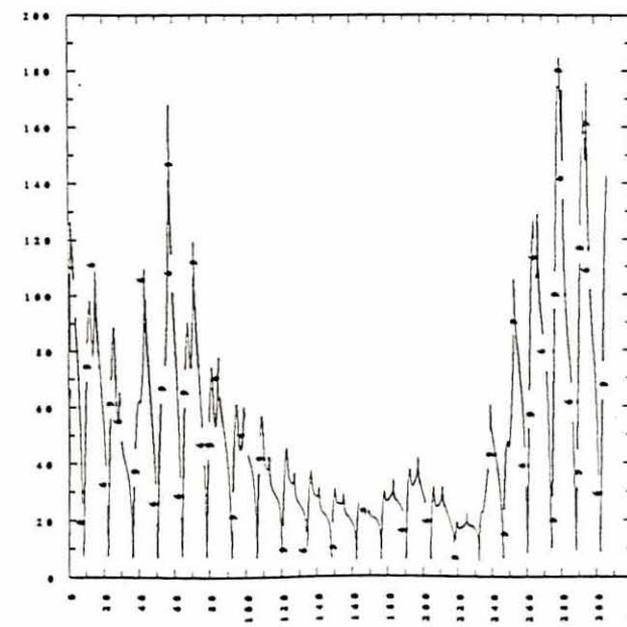
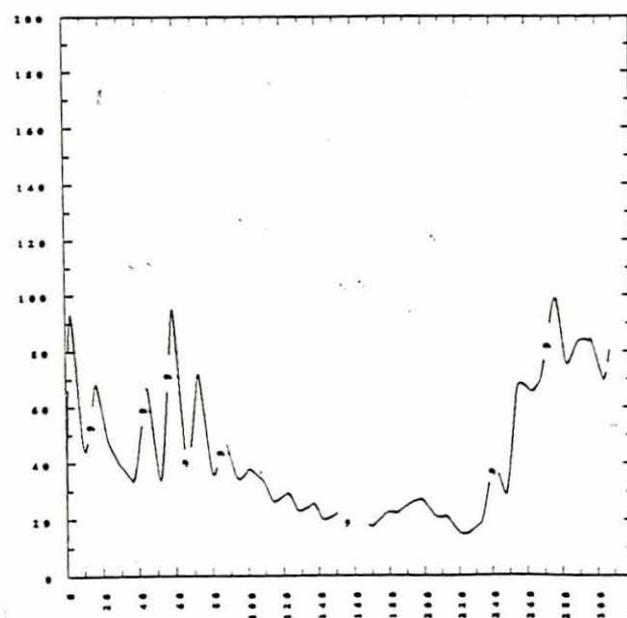
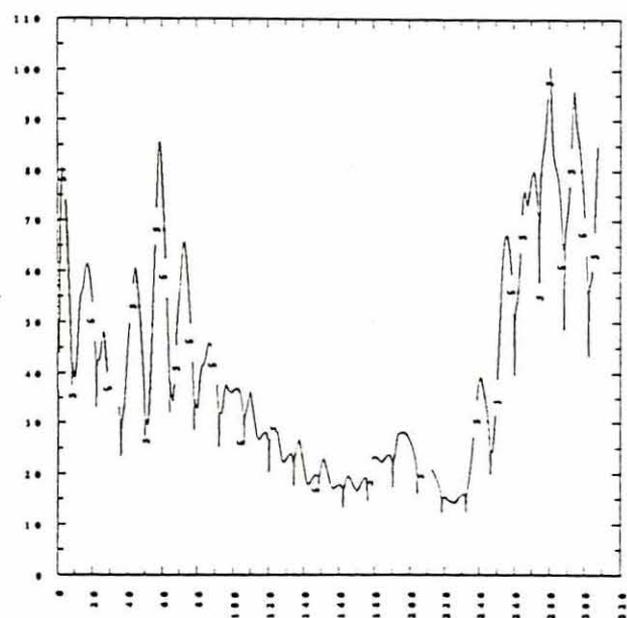
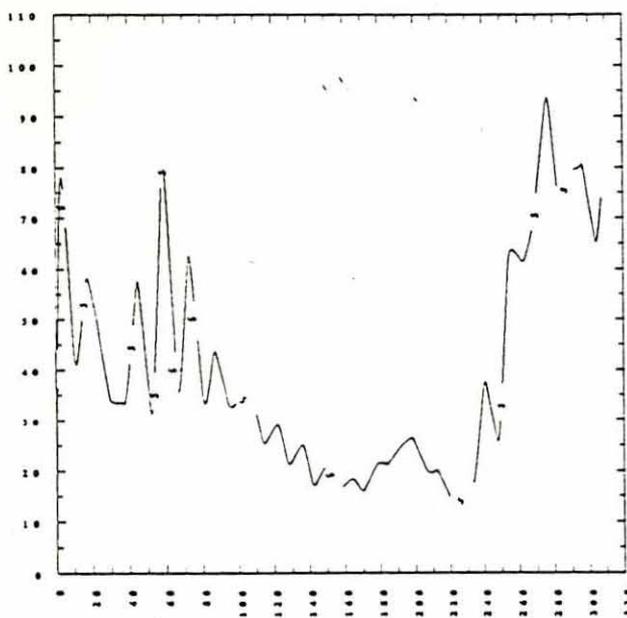
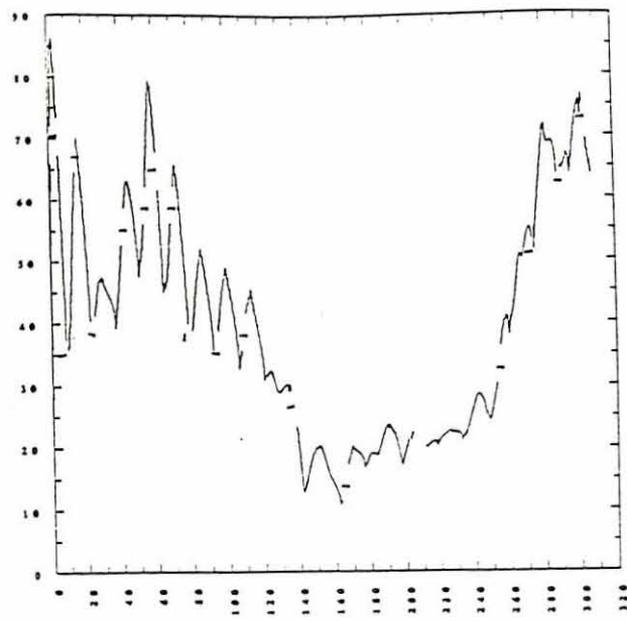
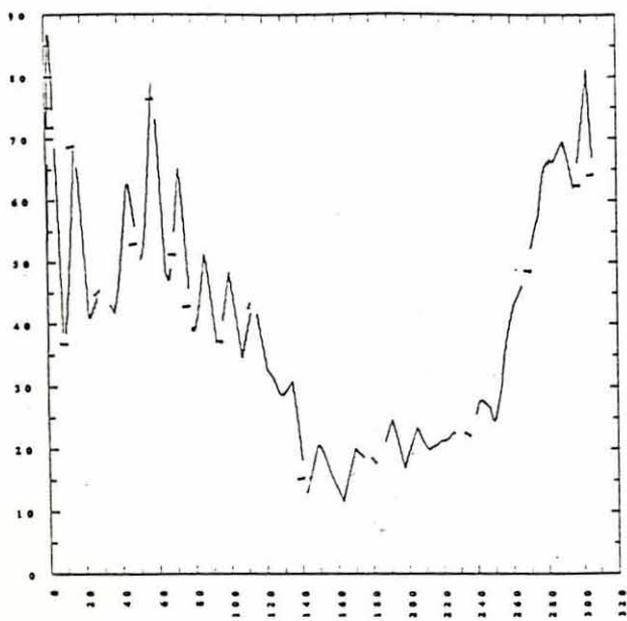


figure 9. Simulation de l'évolution annuelle de la variable seston minéral des boîtes 1, 5 et 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite). Sortie moyennée sur 25 heures. en abscisse le temps en jour, en ordonnée la concentration de seston en mg/l.

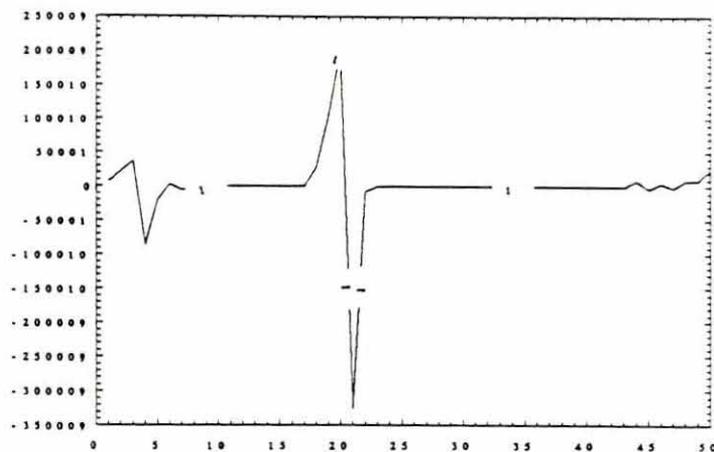
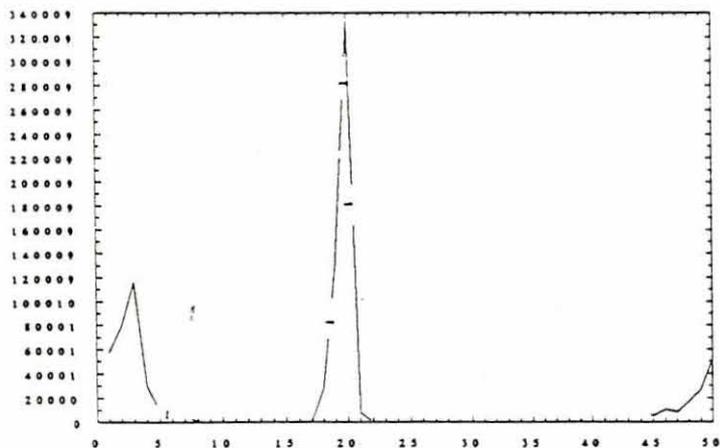
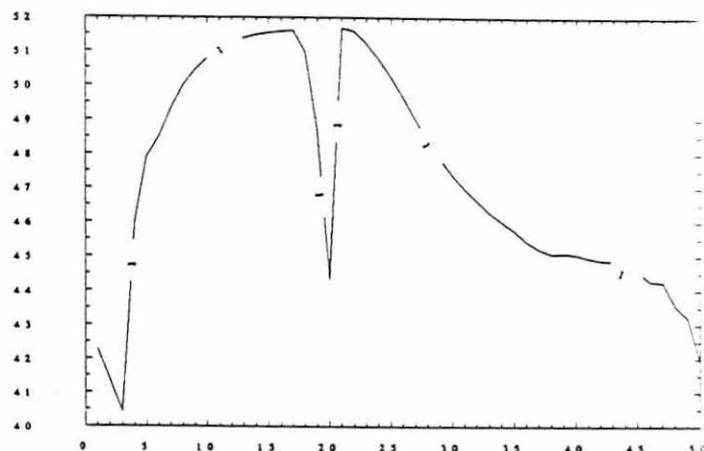
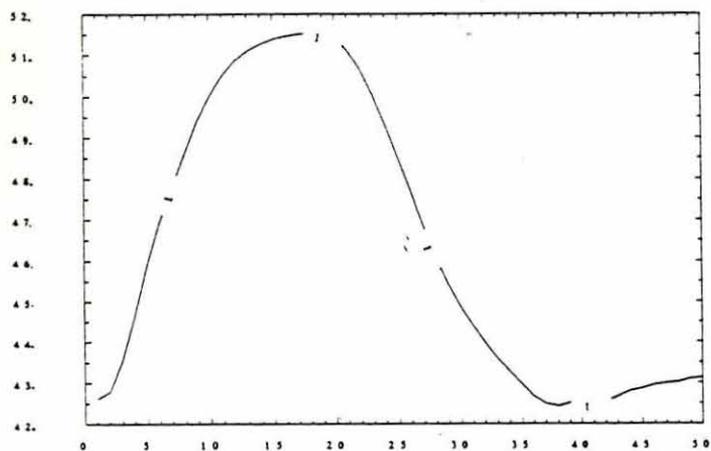


figure 10. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de vives eaux de la boîte n°1 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

- a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.
- b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.
- c : seston minéral du fond (Kg).
- d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

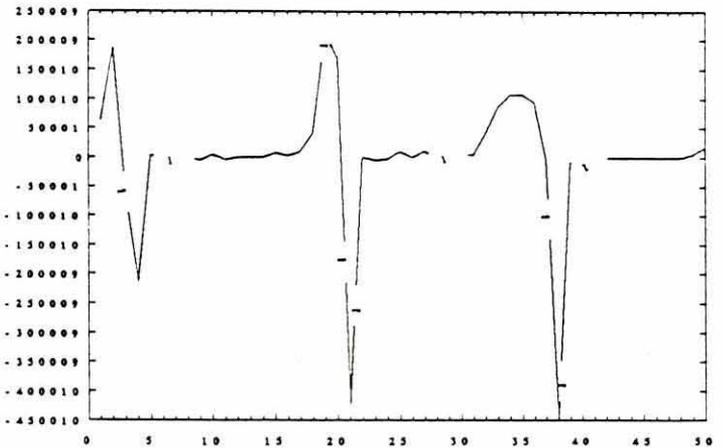
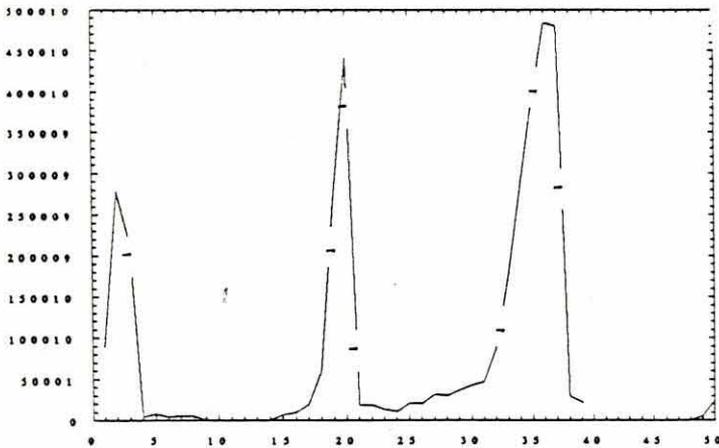
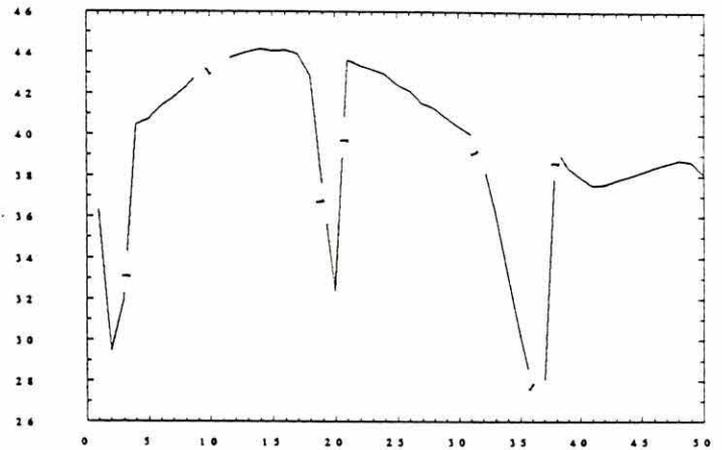
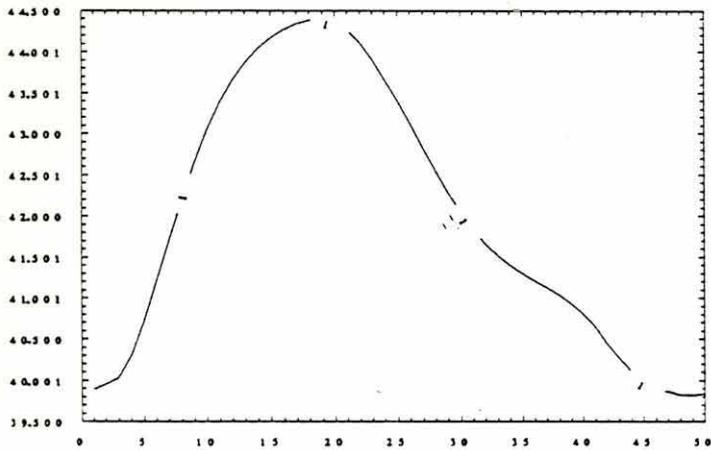


figure 11. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de mortes eaux de la boîte n°1 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

- a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.
- b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.
- c : seston minéral du fond (Kg).
- d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

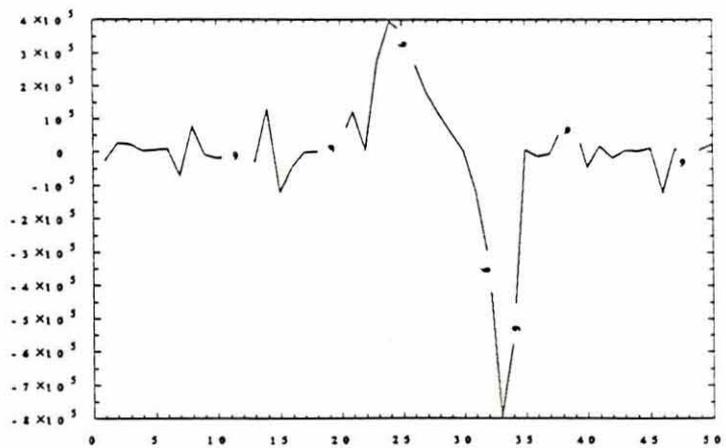
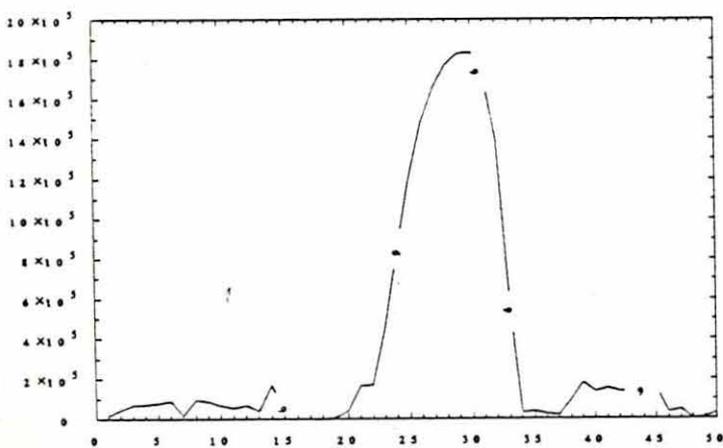
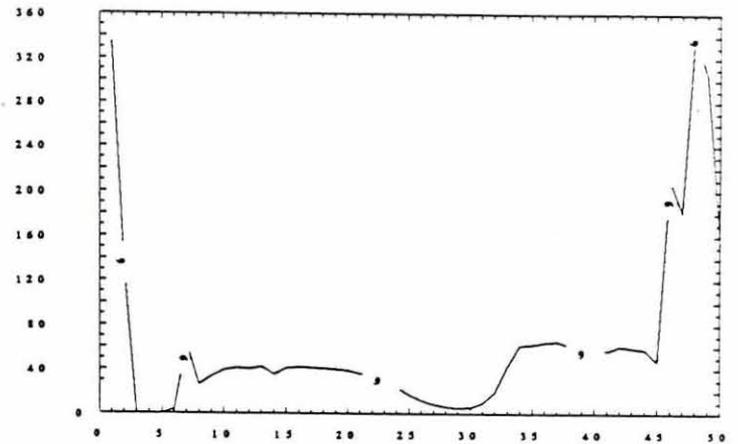
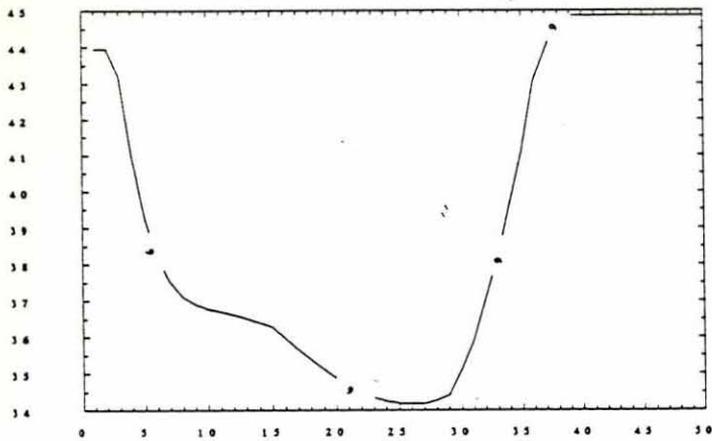


figure 12. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de vives eaux de la boîte n°9 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.

b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.

c : seston minéral du fond (Kg).

d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

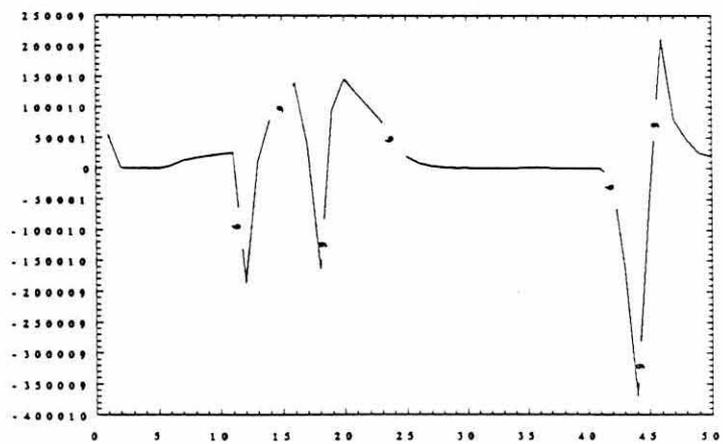
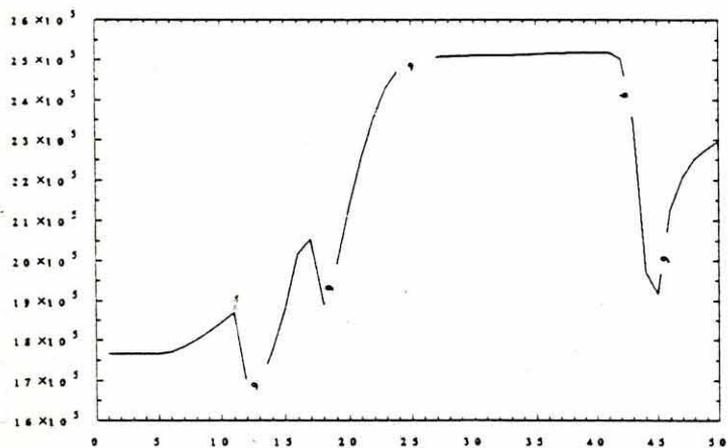
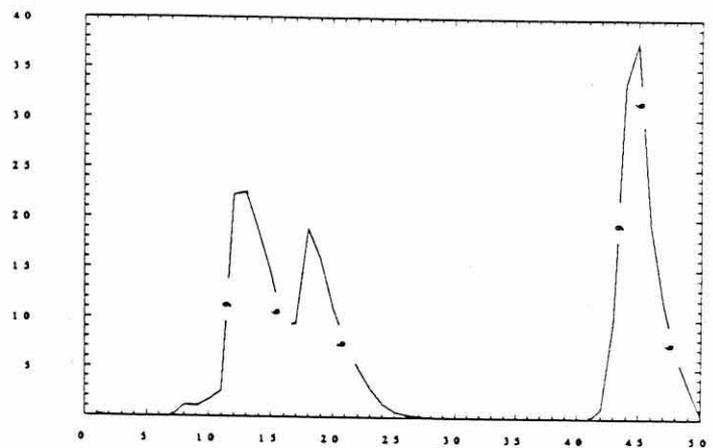
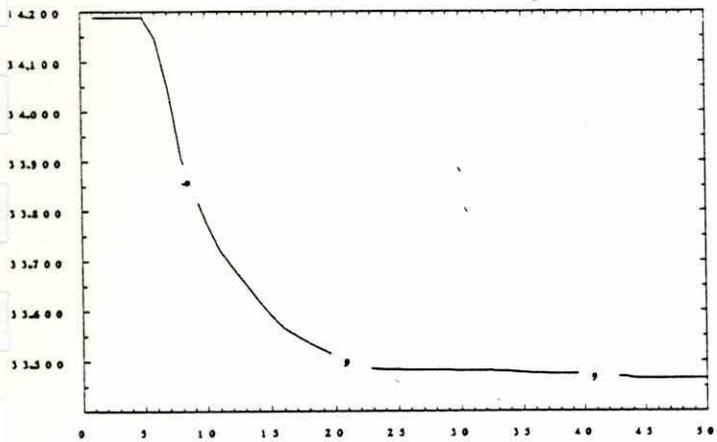


figure 13. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de mortes eaux de la boîte n°9 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

- a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.
- b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.
- c : seston minéral du fond (Kg).
- d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

présenter le niveau d'engraissement de la boîte d'estran elle est le lieu d'importantes sédimentations qui perturbent notablement les concentrations de la colonne d'eau à l'intérieur du cycle de marée (fig. 14 et 15) et sur une évolution à plus long terme (fig. 9c), au cours d'un même cycle ou de manière différée ces dépôts alternent avec des épisodes érosifs conséquents qui résulte de l'activation de l'hydrodynamisme sur une quantité importante de sédiment déposé (fig 14 et 15).

En résumé, la formulation actuelle des échanges verticaux régulés par les courants de marée affecte l'évolution du seston minéral dans l'espace (accentue les différences entre les boîtes) et dans le temps (modifie les fluctuations au sein d'une boîte) (fig. 9) et sera à même dans cette mesure de perturber les processus biologiques simulés qui en dépendent (voir introduction).

Le modèle dans son état actuel n'a pas la prétention de reproduire de manière réaliste les mécanismes sédimentaires sur le site de Marennes-Oléron, outre les simplifications déjà mentionnées cet outil n'a pas été soumis à une calibration sur des mesures du bassin et reste de part son mutisme sur l'action du vent un instrument incomplet. Ses deux étapes, développement puis consolidation sont un passage obligé pour une meilleure compréhension des mécanismes sédimentaires et par suite pour une représentation plus fidèle des concentrations particulières de l'eau et des processus biologiques qui en dépendent.

5. Simulation d'un processus biologique : la production de pseudo-fécès.

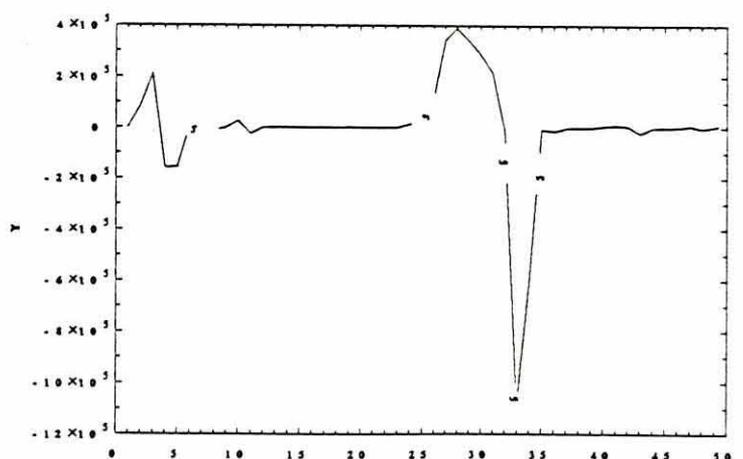
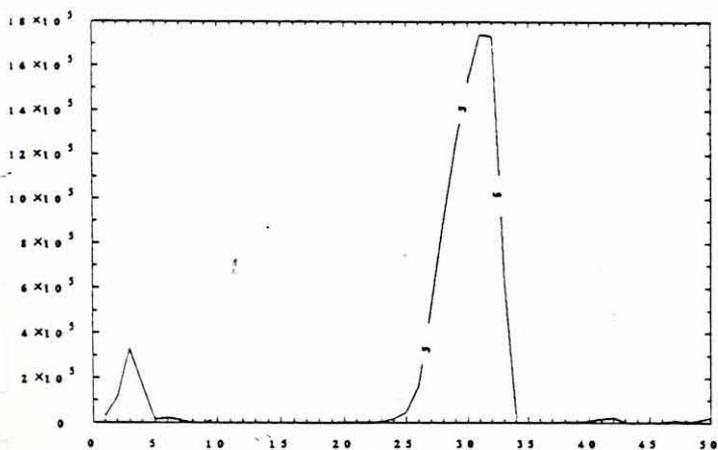
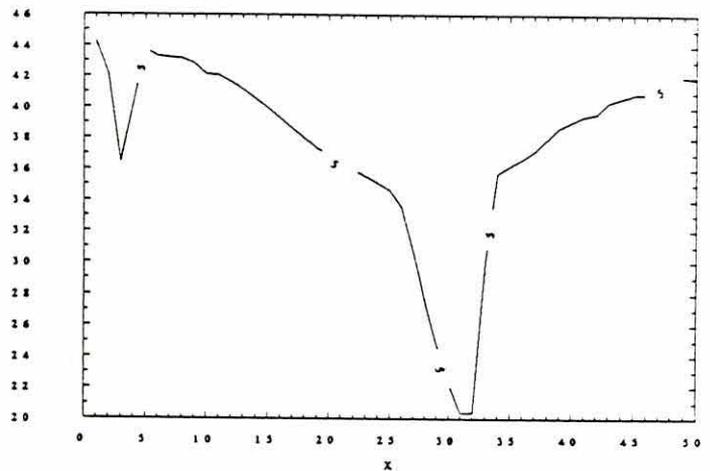
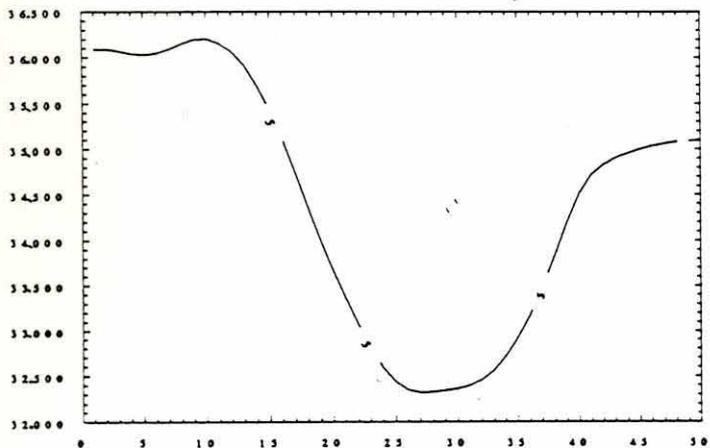


figure 14. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de vives eaux de la boîte n°5 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

- a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.
- b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.
- c : seston minéral du fond (Kg).
- d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

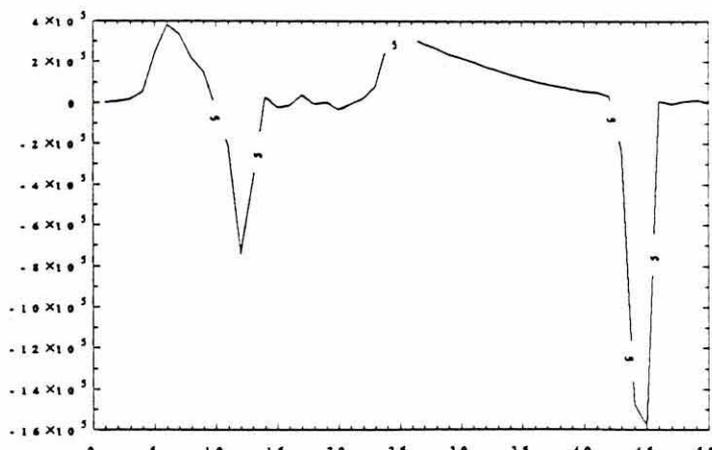
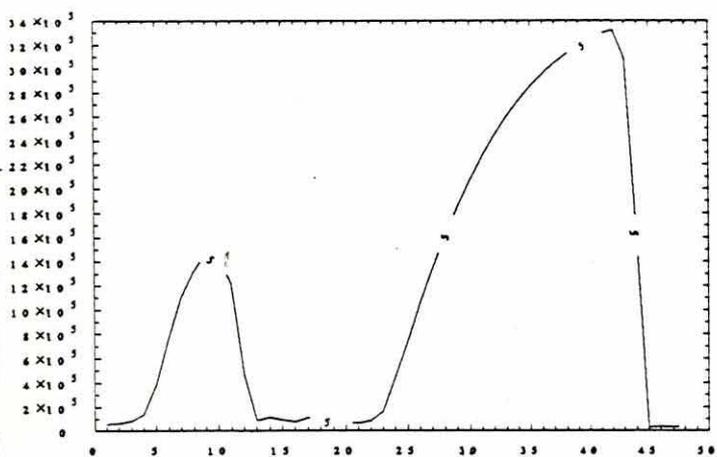
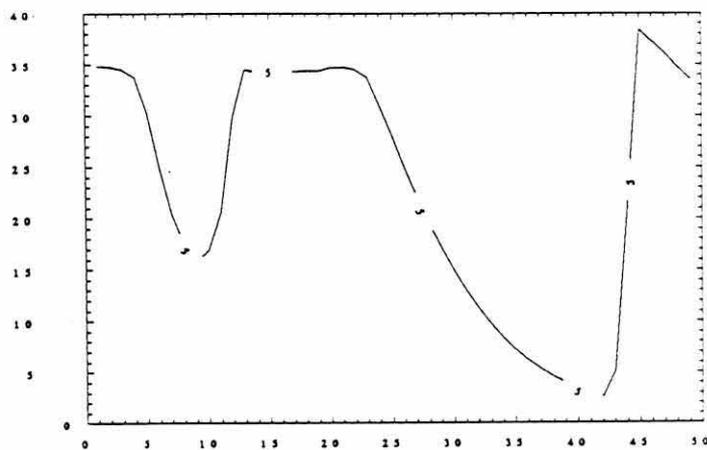
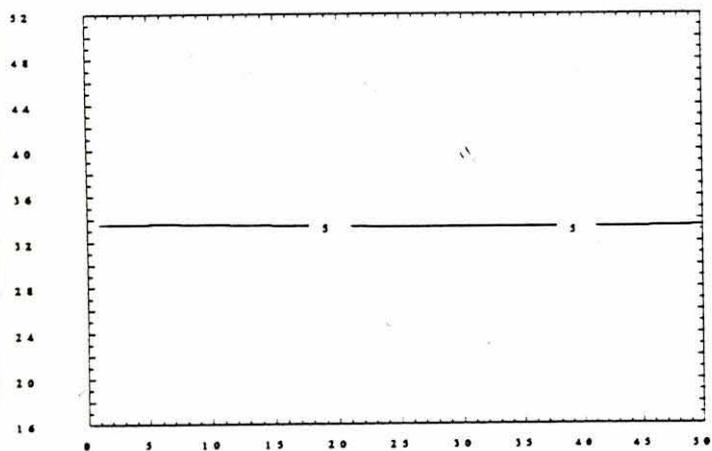


figure 15. Présentation détaillée des résultats des simulations précédentes (fig. 9) pendant un cycle de marée de mortes eaux de la boîte n°5 (1 champ de courants toutes les 15 minutes).

- a : seston minéral (mg/l) de l'eau sans transport vertical.
- b : seston minéral (mg/l) de l'eau avec transport vertical.
- c : seston minéral du fond (Kg).
- d : bilan sédimentaire (dépot-érosion (Kg))

Dans sa formulation mathématique la production de pseudo-fécès est une fonction de la consommation (voir modèle huitre), elle-même directement reliée à la concentration particulaire du milieu, et devient dans cette mesure tributaire des choix de représentation du transport particulaire.

a. Rappels sur la modélisation de l'activité nutritionnel du mollusque.

La quantité de seston prélevé par l'animal est le produit du taux de filtration par la concentration :

$$\text{Conso} = \text{Txfilt.} \cdot (\text{sesm} + \text{seso}) \text{ (mg/h)}$$

sesm, est la concentration de seston minéral (mg/l);

seso, celle de seston organique (mg/l).

Le taux de production de pseudo-fécès organique est estimé par la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Tpsfe} = & \text{Tpsfmax.} \cdot (1 - \exp(k1 \cdot (\text{seuil1} - \text{conso}))) \\ & + (1 - \text{Tpsfmax.}) \cdot (1 - \exp(k2 \cdot (\text{seuil2} - \text{conso}))) \end{aligned}$$

De manière plus explicite :

. si $\text{conso} < \text{seuil1}$, l'émission des pseudo-fécès est nulle.

.si $\text{seuil1} < \text{conso} < \text{seuil2}$, le taux de production suit une loi exponentielle qui tend asymptotiquement vers Tpsfmax.

.si $\text{conso} > \text{seuil2}$, le taux de production varie entre tpsfmax et 1.

Le taux d'ingestion organique est obtenu par différence :

$$\text{Tingo} = \text{Conso} \cdot (1 - \text{Tpsfe})$$

Les valeurs des coefficients de ces équations sont exposés au chapitre "modélisation de l'activité nutritionnelle et de croissance de l'huitre japonaise *Crassostrea gigas*".

b. Présentation des simulations

Le matériel particulaire constitué d'éléments organiques et minéraux est injecté journalièrement aux frontières du modèle. Au cours du temps et dans chacune des boîtes la concentration de chacun de ces éléments, qui est calculés d'après les lois physiques de transports horizontaux (advection) et de transports verticaux (érosion et dépôt) s'il y a lieu, permet d'estimer le taux de production de pseudo-fécès et l'ingestion d'un individu de 1 gramme de poids sec. L'ingestion est intégré dans le temps pour fournir une appréciation des effets à longs termes des variations particulières sur la biologie.

Les réponses biologiques sont examinées avec et sans échange sédimentaires et pour deux échelles de variation temporelle des charges sestoniques : celle du cycle de marée (12.5h), et celle inhérente au modèle instantané d'advection (15 mn). Ce dédoublement de l'étude comparative est commandé d'un côté par l'impact des mécanismes sédimentaires sur les fluctuations particulières à l'intérieur du cycle de marée (voir les simulations précédentes) qui pourrait se répercuter sur la biologie compte tenu de la non linéarité de ses lois et d'autre part par la méconnaissance du comportement de nutrition du mollusque face aux variations de fréquence de la nourriture, les mesures de temps de transit de la nourriture

dans l'estomac qui renseignent sur ce problème varient entre 30 heures (Bayne et al., 1987) et 1/2 heure (Deslou-paoli, pers com).

c. Résultats et discussion

Sur des valeurs moyennes de seston :

Dans les boîtes 1 et 5 les variations des teneurs sestoniques (fig. 16 et 17) induites par la représentation des mécanismes sédimentaires influent peu sur celles des taux de production de pseudo-fécès (fig. 18) dont la valeur avoisine le plus souvent 0.4. En conséquence et pour ces deux boîtes du bassin l'ingestion (fig. 19) se trouve directement reliée aux teneurs organiques. Les échanges avec le fond induisent une augmentation de la variance des taux d'ingestion sans pour autant en modifier la moyenne. Cette accentuation des fluctuations n'étant pas suffisante pour faire varier la valeur de T_{psfe} , l'ingestion cumulée (fig. 20) suit une évolution qui ne dépend pas du transport vertical des particules. Dans la boîte d'estran (n°9) les modifications de l'évolution chronologique du matériel particulaire que produisent les échanges avec le fond (fig. 16 et 17) génèrent un comportement pré-ingestif différent (fig. 18), avec l'apparition répétée de phase de forts rejets et d'épisodes moins selectifs. De ceci découle une similarité moins évidente, que celle observée pour les deux autres boîtes, entre l'évolution des taux d'ingestion et celle de la nourriture (seston organique). Malgré tout la répercussion sur

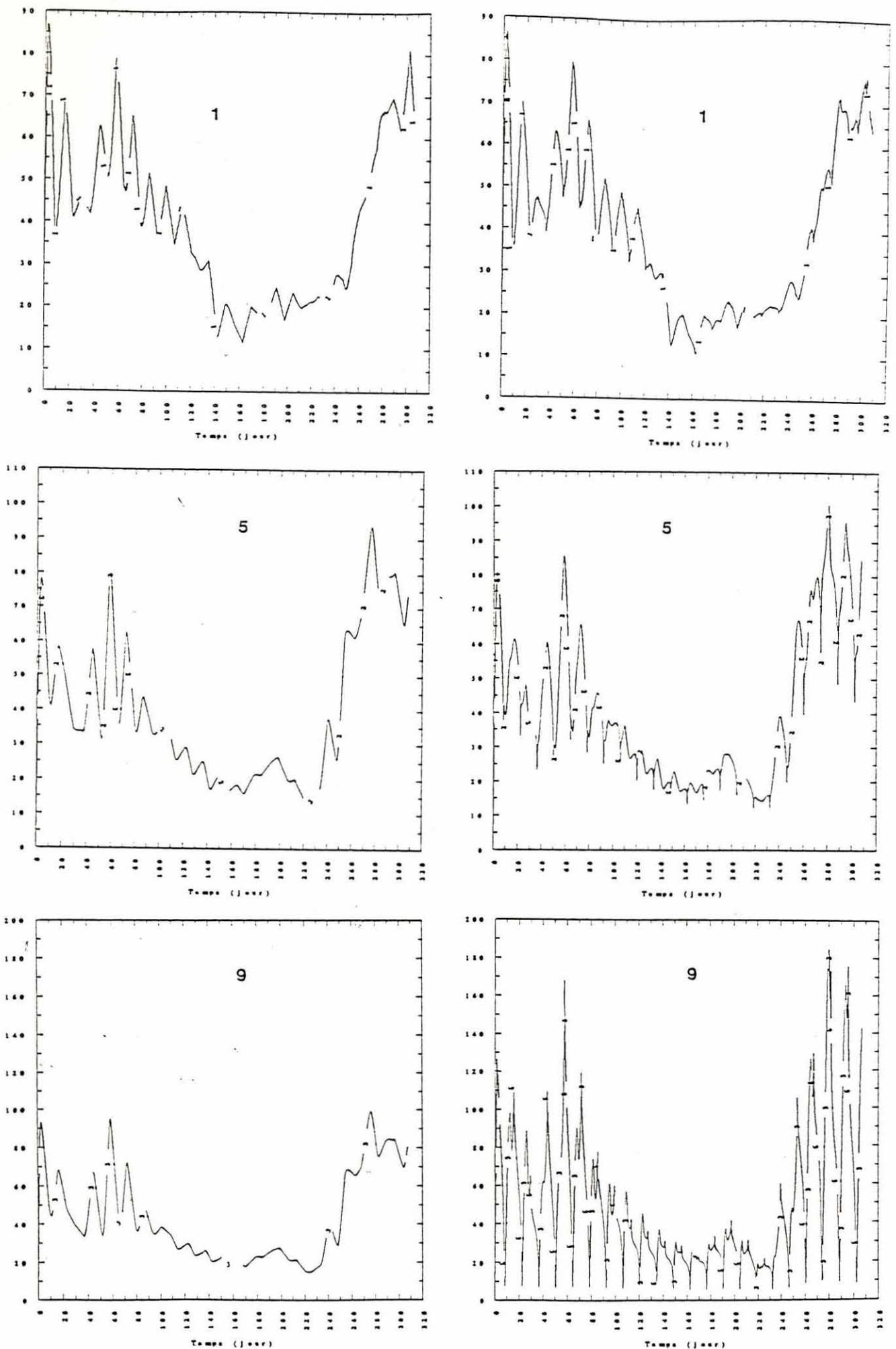


figure 16. Simulation de l'évolution annuelle du seston minéral (mg/l) dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite). Sortie moyennée sur 1 cycle de marée (12.5 h)

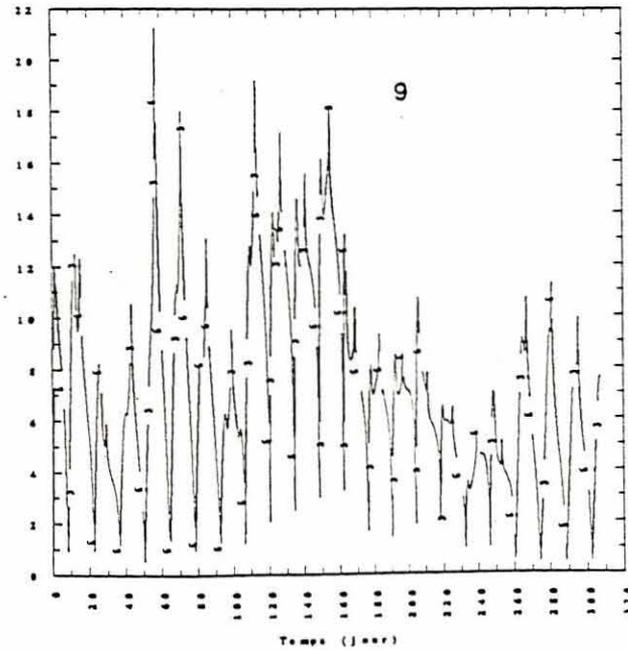
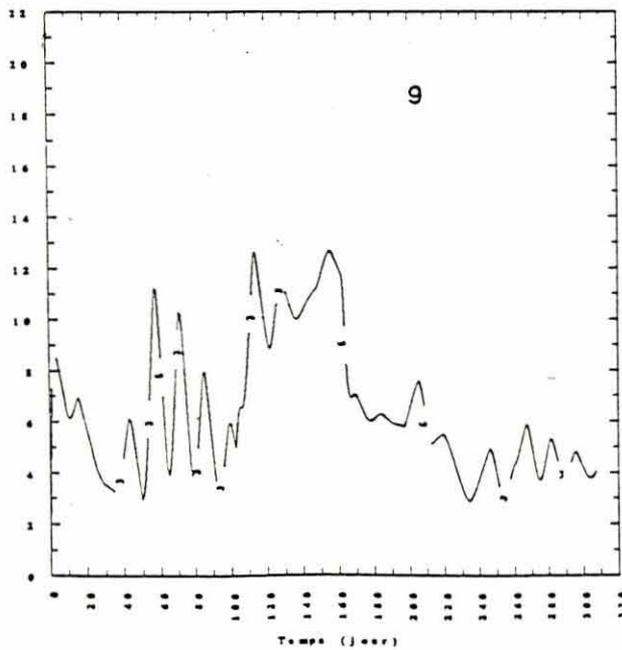
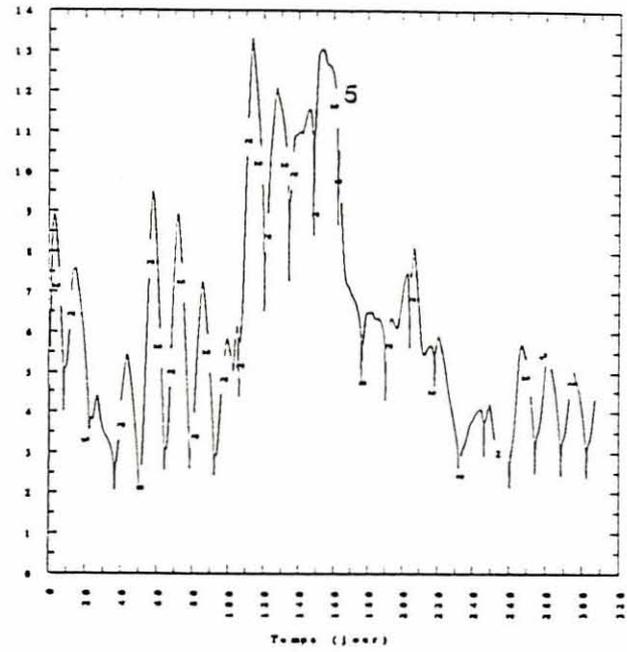
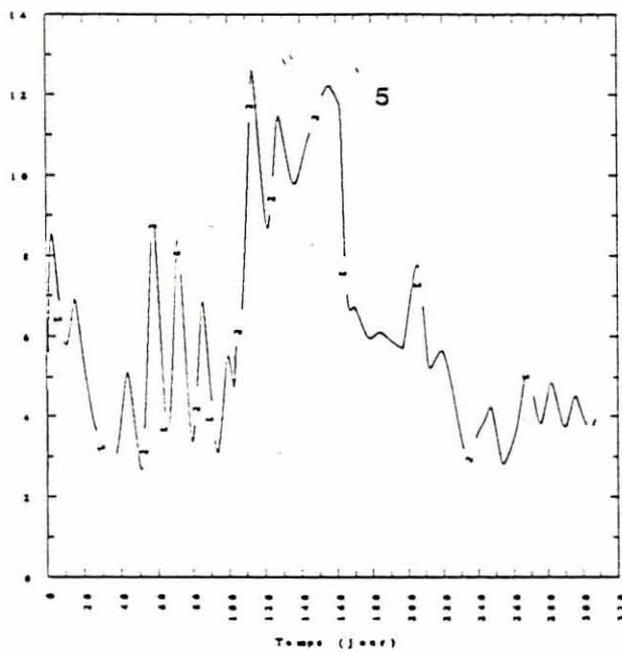
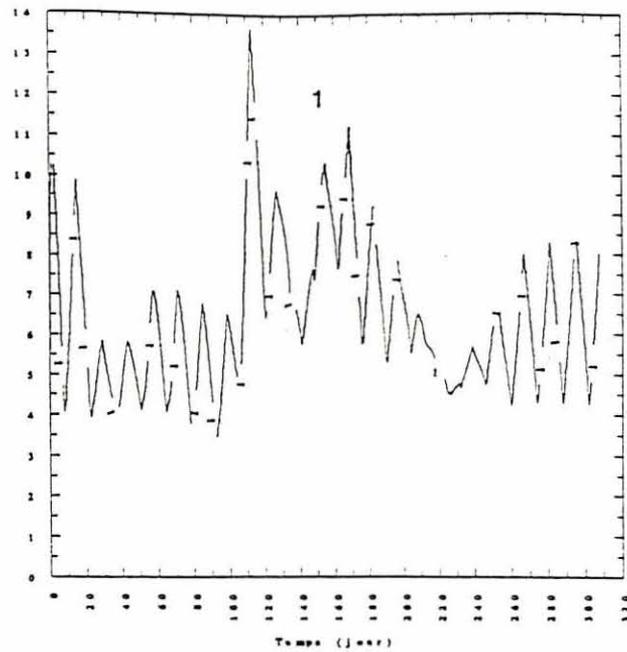
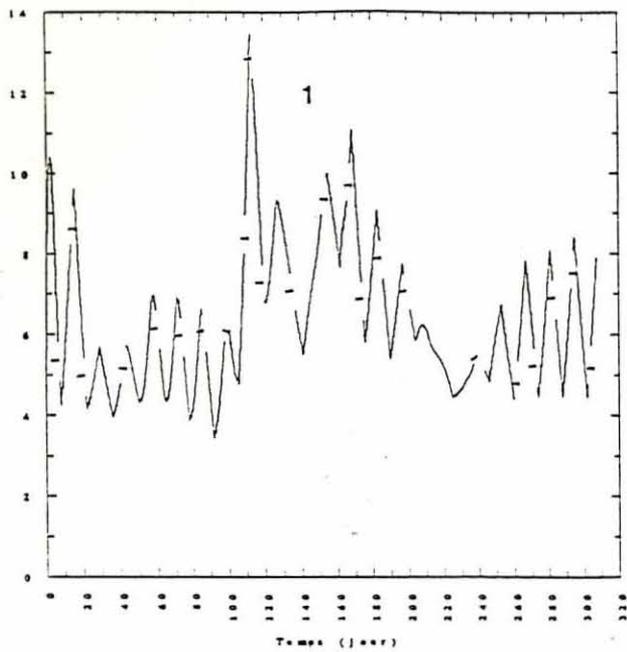


figure 17. Simulation de l'évolution annuelle du seston organique (mg/l) dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite). Sortie moyennée sur 1 cycle de marée (12.5 h)

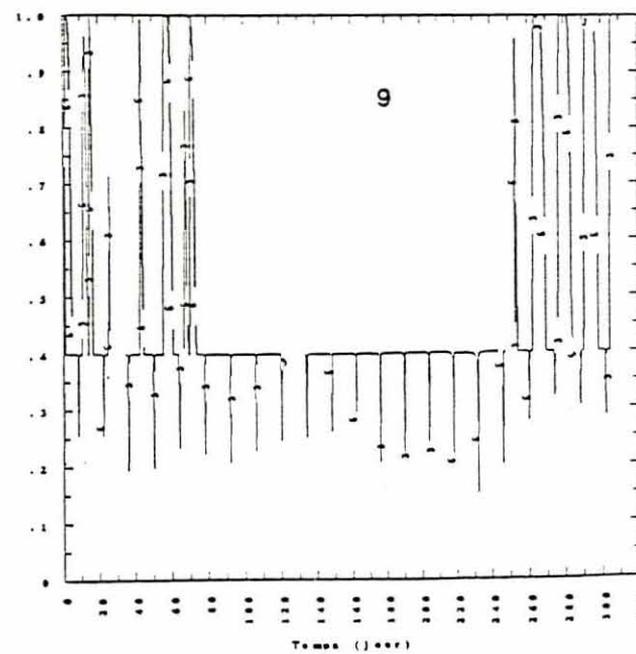
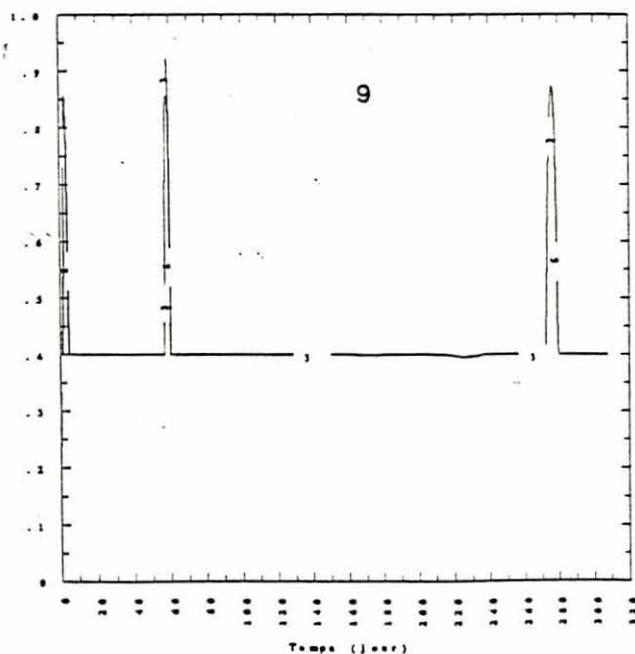
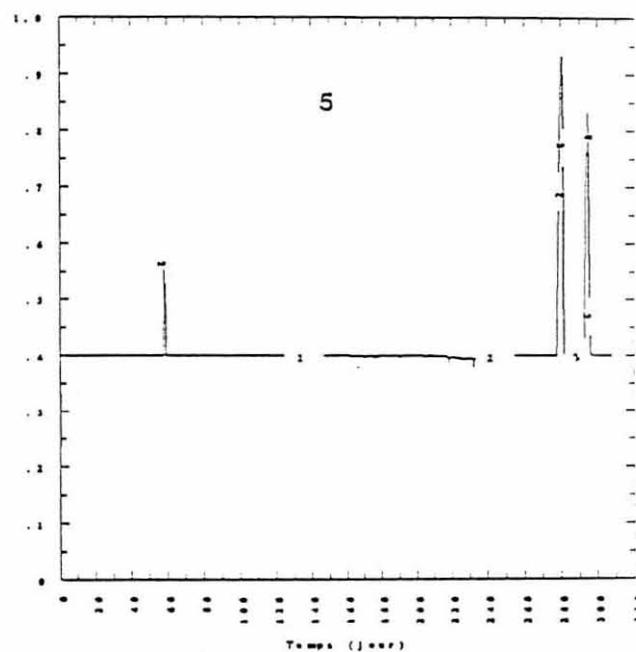
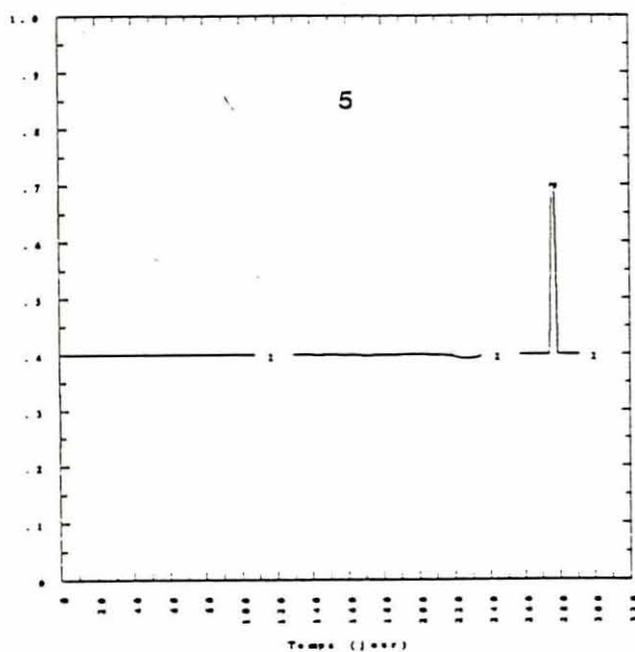
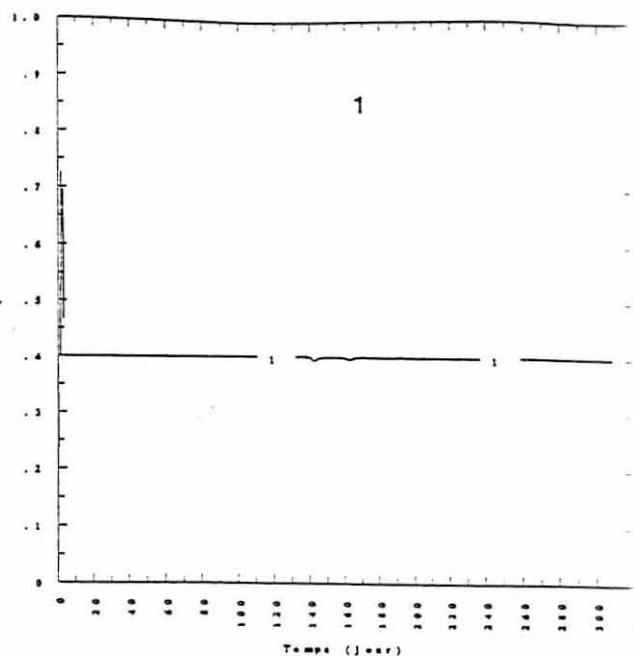
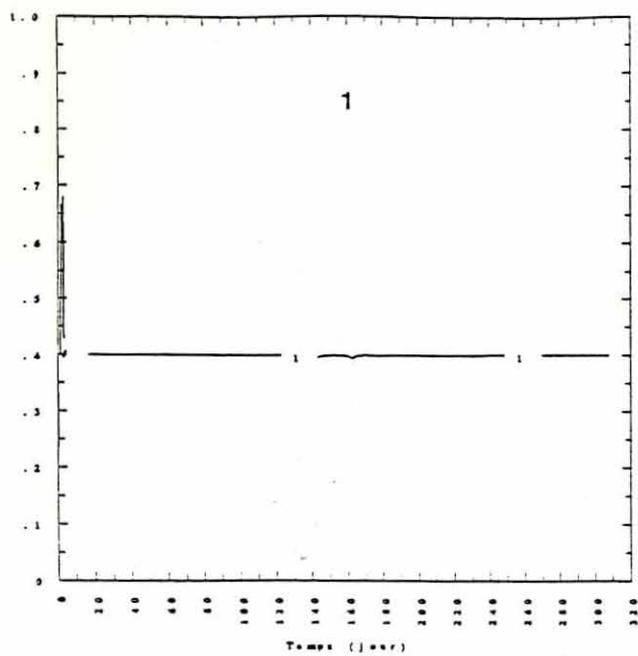


figure 18. Calcul du taux de production de pseudo-fécès organique dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs de seston (minéral et organique) moyennées sur la marée.

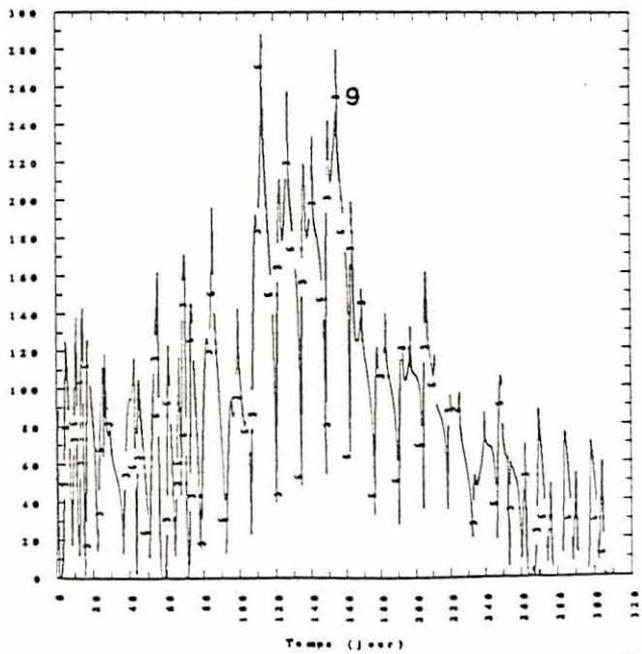
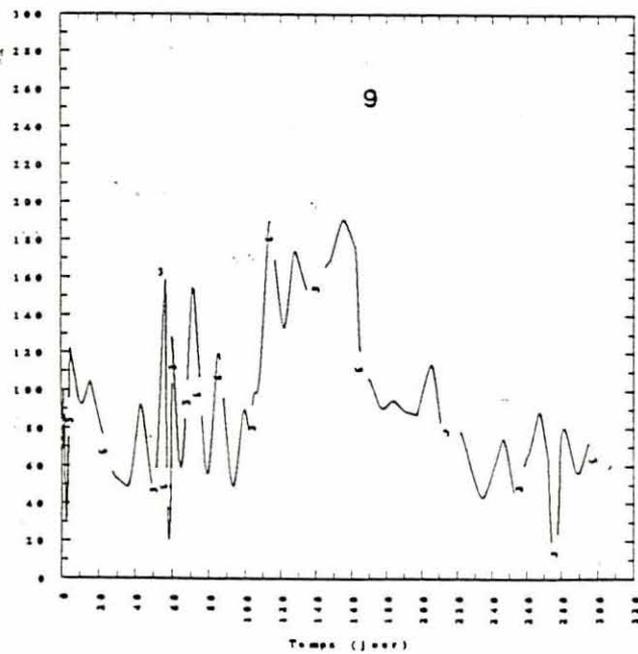
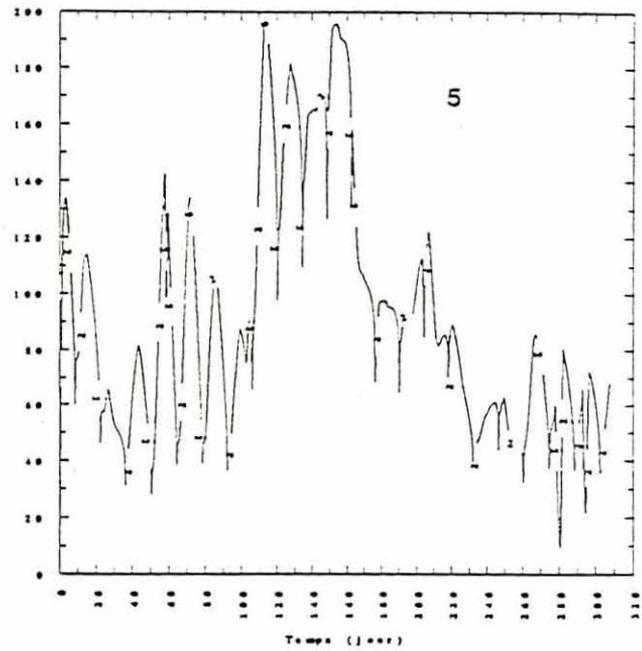
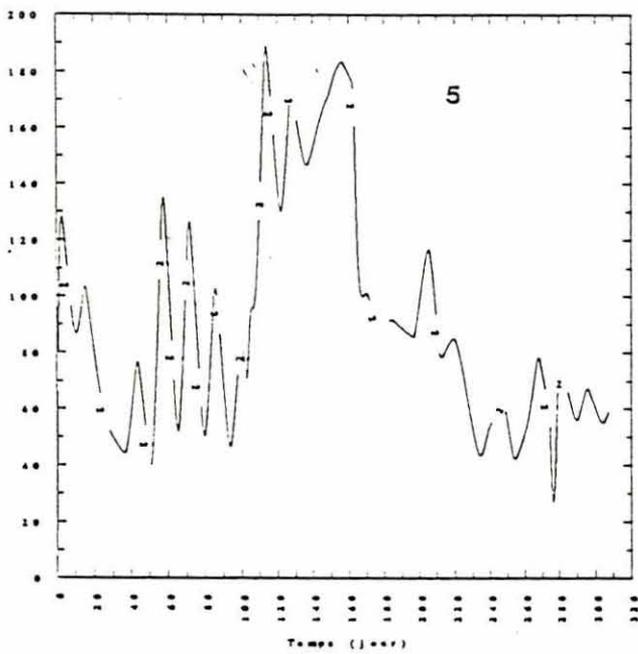
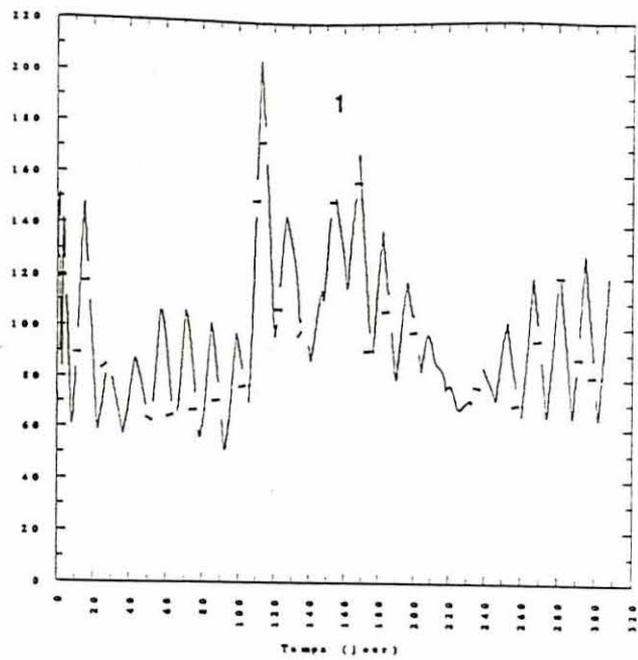
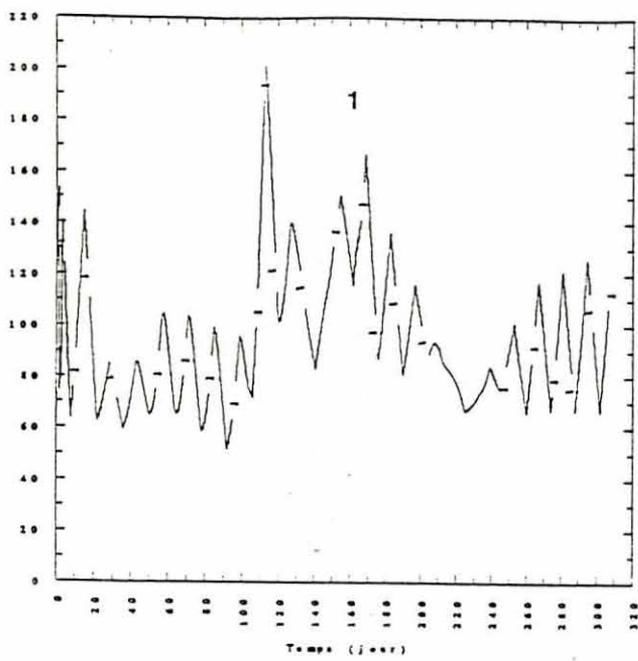


figure 19. Calcul du taux d'ingestion de seston organique (mgPs/12.5h) dans les boites 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs de seston moyennées sur la marée.

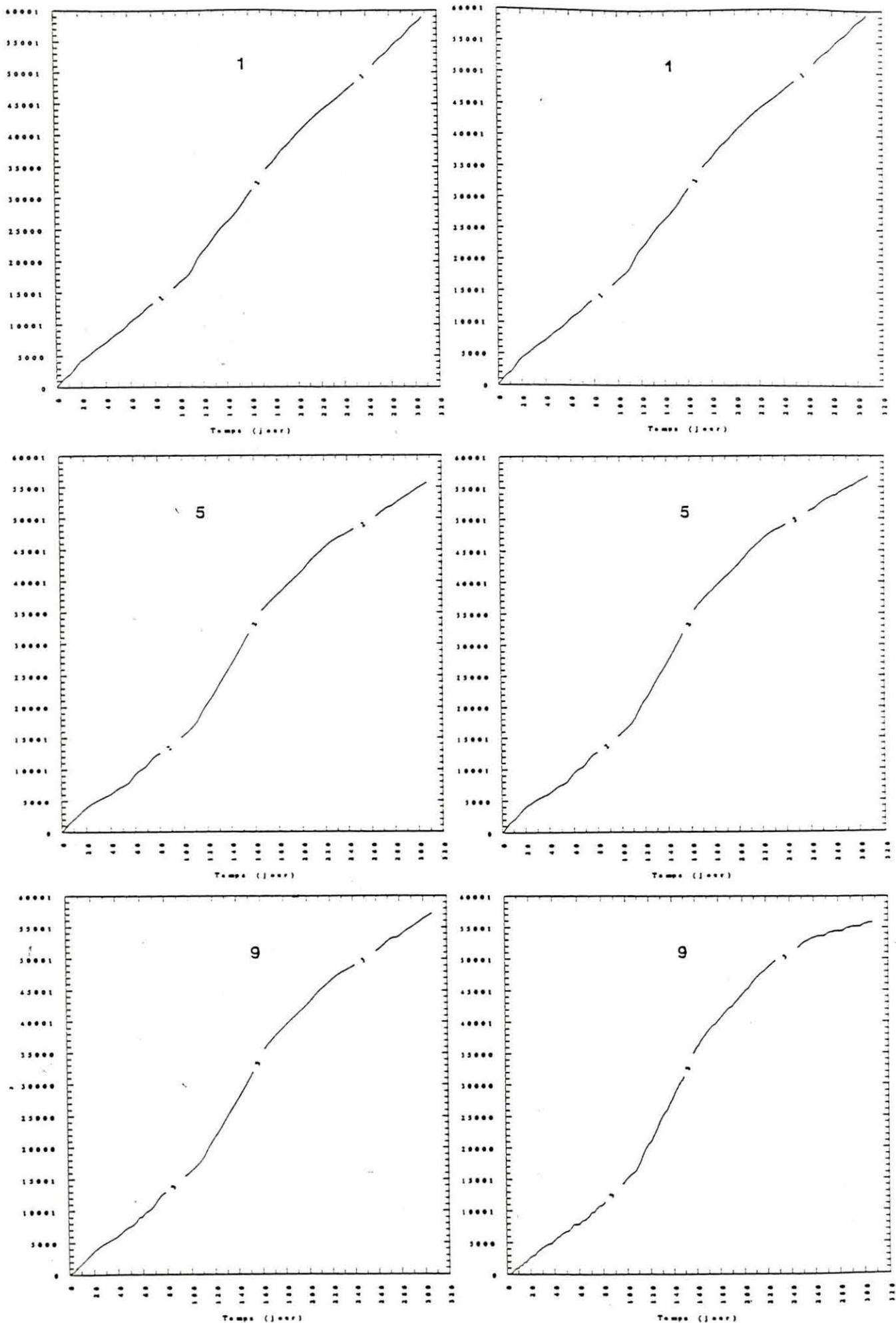


figure 20. Calcul du taux d'ingestion cumulé de seston organique (mgPs) dans les boites 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs de seston moyennées sur la marée.

les valeurs cumulées d'ingestion reste faible (fig. 20) et ne s'observe que pour les fortes turbidités de fin d'année.

Sur des valeurs instantannées de seston :

Pour des raisons de commodités informatiques (taille fichier et temps calcul) la durée des simulations est réduite à 30 jours.

Nous passerons rapidement sur le cas de la boîte n°1 qui enregistre un impact très faible du transport vertical sur l'évolution de ses constituants particuliers à l'intérieur du cycle de marée (fig. 21 et 22) et qui par conséquence ne présente pas de modifications notables dans les réponses biologiques. Il en va différemment de la boîte centrale du bassin, dont les concentrations de seston minéral (fig.21) peuvent atteindre en présence de transports verticaux des valeurs qui intensifient la pseudo-egestion (fig. 23) et affectent l'ingestion (fig. 24) ou au contraire qui diminuent la selectivité pré-ingestive et stimulent l'ingestion. Ces perturbations demeurent insuffisantes toutefois (dans leur durée et leur intensité) pour asservir l'évolution de l'ingestion cumulée ainsi que sa valeur finale (fig. 25).

La zone d'estran représentée par la boîte n°9 montre des amplitudes de variation de ses teneurs particulières particulièrement importantes si on simule le transport vertical de la matière (fig.23 et 24). Dans ce milieu stressé à haute fréquence les gammes de concentrations rencontrées sont telles que la biologie modélisée, en

l'occurrence le taux de production de pseudo-fécès, affiche une variation perpétuelle dans ses réponses (fig. 23). La tendance globale penche en faveur des phases d'activation des rejets comme en témoigne le rabaissement très marqué de la courbe simulée de l'ingestion cumulée (fig. 25).

De ces deux études il ressort que d'une manière générale l'augmentation de la variance de la concentration de seston et celle de sa variabilité induite par la simulation des échanges sédimentaire entre la masse d'eau et le fond n'a que peu d'effets à long terme sur le comportement de nutrition dans sa phase pré-ingestive exception faite des fluctuations particulièrement violentes et sans doute irréalistes enregistrées sur l'estran (boite n°9). Mais il ne s'agit que d'un exemple d'application des lois d'érosion et de dépôt et nous nous garderons de tirer des conclusions définitives d'après ces résultats.

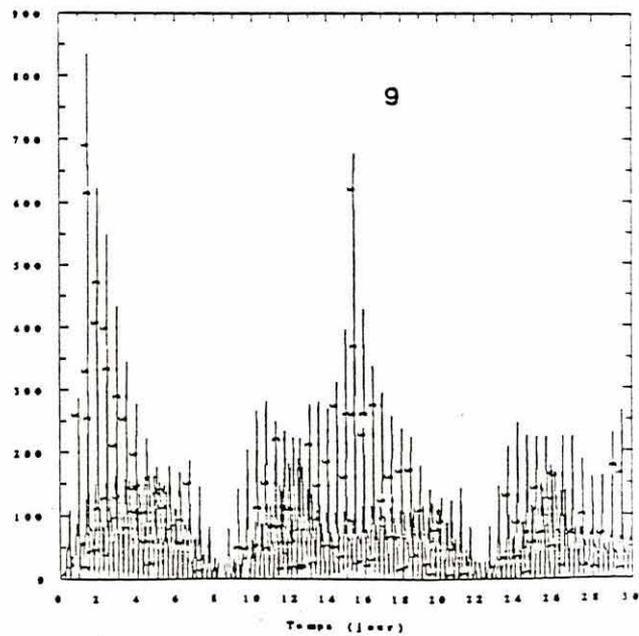
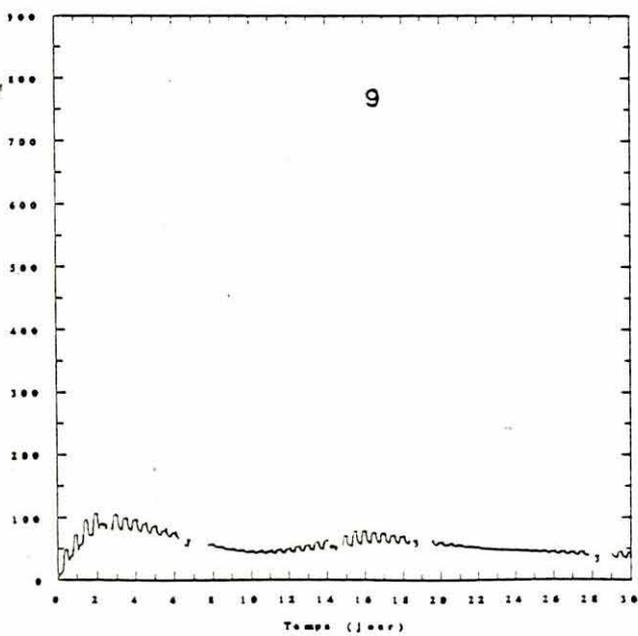
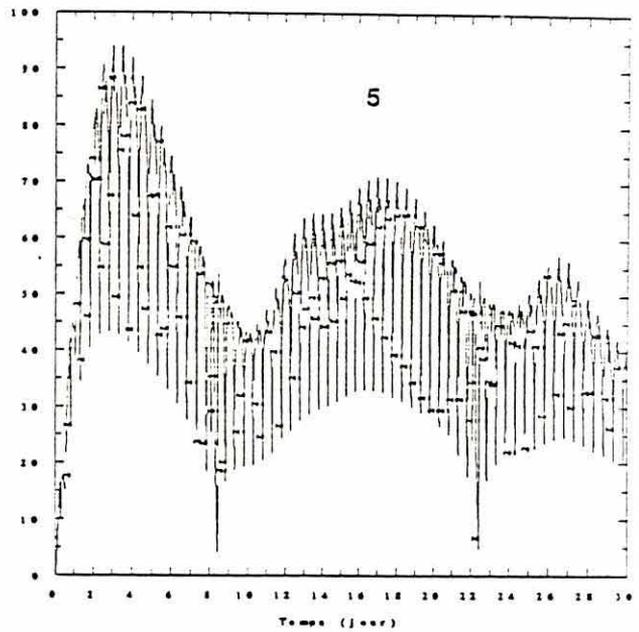
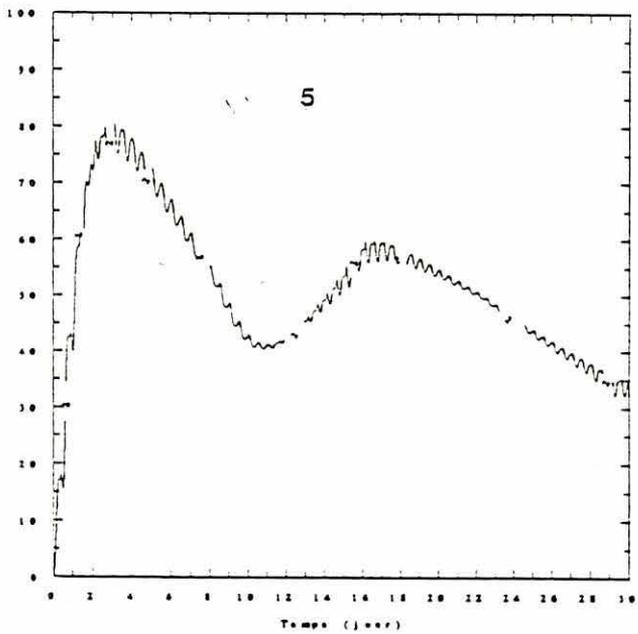
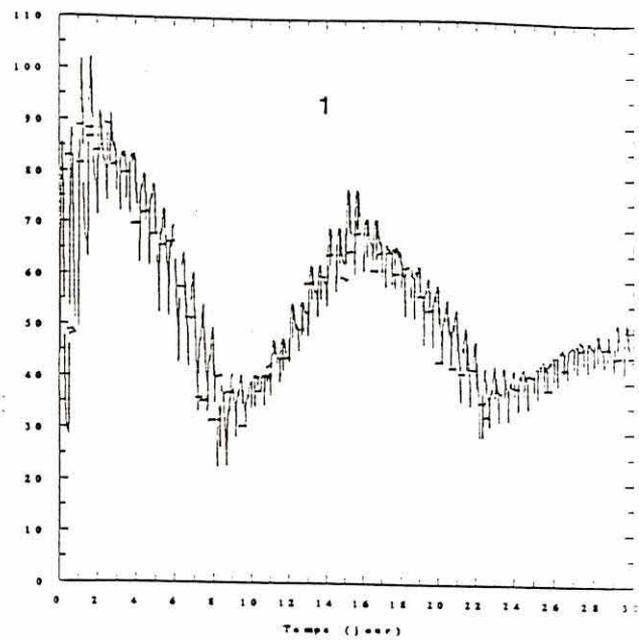
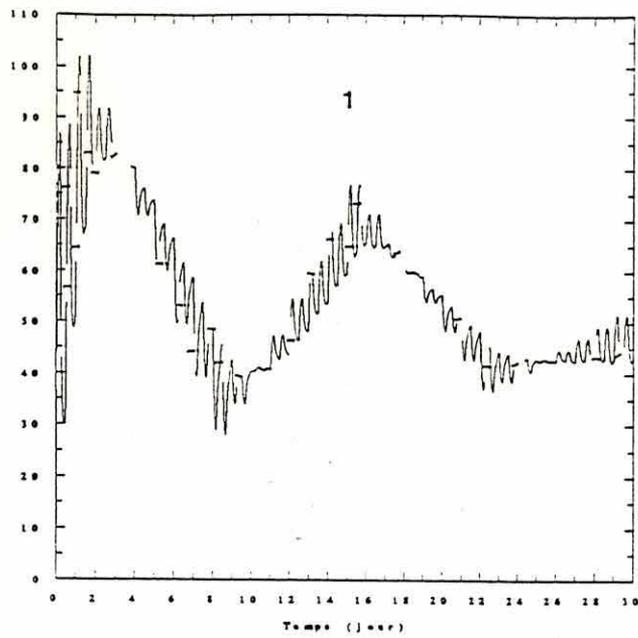


figure 21. Simulation de l'évolution annuelle du seston minéral (mg/l) dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite). La fréquence de sortie est d'une 1/2 heure.

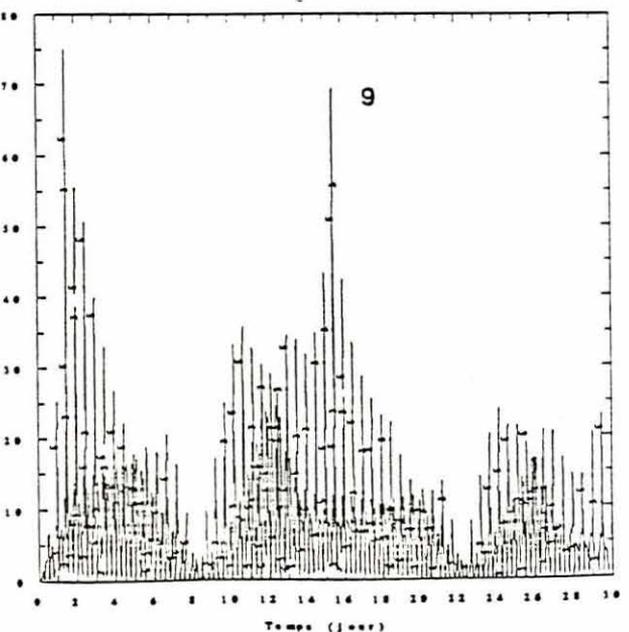
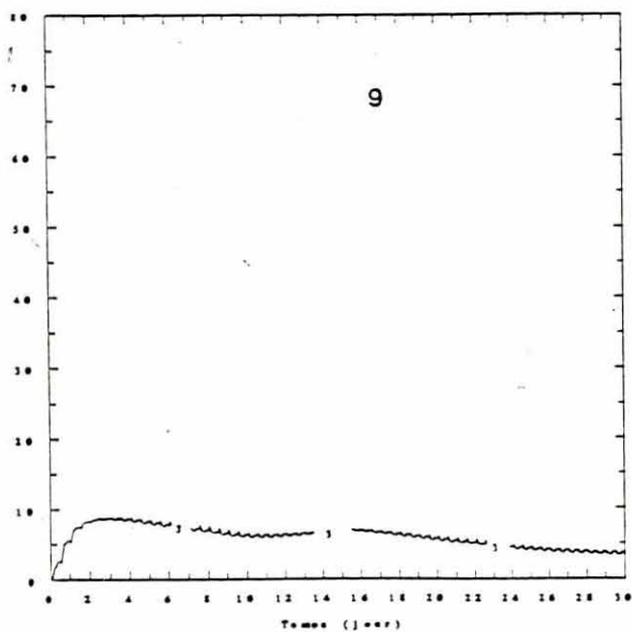
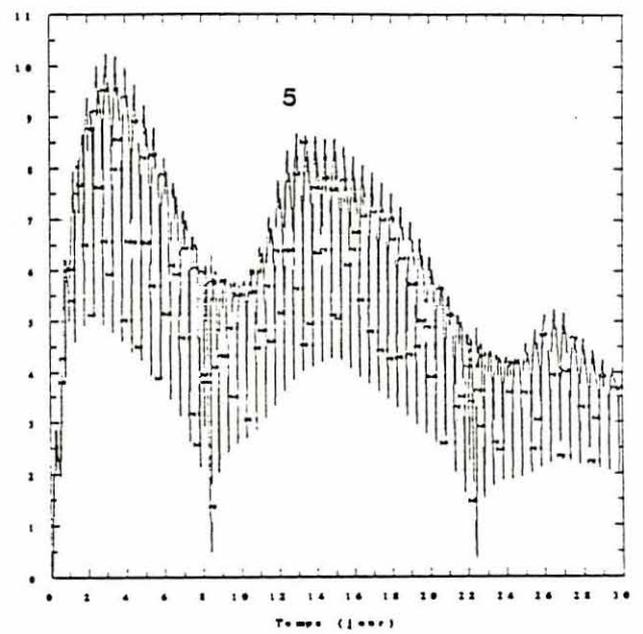
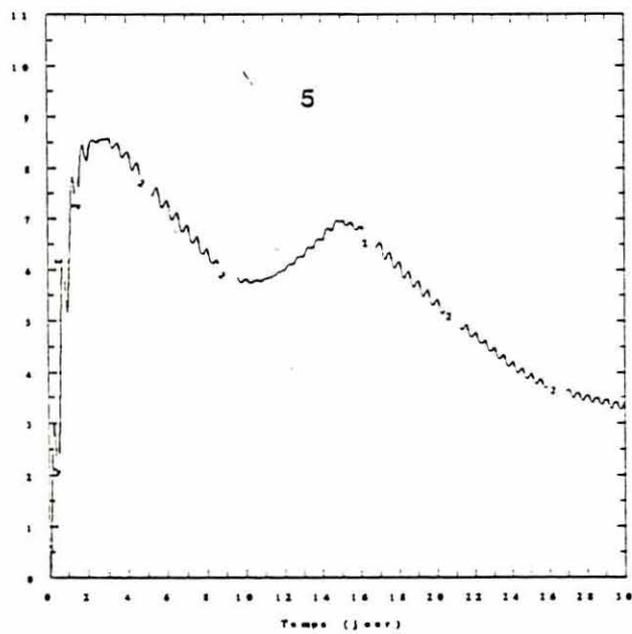
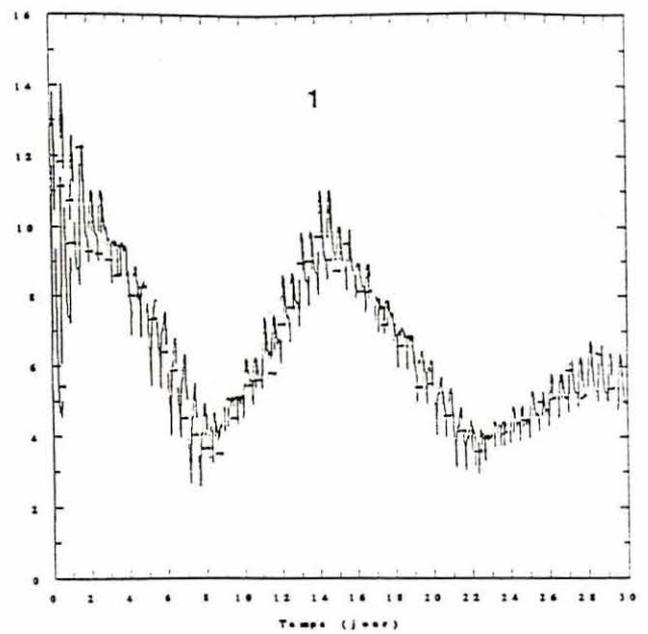
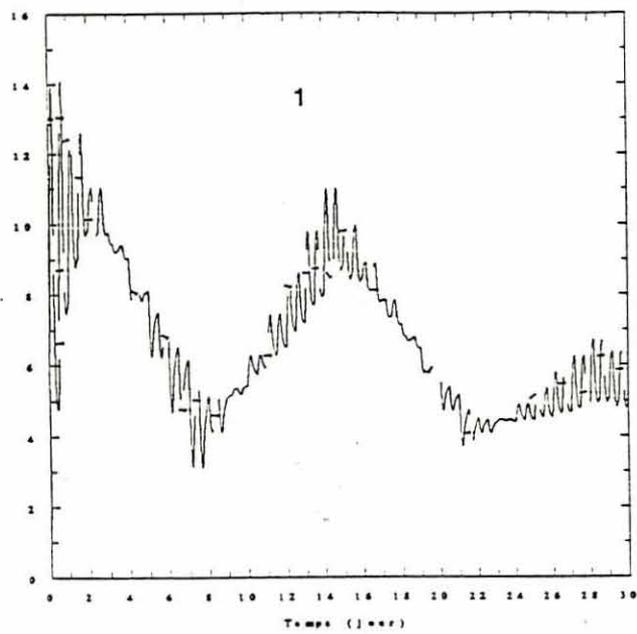


figure 22. Simulation de l'évolution annuelle du seston organique (mg/l) dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite). La fréquence de sortie est d'une 1/2 heure.

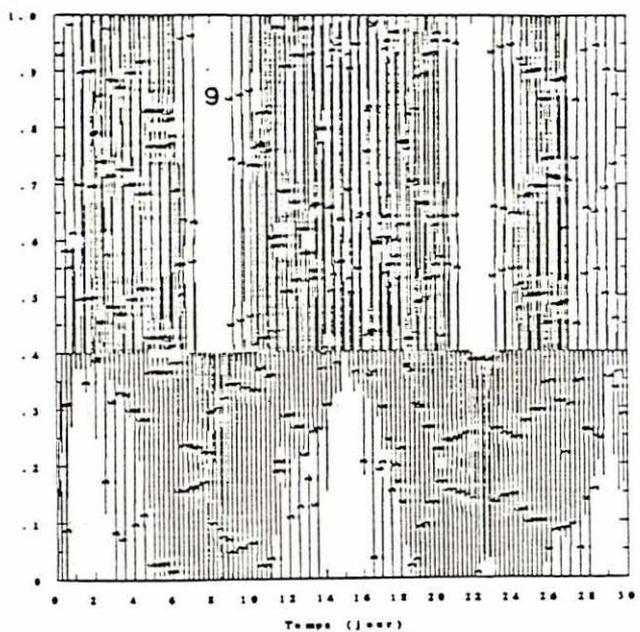
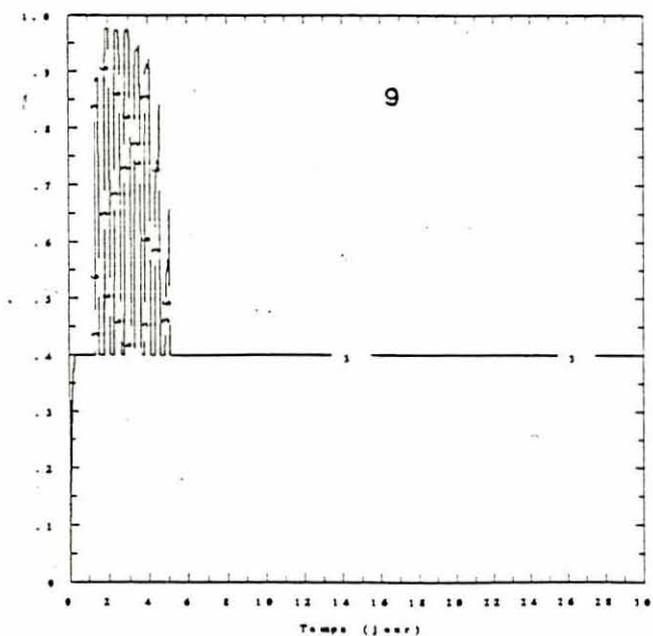
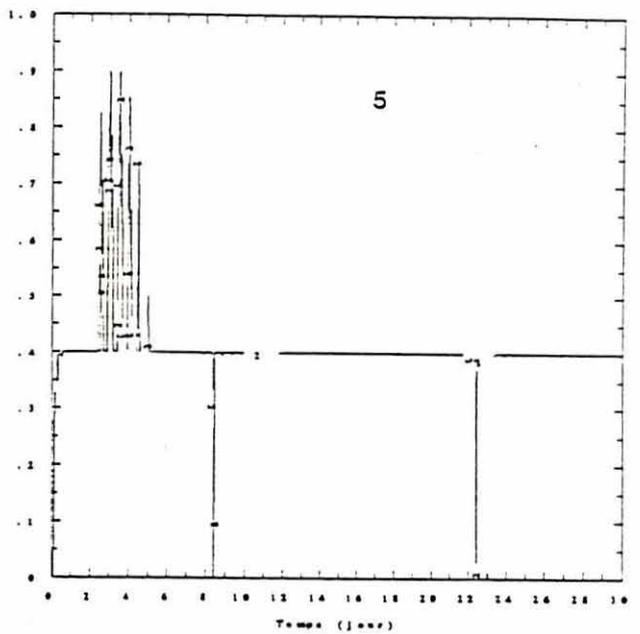
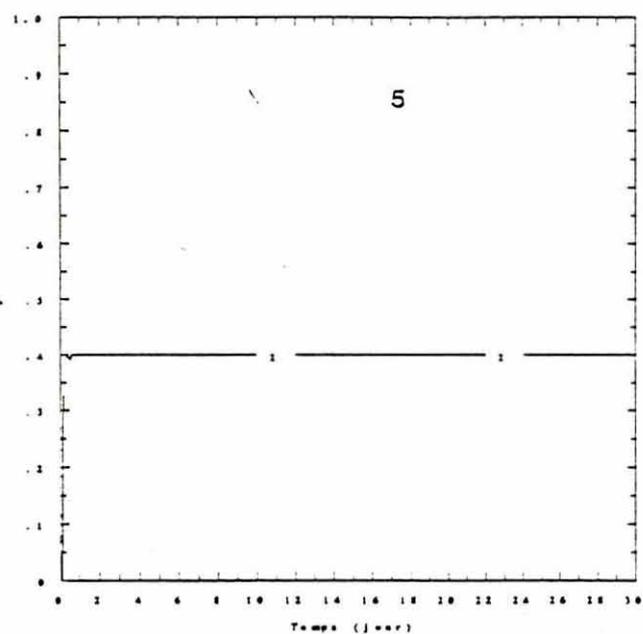
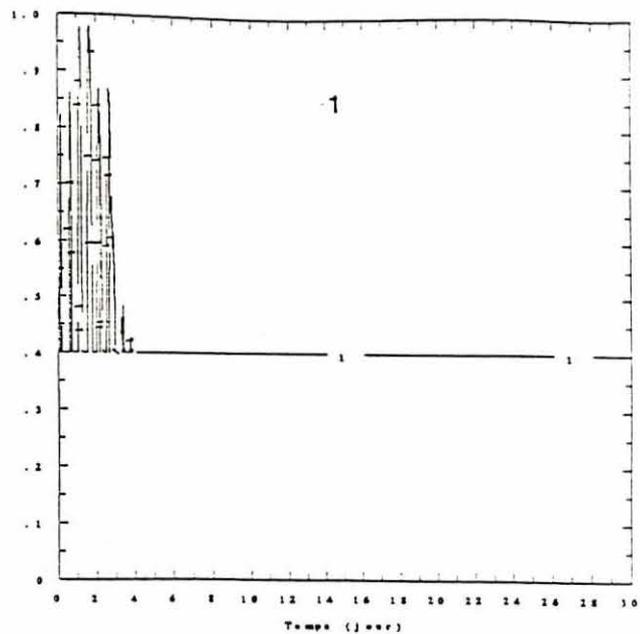
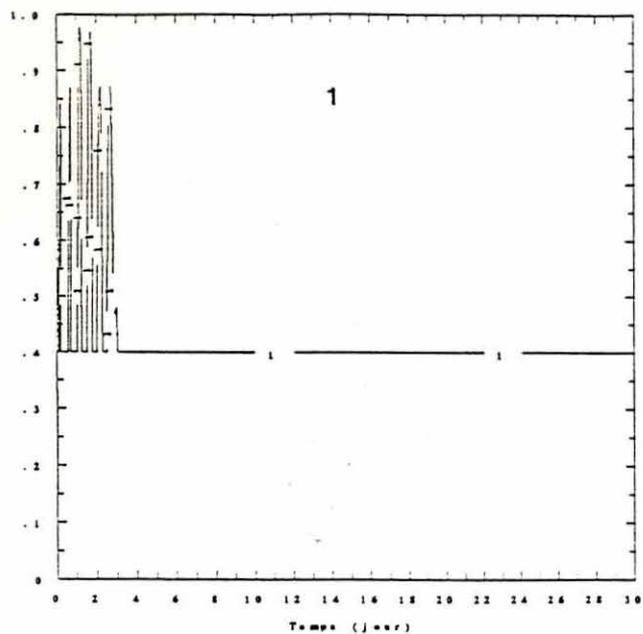


figure 23. Calcul du taux de production de pseudo-fécès organique dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs instantannées de seston (minéral et organique).

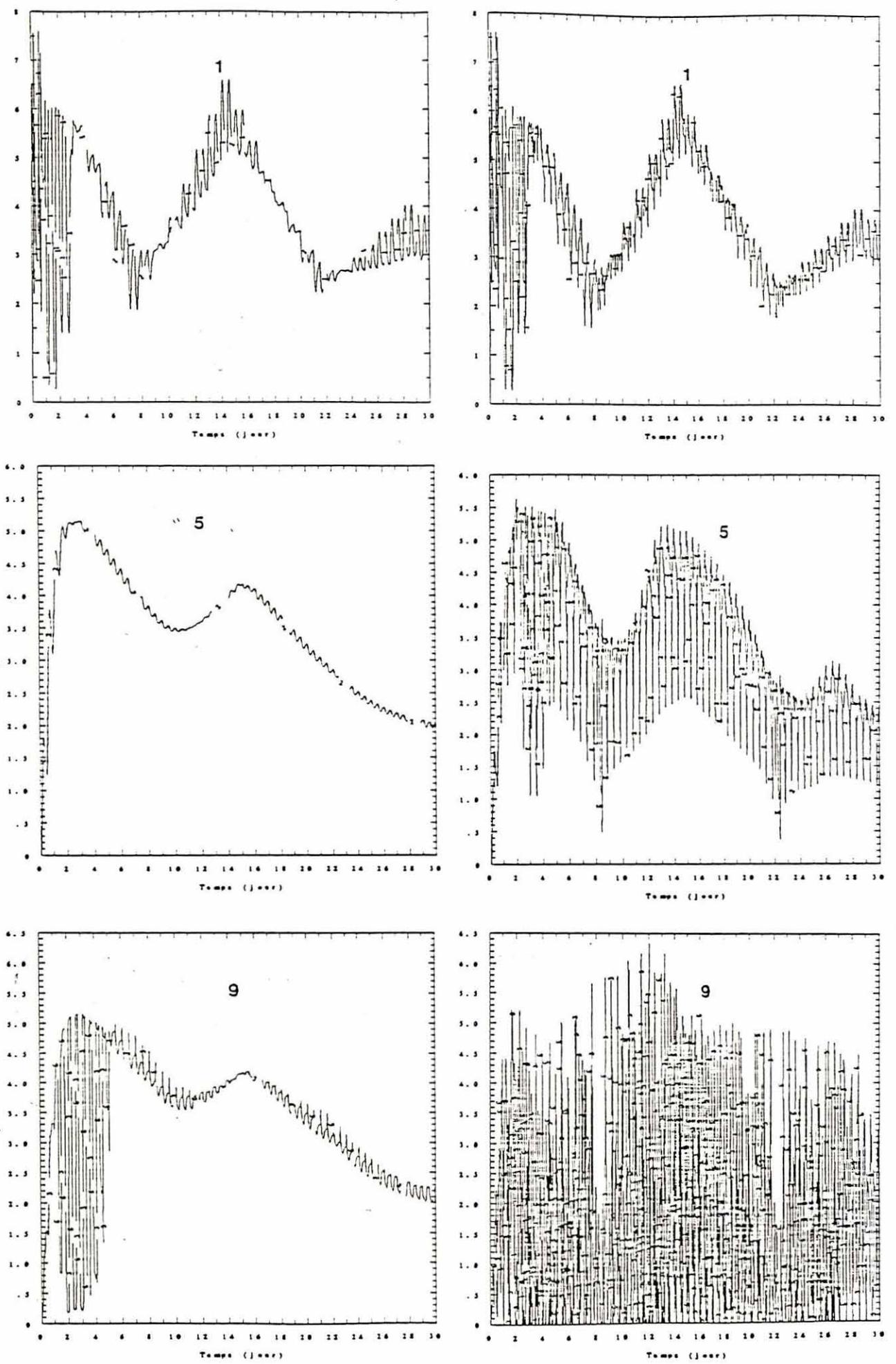


figure 24. Calcul du taux d'ingestion de seston organique (mgPs/h) dans les boites 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs intantannées de seston.

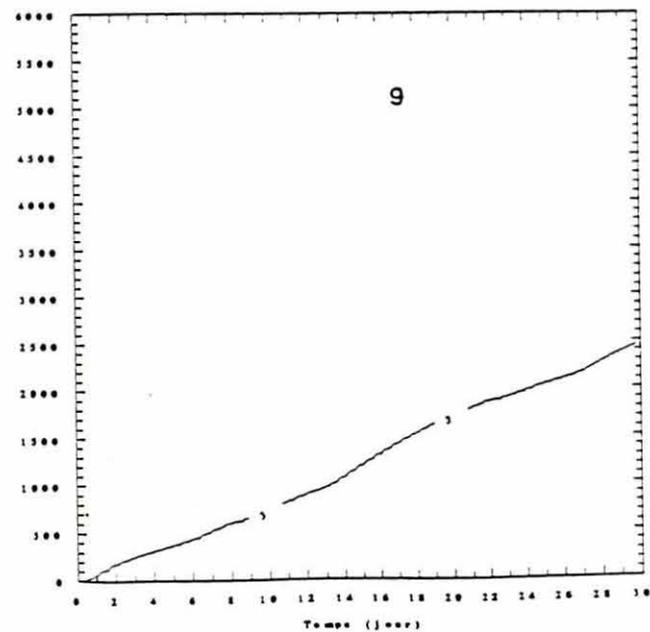
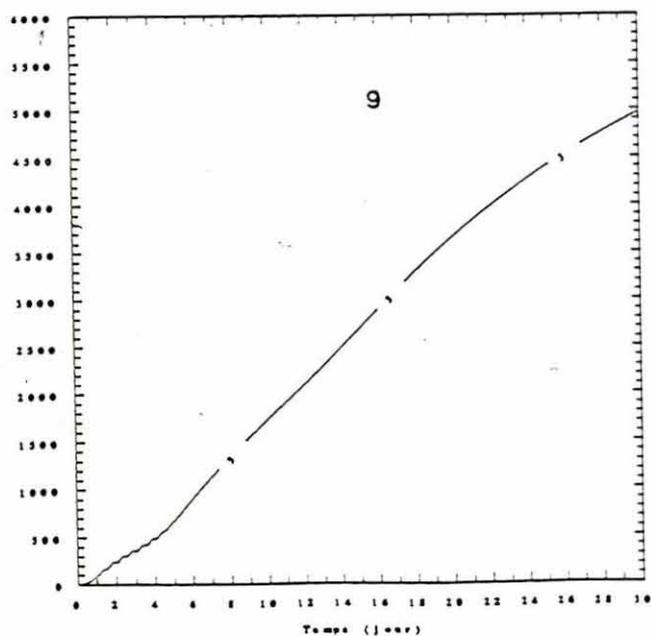
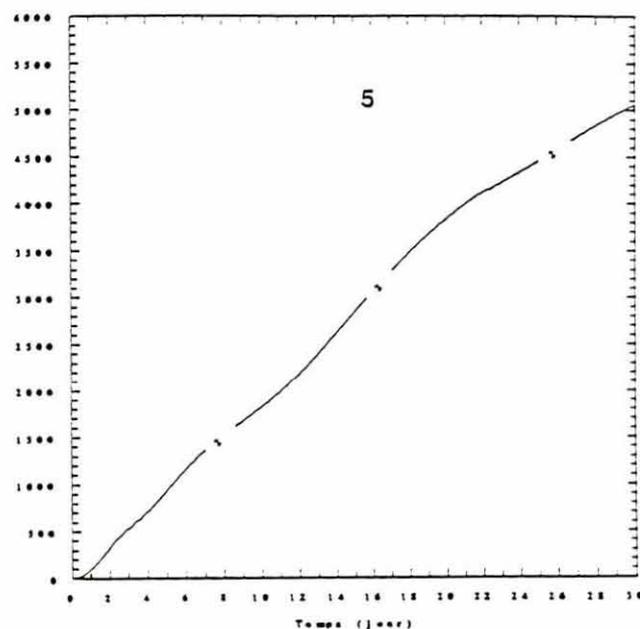
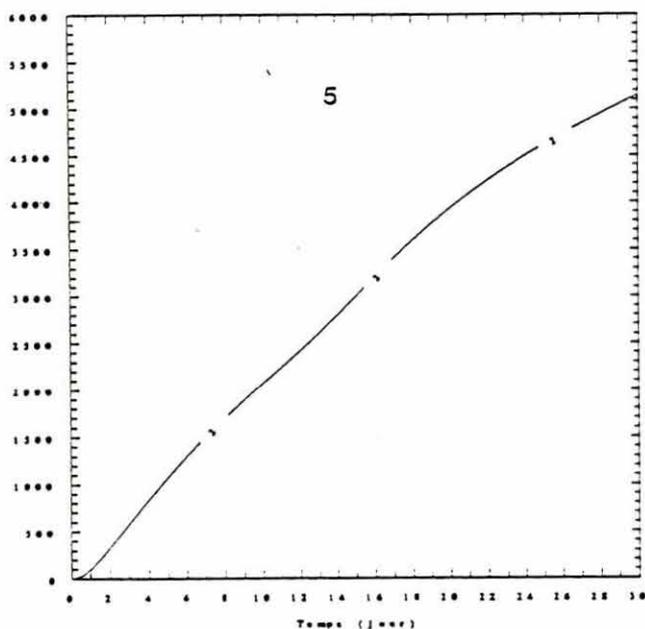
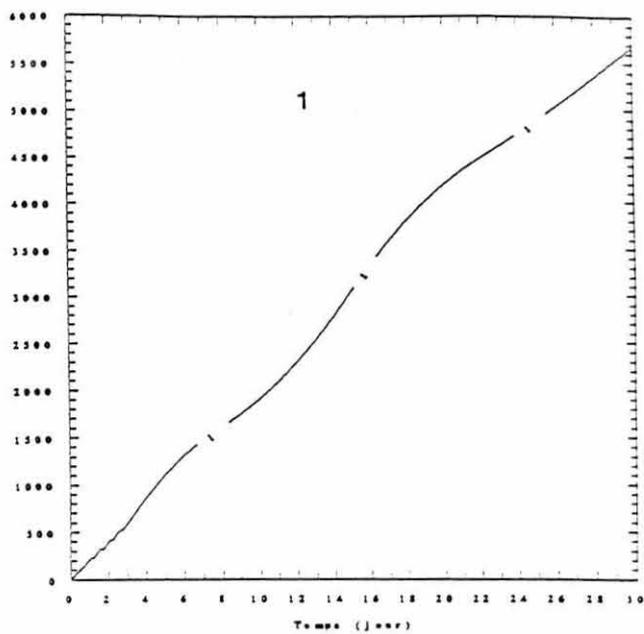
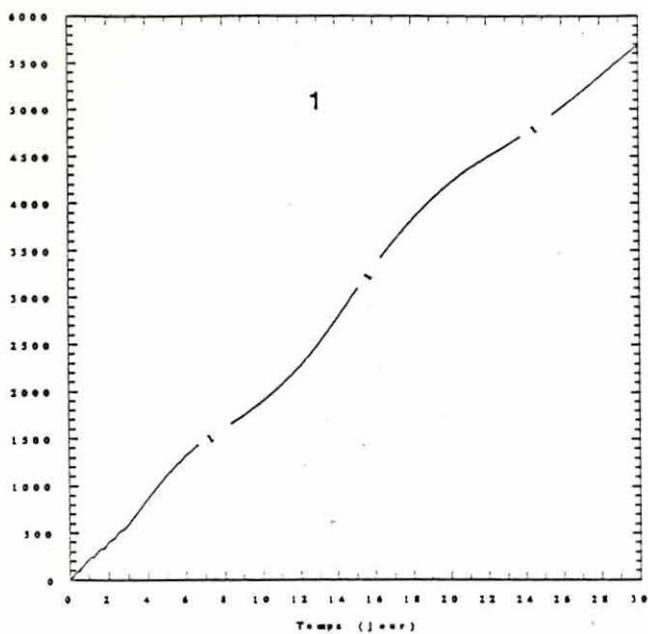


figure 25. Calcul du taux d'ingestion cumulé de seston organique (mgPs) dans les boîtes 1, 5, 9 sans transport vertical (à gauche) et avec transport vertical (à droite) sur des valeurs instantanées de seston.

BIBLIOGRAPHIE

- Bacher C., 1989. Etude de la capacité trophique du bassin de Marennes-oléron : utilisation d'un modèle couplé de transport particulaire et de croissance de l'huitre Crassostrea gigas. Thèse d'Université, Spécialité: Océanographie, Univ. de Bretagne Occidentale, 146p
- Bayne B. L., A. J. S. Hawkins, E. Navarro, 1987. Feeding and digestion by the mussel Mytilus edulis L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 111, 1-22.
- Deslou-paoli J.-M., M. Héral, 1984. Transferts énergétiques entre la nourriture potentielle disponible dans l'eau d'un bassin ostreicole et l'huitre Crassostrea gigas âgée de 1 an. Haliotis, 14, 79-90.
- Le Hir P., P. Bassoulet and J. L'Yavanc, 1989. Modelling mud transport in a macrotidal estuary, to be published of the 2nd conference on water Modelling and Measurement. Organiser : BHRA, The fluid engineering centre, Bedford, U.K.
- Migniot C., J. Bouloc, 1981. Erosion et sédimentation en mer. Dans: La pratique des sols et fondations. G. Filliat, éd. du moniteur, Paris, 629-731.

Sornin J.-M., 1981. Processus sédimentaires et biodéposition
liés à différents modes de conchyliculture - Baie
de Cancale, Anse de l'Aiguillon et Bassin de
Marennes-Oléron. Thèse de 3ème cycle, Spécialité:
Géologie, Univ. de Nantes, 188 p.