

CONSEIL REGIONAL POITOU-CHARENTES

CONVENTION ETAT-REGION

POITOU-CHARENTE-IFREMER

1989-1993

**INFLUENCE DE L'APPORT DE LA CHARENTE SUR
LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE L'ESTUAIRE**

CAMPAGNES 1988 et 1989

**IFREMER
Laboratoire Environnement Littoral
B.P. 133
17390 LA TREMBLADE
Tél :46.36.18.41**

CONSEIL REGIONAL POITOU-CHARENTES

CONVENTION ETAT-REGION

POITOU-CHARENTE-IFREMER

1989-1993

**INFLUENCE DE L'APPORT DE LA CHARENTE SUR
LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE L'ESTUAIRE**

CAMPAGNES 1988 et 1989

IFREMER

Laboratoire Environnement Littoral

B.P. 133

17390 LA TREMBLADE

Tél :46.36.18.41

1482

Cette étude a nécessité la collaboration de : (par ordre alphabétique)

Pour les prélèvements : Nicole FAURY
Dominique FOUCHE
Serge HEURTEBISE
Jacqueline LEGRAND
Anne LEROY
Daniel MASSON
Jacqueline RATISKOL

Pour les analyses : Nicole FAURY
Anne LEROY
Jacqueline RATISKOL

Préparation du matériel et des milieux :
Jean-Paul BOUQUET

INFLUENCE DE L'APPORT DE LA CHARENTE SUR LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE L'ESTUAIRE

Campagnes 1988 et 1989

MASSON D., FAURY N., RATISKOL J.

Le bassin de Marennes Oléron, comme toutes les zones conchylicoles, est susceptible d'être touché par les apports pollués. Dans ce domaine, le vecteur potentiel que constitue la Charente méritait d'être étudié plus particulièrement, la qualité bactériologique des eaux pouvant affecter par la suite la salubrité des coquillages.

L'étude précédente (Masson et al. 1988) a fait apparaître que la pollution bactérienne apportée par la Charente (particulièrement en étiage) sédimentait rapidement, la quantité de germes devenant très faible à la sortie de l'estuaire.

Toutefois, comme l'enjeu économique est important (perspectives européennes) il était nécessaire de confirmer ce résultat avec un système de suivi identique à celui utilisé en 1987. De plus, un certain nombre d'établissements conchylicoles s'alimentant en eau à partir de la Charente, il convenait d'essayer d'identifier les apports polluants dans la partie marine de la Charente ainsi que l'évolution des germes depuis la fin de la Charente – eau douce jusqu'au milieu marin proprement dit.

MATERIEL ET METHODES :

. Prélèvements :

Ceux ci ont été effectués comme lors des campagnes précédentes, en surface à l'aide de flacons stériles et en profondeur avec le dispositif mis au point par D. PRIEUR et déjà décrit dans le rapport précédent.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau étaient mesurés en surface et en profondeur par bouteille à prélèvements type Hydrobios.

La localisation de la masse d'eau étudiée en 1988 s'est également faite comme l'année précédente en suivant une série de flotteurs lestés, afin d'apprécier correctement la dispersion et prélever autant que possible dans la même eau à l'entrée et à la sortie de l'embouchure.

En 1989, les conditions d'étude étant tout a fait différentes, la qualité des eaux a été étudiée en plusieurs points correspondant aux sources potentielles de pollution (V.sites) mais avec les mêmes méthodes de prélèvement que précédemment.

. Paramètres et techniques d'analyse :

Pour chaque prélèvement, température, salinité, turbidité et taux de matières en suspension sont mesurés.

L'évaluation de la pollution bactérienne se fait par dénombrement des germes témoins, coliformes et streptocoques fécaux, selon la méthode AFNOR V 45 110 (nombre le plus probable). La présence de vibrions (sur milieu enrichi puis sur galerie API 20E) ainsi que de salmonelles est également recherchée.

. Sites et chronologie des prélèvements :

Pour 1988, (Fig.1) les différentes modalités sont résumées ci-dessous :

DATE	MODE OPERATOIRE	SITE
29/07/88	Largage et suivi des flotteurs 4H avant la basse mer, toutes les 20 mn - Coefficient 86	De Port des Barques à la Bouée des Fontenelles
26/08/88	Idem - Coefficient 79	Idem
12/09/88	Idem - Coefficient 86	Idem
27/09/88	Idem - Coefficient 117	Idem

En 1989, il a été retenu sur la Charente un certain nombre de points de prélèvements correspondant aux différentes sources supposées de pollution (agglomération, rejet de station d'épuration...).

De Port des Barques à la limite des eaux fluviales soumises au régime maritime, l'investigation a été poussée à 35 Km jusqu'à l'intérieur des terres.

Les points sont les suivants (Fig.2) :

- * **point 1 (km 35,5)** : avant le confluent avec la Boutonne (affluent de la Charente),
- * **point 2 (km 35)** : 500 m environ en aval du confluent avec la Boutonne, zone de mélange estimée de la Charente et de la rivière,
- * **point 3 (km 28)** : en amont de l'agglomération de Tonnay - Charente
- * **point 4 (km 25,5)** : en aval de l'agglomération de Tonnay - Charente,
- * **point 5 (km 23)** : en amont de l'usine d'engrais de Rochefort,
- * **point 6 (km 22)** : en aval de l'usine et en amont de Rochefort,

- * **point 7 (km 16)** : en aval de Rochefort et en amont de la station d'épuration de Rochefort,
- * **point 8 (km 14,5)** : en aval du rejet de la station d'épuration et en amont de Soubise,
- * **point 9 (km 12)** : en aval de Soubise,
- * **point 10 (km 7,5)** : en aval du village du Vergeroux,
- * **point 11 (km 6)** : en aval du débouché du Canal de Charras,
- * **point 12 (km 1,5)** : en amont de Port des Barques au niveau de la digue des Fontaines,
- * **point X (km 0)** : à la hauteur de la Jetée de Port des Barques.

Les points 1 à 12 ont été échantillonnés à partir des moyens nautiques de l'IFREMER, le MISSISSIPPI et le point X en poste fixe, grâce à la location d'un bateau.

RESULTATS :

- Campagne 1988 :

Le 29 Juillet (Fig.3) on constate une différence nette de salinité entre surface et fond à Port des Barques; celle-ci étant beaucoup plus homogène aux Fontenelles. La charge en matières organiques est assez faible à Port des Barques, et sans grande différence entre surface et fond; l'évolution est différente aux Fontenelles (valeurs plus élevées au fond).

La teneur en coliformes fécaux paraît plus élevée en surface, bien que cette différence ne soit pas significative (voir tests statistiques). Si l'on constate à Port des Barques une évolution similaire entre surface et fond au cours de la baisse des eaux, on observe une évolution différente à la sortie de l'embouchure.

Bien que les streptocoques fécaux se comportent différemment, on retrouve les mêmes caractéristiques (teneurs peu élevées à Port des Barques, plus élevées au fond).

Le 26 Août (Fig.4), on peut observer une évolution des salinités beaucoup plus homogène entre le début et la fin de l'estuaire, entre surface et fond, avec une baisse progressive en fin de marée, des taux de matières en suspension et de matières organiques assez faibles dans l'ensemble, sauf en fin de marée, notamment aux Fontenelles.

Les teneurs en germes paraissent plus élevées au fond qu'en surface.

Le 12 Septembre (Fig.5) on retrouve les mêmes évolutions de paramètres : salinité homogène avec baisse progressive, matières en suspension et matières organiques plus élevées au fond.

Les germes ont une évolution identique entre surface et fond à Port des Barques mais pas aux Fontenelles, particulièrement en fin de marée.

Le 27 Septembre, par marée de grand coefficient (117), la salinité baisse progressivement de manière homogène, mais reste forte à la sortie de l'estuaire. Subséquemment, les matières organiques et minérales augmentent très

fortement en fin de marée descendante à Port des Barques alors que l'on n'observe que peu de variation sur les faibles teneurs de la sortie de l'estuaire (Fig.6)

Les teneurs en germes sont très faibles, sauf en fin de marée à Port des Barques.

L'évolution des teneurs en germes mesurés dans les différentes conditions (début – fin de l'estuaire, surface et fond, coefficient de marée et dates) ont fait l'objet de tests statistiques simples (analyses de variance sur données transformées logarithmiquement avec comparaisons orthogonales).

Pour les coliformes fécaux on ne met pas en évidence de différence significative entre Port des Barques et Les Fontenelles ($F = 2,16$ pour $F_{0,05} = 3,95$) ni entre surface et fond ($F = 2,07$ pour $F_{0,05} = 3,95$) non plus qu'aux différents coefficients de marée ($F = 2,89$ pour $F_{0,05} = 3,08$)

Par contre il existe une différence significative entre dates ($F = 5,36$ pour $F_{0,05} = 2,45$).

Les streptocoques fécaux suivent le même schéma : pas de différence entre amont et aval ($F = 1,98$ pour $3,92 < F_{0,05} < 3,94$) et différence entre dates ($F = 4,07$ pour $F_{0,05} = 3,08$).

Pour les deux catégories de germes on observe souvent une augmentation sensible en fin de marée et les chiffres les plus élevés dans les prélèvements de fond.

RESULTATS

* Campagne du 14 Novembre 1989 (coefficient 104)

En premier lieu, on n'observe pas de différence significative entre les salinités de surface et de fond. Elles remontent logiquement d'amont vers Port des Barques où elles sont voisines de 14‰ (Fig.7).

Les valeurs en coliformes fécaux sont moins élevées en surface qu'au fond (Fig.8), la plus grande différence s'observant au point 12 où il y a encore 1 000 coliformes fécaux au fond et pratiquement pas en surface. Les pollutions potentielles ne semblent pas s'ajouter. Les valeurs les plus fortes ont été enregistrées au fond (point 5 après Tonnay, 4800 coliformes fécaux / 100 ml) et en surface au point 8 après la station d'épuration de Rochefort (2 200 coliformes fécaux/100 ml).

Les streptocoques fécaux sont également plus nombreux au fond qu'en surface (Fig.9). Ils semblent décroître au fond de l'amont vers l'aval, l'inverse se produisant en surface.

Les matières minérales et organiques évoluent de la même manière (Fig. 10 et 11). Les courbes divergentes se rejoignent au point 4 (après Tonnay-Charente) et à partir de ce moment là il y a peu de différence entre surface et fond : les matières minérales diminuent vers l'aval et les matières organiques augmentent. Il est important de noter les minimums et les maximums (valeurs très élevées) :

Matières organiques :

Surface : 31 mg/l minimum – 1 375 mg/l maximum

Fond : 1 335 mg/l minimum – 3 000 mg/l maximum

Matières minérales :

Surface : 418 mg/l minimum – 12 950 mg/l maximum

Fond : 13 265 mg/l minimum – 40 228 mg/l maximum

Les prélèvements en point fixe à Port des Barques montrent également une grande homogénéité des eaux, traduite par les mesures de salinité, de matières minérales et de matières organiques (Fig. 12 – 13 – 14). Pour ces deux derniers paramètres, on obtient des valeurs 3 fois moins élevées en surface. Au fond, la dilution est encore plus sensible (5 à 10 fois).

L'examen des taux de coliformes fécaux indique une augmentation plus marquée en surface qu'en fond avec le jusant (Fig. 15). Les maximums enregistrés sont respectivement pour la surface et le fond de 480 et 86 germes/100 ml contre 2 200 et 4 800 germes/100 ml en Charente. En comparant les moyennes de Port des Barques et du fleuve on observe là encore une dilution plus importante en fond qu'en surface. Ces facteurs de dilution sont très élevés.

On remarque le même phénomène pour les streptocoques fécaux : augmentation avec le jusant, surtout en surface, et dilution importante par rapport à la Charente (Fig. 16). Les valeurs maximales sont identiques pour la Charente et Port des Barques en surface (480 germes/100 ml) et respectivement de 4 800 et 480 germes/100 ml pour le fond.

Les prélèvements ont d'autre part tous révélé la présence de *Vibrio alginolyticus*. Le *Vibrio parahaemolyticus* a été isolé une seule fois dans un prélèvement de surface.

Ces mesures effectuées en jusant, trois heures ont été nécessaires pour relier la Boutonne à Port des Barques.

*** Campagne du 21 Novembre 1989 (coefficient 43)**

Les salinités sont voisines de zéro jusqu'en aval de Tonnay-Charente. De Tonnay au rejet de la station d'épuration de Rochefort soit environ sur 10 km, les salinités de surface sont plus élevées que celles de fond, ensuite l'inverse se produit (Fig. 17).

Le schéma type de la stratification des eaux en milieu estuarien étant pour des raisons de densités : eau douce en surface et eau salée en profondeur, on peut s'interroger sur l'inversion observée entre les points 4 et 8 (profondeur 5 à 6 m).

En profondeur jusqu'au point 8, les coliformes fécaux et streptocoques fécaux sont plus abondants, l'eau est la plus douce. Les résultats des streptocoques fécaux sont plus irréguliers que ceux des coliformes fécaux. A partir du point 9, lorsque la salinité s'inverse, ils deviennent rapidement moins nombreux.

En surface, on ne note pas de telles variations. Le nombre de streptocoques fécaux décline progressivement vers la mer et le nombre de coliformes fécaux change peu entre le départ et l'arrivée, sauf au point 11, après le canal de Charras où l'on observe la valeur maximum et relativement peu élevée (480 coliformes fécaux/100 ml) (Fig. 20 et 21).

Les matières organiques et matières minérales, comme lors de la campagne du 14 Novembre 1989 (Fig. 18 et 19), suivent le même schéma d'évolution : le rapport entre ces deux paramètres "surface à surface" et "fond à fond" est constant. Les matières minérales et matières organiques de surface diminuent progressivement et faiblement de l'amont vers l'aval (comme les coliformes fécaux et surtout les streptocoques fécaux). Les valeurs mesurées beaucoup plus élevées en profondeur varient peu jusqu'au point 6. On notera cependant une augmentation sensible des matières organiques au point 7.

Au delà du point 8, les valeurs chutent brutalement (Cf. streptocoques fécaux et coliformes fécaux) ce que l'on peut rapprocher de l'inversion de salinité. Après Soubise, les valeurs de fond et de surface jusqu'alors très différentes se rejoignent.

A Port des Barques (Fig. 22 - 23 - 24), le gradient de salinité est respecté et diminue avec le jusant. Les matières organiques et les matières minérales restent stables durant toute la marée, les valeurs du fond étant supérieures à celle de surface. On observe un pic vers la fin du jusant au fond, mais l'on peut difficilement le mettre en relation avec les valeurs de la Charente puisqu'il ne concerne qu'une donnée.

Les coliformes fécaux sont relativement plus abondants en surface, mais les valeurs sont faibles (maxima 86 germes/100 ml en surface et de 18 germes/100 ml en fond) (Fig.25). On peut considérer que là aussi une dilution s'opère dans l'estuaire.

Les streptocoques fécaux de surface suivent la même variation que les coliformes, mais pas au fond. On n'atteint d'ailleurs pas de charge très élevée (maximum 186 germes/100 ml en surface) (Fig.26).

Ces différents résultats sont à confirmer par des tests statistiques, menés sur les résultats d'analyses (coliformes fécaux). L'analyse de variance sur données transformées amène aux conclusions suivantes :

- les quatre séries de données diffèrent de façon hautement significative ($F = 43,97$ pour $F_{0,01} = 4,04$),
- après comparaisons orthogonales il apparaît que la différence se situe entre les valeurs mesurées jusqu'à l'embouchure et celles de l'embouchure elle-même ($F = 69,59$ pour $F_{0,05} = 3,96$),
- par contre on ne voit pas de différence significative entre les échantillons du 14 et ceux du 21 Novembre, qu'il s'agisse de la descente ($F = 154,8$ pour $F_{0,05} = 216$) ou du point fixe ($F = 6,93$ pour $F_{0,05} = 216$).

Les échantillons diffèrent aussi très significativement en ce qui concerne les taux de streptocoques fécaux ($F = 19,29$ pour $3,98 < F_{0,01} < 4,04$).

DISCUSSION :

Le milieu estuarien étant complexe, nécessiterait un grand nombre de prélèvements et d'analyses. Les possibilités du laboratoire étant limitées, il paraît difficile d'aboutir à une modélisation du panache pollué de la Charente avec si peu de données. Ces dernières doivent être obligatoirement transformées avant exploitation statistique pour deux raisons :

- les résultats d'analyses bactériologiques sont exprimées en "nombre le plus probable" ce qui interdit de les utiliser tels quels,
- les données se distribuent de manière "contagieuse" (ou en agrégats) avec une variance très supérieure à la moyenne.

Dans les deux cas, la transformation indiquée est la transformation logarithmique.

La campagne 1988 destinée à confirmer ou non les résultats observés en 1987, a été réalisée avec des coefficients de marée assez forts (79, 86 et 117).

On retrouve les mêmes conclusions pour ce qui concerne l'estuaire : pas de différence significative entre surface et fond ni entre Port des Barques et Les Fontenelles.

On ne trouve pas non plus de différence significative dans les taux de germes aux différents coefficients de marée, lesquels sont assez voisins, voire identiques (86 les 29 Juillet et 12 Septembre).

Par contre, la différence constatée entre les dates est très intéressante. L'hypothèse que nous avons faite est que la pluviométrie pouvait intervenir si elle était abondante, par lessivage des terres, baisse de salinité, etc...

Les précipitations sur le littoral aux jours de l'étude (et aux jours précédents) ont été faibles. Les variations météorologiques locales sont d'ailleurs importantes : îlot pluvieux sur la forêt de la Coubre, zone plus sèche à hauteur de l'île d'Aix sur le littoral, partie Ouest des îles de Ré et Oléron plus xérophiles, etc...). Mais si l'on remonte dans le bassin versant de la Charente on s'aperçoit qu'il y a eu de fortes précipitations en amont, notamment sur Saintes en Juin et Juillet. De

violents orages, par exemple, peuvent en un temps très bref, faire arriver dans la Charente de grandes quantités d'eau ayant passé sur les terres agricoles et surtout par les réseaux pluviaux des agglomérations, lesquels sont très souvent pollués (branchements parasites).

En 1989, l'étude a été réalisée sur deux séries de prélèvements. Les conclusions que l'on peut en tirer sont donc à considérer avec prudence.

Le 14 Novembre, au début du reflux, on note une stratification des eaux. Le courant est faible, les eaux de surface et de fond se mélangent peu (voir graphes matières organiques, matières minérales et streptocoques fécaux). Progressivement le courant va augmenter entraînant des turbulences et une homogénéisation partielle des effluents, les différents apports possibles n'étant pas décelables. L'accroissement des matières organiques peut s'expliquer par la présence des agglomérations qui en constituent une source potentielle.

Les teneurs en matières minérales plus fortes en amont peuvent provenir du lessivage du bassin versant. On peut s'étonner toutefois de leur diminution progressive vers la mer car le brassage du fleuve devrait remettre en suspension la crème sédimentaire, ce que Pompey et al. (1987b) voient apparaître sur l'estuaire de l'Elorn du fait de l'érosion du sédiment en vives eaux.

La recherche des salmonelles s'est avérée négative. On peut considérer que la pollution fécale est dans ce cas relativement faible compte tenu de la marée de vives eaux, des faibles précipitations et du débit réduit de la Charente qui joue donc mal son rôle de dilution. De plus, à la reprise du flot, la pollution pourrait être refoulée vers l'amont.

D'autre part, on constate déjà à Port des Barques qui constitue l'entrée de l'estuaire, une importante chute des différents paramètres (effet de dilution). En effet, il peut se produire une sédimentation progressive des matières en suspension, une partie des bactéries fécales peut mourir. La dilution par les eaux océaniques est incontestable et compense le faible débit de la Charente.

Enfin, l'étude des corrélations entre les matières organiques et les coliformes fécaux sur les deux sites séparés puis confondus (fleuve et estuaire) montre que la quantité de coliformes est indépendante de la teneur en matières organiques : pour une valeur de matières organiques nulle on aurait une valeur de

coliformes positive. Ceci tend à prouver que les bactéries ne seraient pas obligatoirement adsorbées sur les particules contrairement à ce qui est observé généralement. Pommepeuy et al. (1987a) observent sur la Rade de Brest que les bactéries sont libres par temps calme et fixées sur les matières en suspension lors d'agitation des eaux (remise en suspension des matières décantées).

En conséquence, une investigation serait à entreprendre à la hauteur des rejets de station d'épuration afin de vérifier dans des conditions normales de fonctionnement, si les bactéries sont libres ou adsorbées. Les bactéries libres, plus vulnérables, présenteraient un danger moindre pour le milieu récepteur.

Le 21 Novembre, la salinité des eaux est un facteur déterminant. Le gradient de salinité de la surface varie progressivement de l'amont vers l'aval (0 à 24,8 ‰), les taux de coliformes fécaux, streptocoques fécaux, matières organiques et matières minérales ne se trouvent pas soumis à de grosses variations et diminuent en allant vers l'estuaire. La recherche des salmonelles se révèle également négative.

Par contre les coliformes fécaux, streptocoques fécaux, matières minérales et matières organiques des eaux de fond se trouvent soumis au bouleversement de salinité. Leur chute s'observe avec l'augmentation brutale de salinité. Les mouvements d'eau étant faibles les paramètres mesurés sont directement liés aux masses d'eau.

Il semble que dans le fleuve, entre les points 4 et 8, où la densité de population est la plus concentrée et la plus forte, les rejets divers (rejets de station d'épuration, du réseau pluvial...etc) déversés en profondeur ne se mélangent pas immédiatement à l'eau du fleuve. Cette hypothèse peut être confirmée par les résultats obtenus lors de la numération des coliformes fécaux et streptocoques fécaux. En effet, tous les graphes reflètent un brusque changement entre les points 8 et 9.

Les masses d'eau arrivées dans l'estuaire se diluent fortement et se stratifient logiquement, l'eau plus douce demeurant en surface.

CONCLUSIONS :

* les deux études successives confirment l'hypothèse selon laquelle le niveau et l'évolution des germes sont tout à fait différents entre le fleuve et son embouchure.

* l'apport constitué par le ruissellement dû aux précipitations sur le bassin versant semble jouer un rôle non négligeable. Ceci est important à considérer, notamment pour d'autres types de polluants (produits phytosanitaires, etc...).

* les mouvements d'eau liés à la marée entraînent dans la partie marine du fleuve une remise en suspension des sédiments, ce phénomène étant moins marqué en mortes eaux, surtout en surface.

* la pollution bactériologique paraît être constante dans le fleuve, certainement en rapport avec les différentes sources polluantes ainsi que le montre bien la charge en germes fécaux observée le 21 Novembre dans la zone où la concentration des agglomérations est la plus forte.

* à partir de Port des Barques, les phénomènes de décantation et de dilution s'opèrent, et l'évolution des matières en suspension est directement liée aux mouvements d'eau. Il ne paraît pas y avoir de lien dans l'embouchure entre la quantité de germes et le coefficient de marée, la présence de ceux-ci étant liée à l'apport constant de la Charente. Leur disparition à la sortie de l'embouchure se confirme.

Toutefois, bien que cette étude ait été menée dans des conditions optimales pour mettre en évidence une pollution bactériologique (sécheresse accentuée, violents orages, fleuve en étiage à moins de 15 m³/s) il convient de rester vigilant, notamment dans le cas de longues périodes pluvieuses.

En effet, une centaine d'établissements ostréicoles est installée en amont de Port des Barques, dont soixante expéditeurs. Il serait donc nécessaire d'identifier le plus précisément possible les sources de pollution bactériologique et d'établir les correspondances qui existent entre cet apport, les caractéristiques de la masse d'eau et les conditions de milieu.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE :

RAVAIL (B), HERAL (M), MAESTRINI (S.Y.), ROBERT (J.M.), RAZET (D.), PROU (J.), 1987 : Incidence de la diminution des débits de la Charente sur la production primaire du bassin de Marennes-Oléron. Convention de recherches Conseil Régional Poitou-Charentes.

MASSON D., FAURY N., RATISKOL J., 1988 : Influence de l'apport de la Charente sur la qualité bactériologique des eaux de l'estuaire. Rapport DRV-88-010-CSRU/TREM.

POMMEPUY M. et al. 1987a : Capacité d'acceptation du milieu marin. Bactériologies de la Rade de Brest. Rapport scientifique et technique de l'IFREMER, n° 6.

POMMEPUY M., CORMIER M., BRUNEL L., BRETON M., 1987b : Etude de la flore bactérienne d'un estuaire breton (Elorn, Rade de Brest). Oceanologica Acta, Vol. 10 n° 2 - p187-196.

ANNEXE

STATION D'EPURATION DES AGGLOMERATIONS RIVERAINES

DE LA CHARENTE-MARITIME

(DE LA BOUTONNE A L'ESTUAIRE)

STATION	CAPACITE équi.hab.	REJETS
TONNAY CHARENTE	7 000	En aval de la ville au niveau de l'usine de charbon
ROCHEFORT	35 000	En aval de la ville (rejet par lagunage) après le pont de Martrou
BASE AERIENNE	5 000	En amont de Soubise
SOUBISE	3 500	Recueille les eaux usées de Soubise-St Agant-Echillais Rejet en amont de Soubise
PORT DES BARQUES	2 600	En amont de la ville (bassin de marée)
FOURAS	20 000	Plage Sud de la ville

Ces informations ont été fournies par le SATESE (La Rochelle)

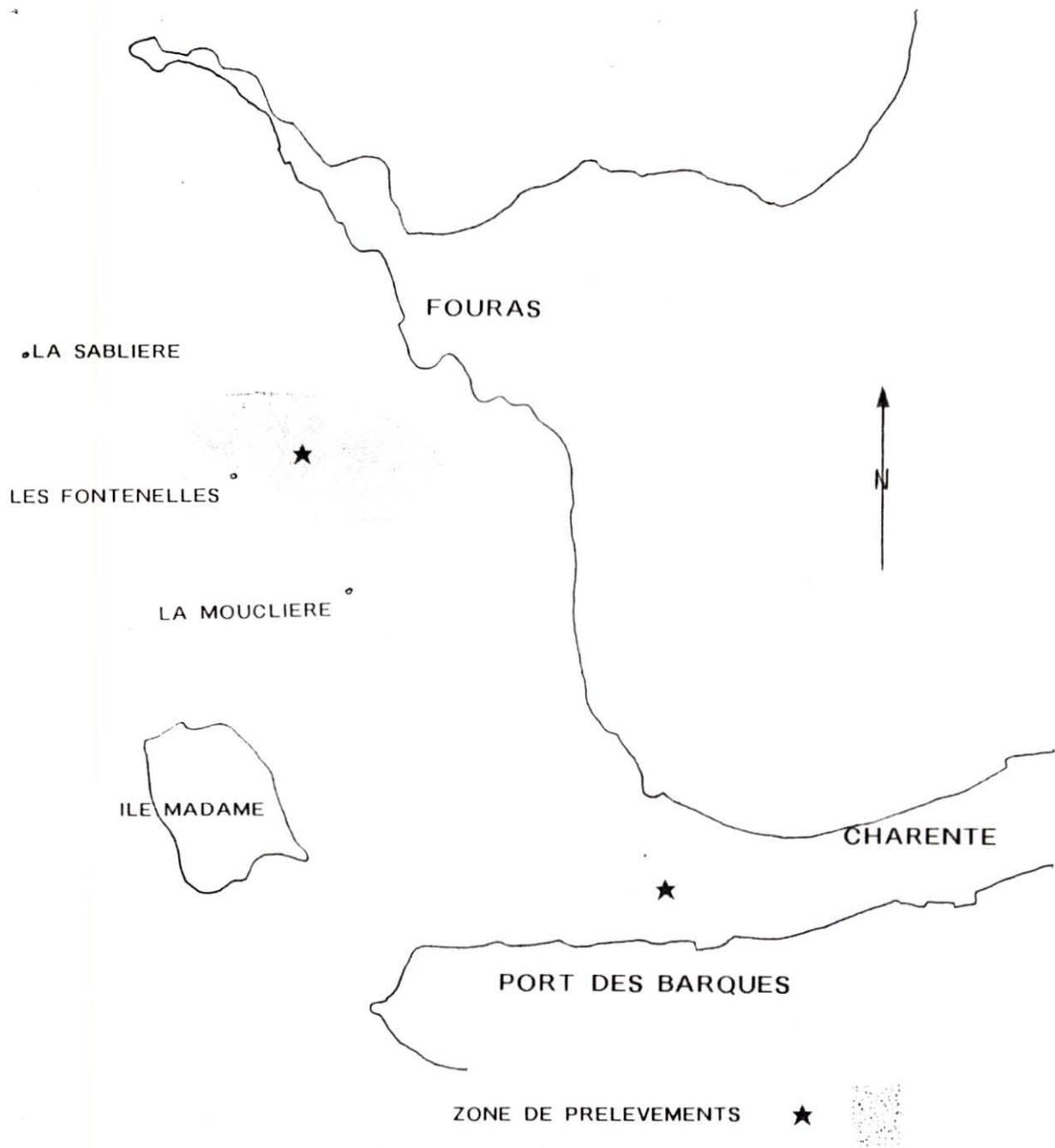


FIG 1

ZONE D'ETUDE EN 1988

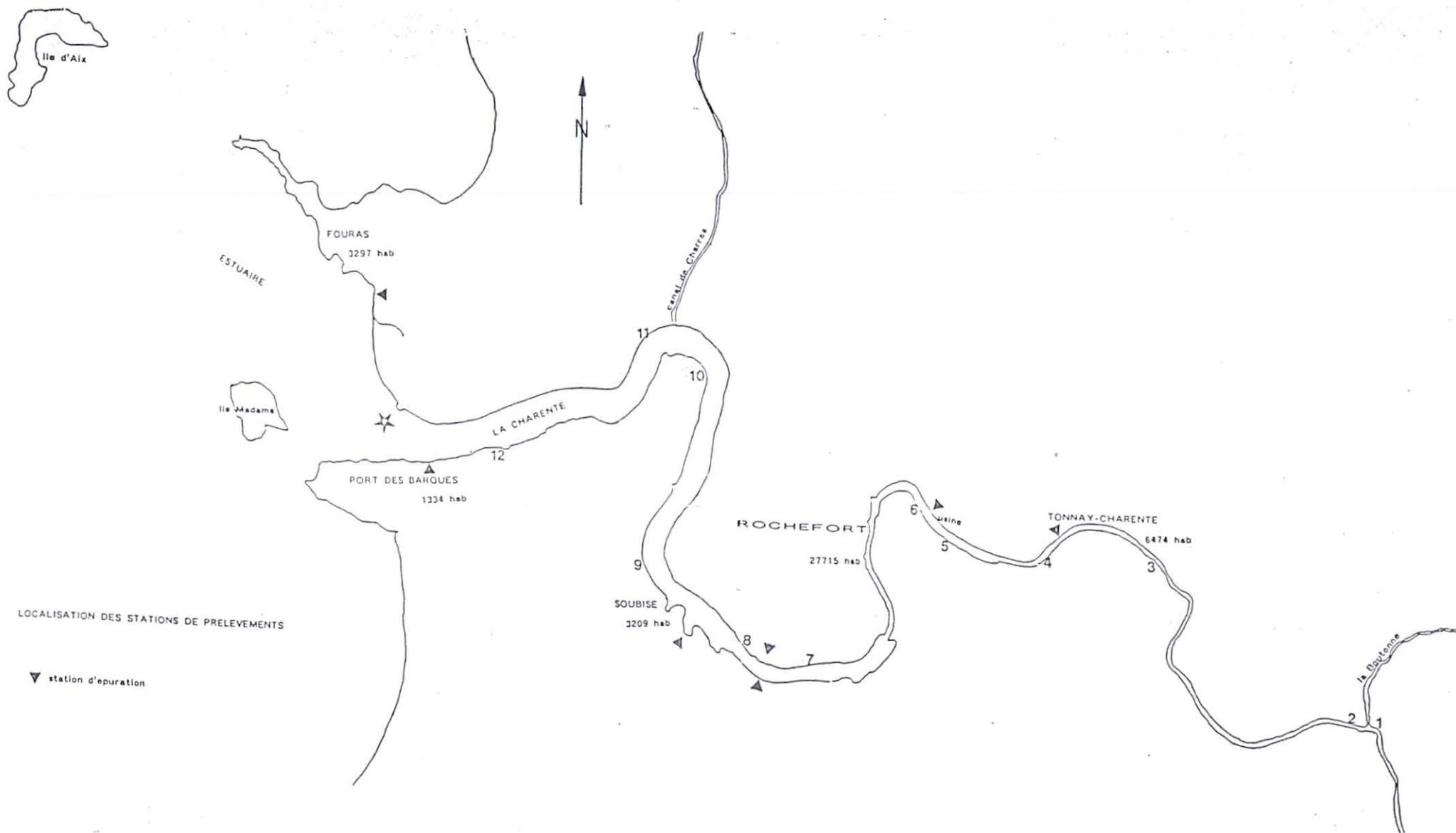


FIGURE 2 : ZONE D'ETUDE EN 1989

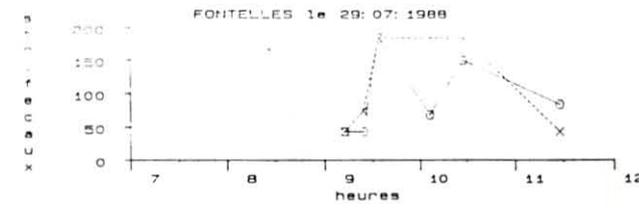
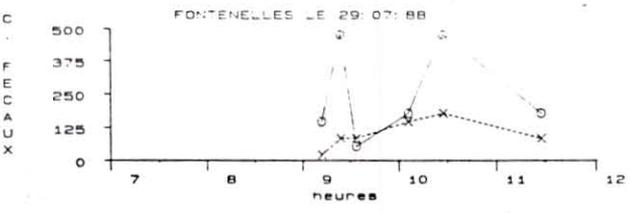
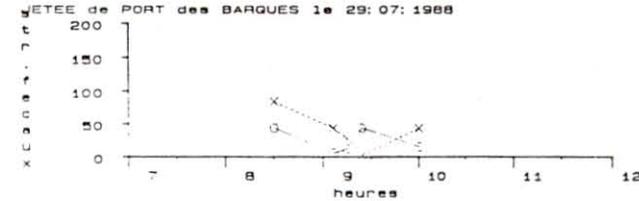
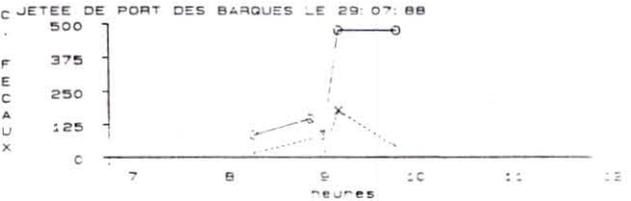
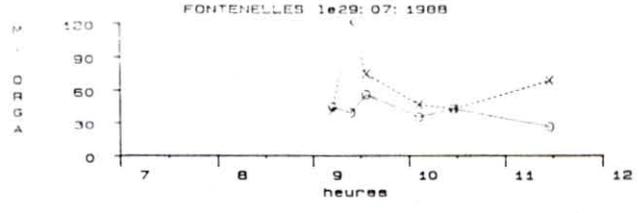
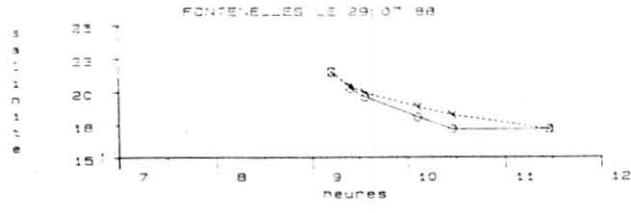
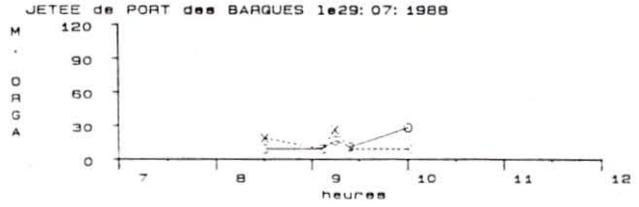
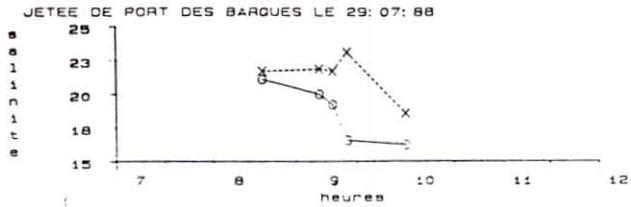
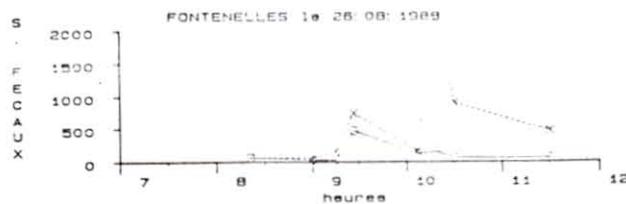
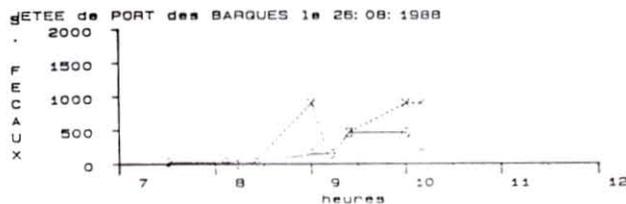
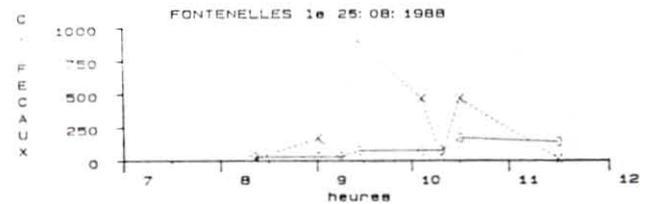
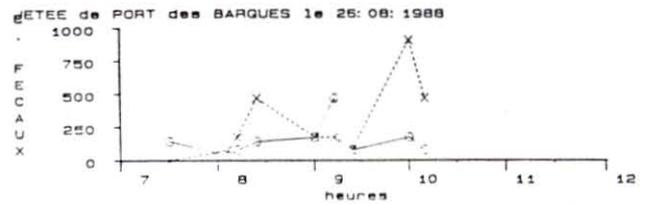
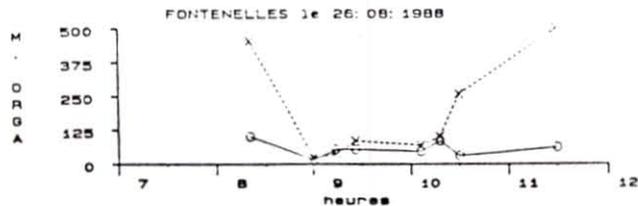
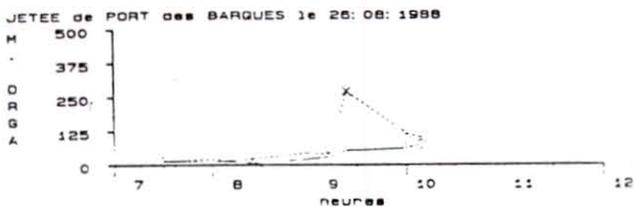
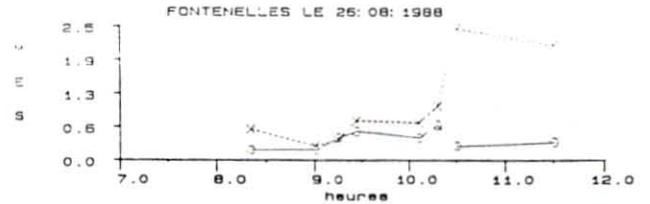
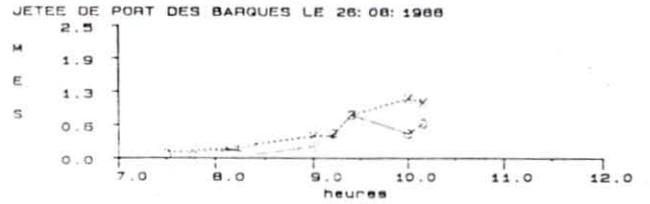
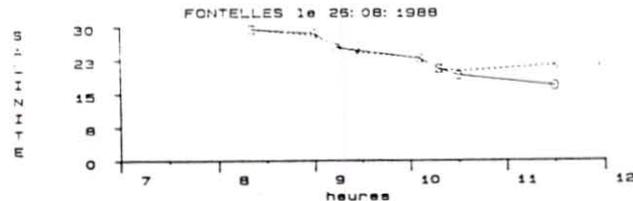
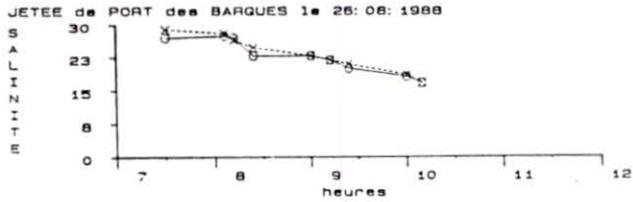


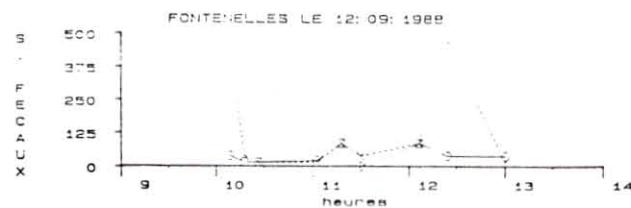
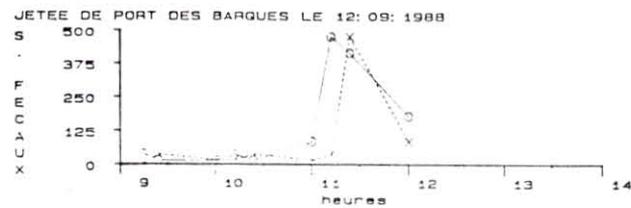
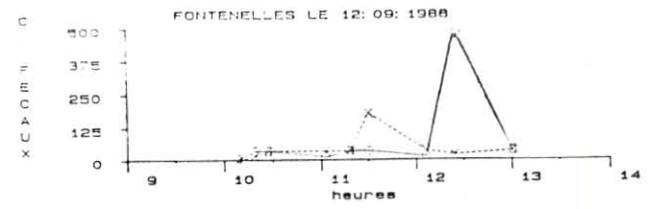
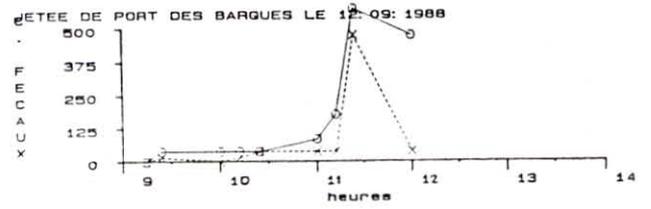
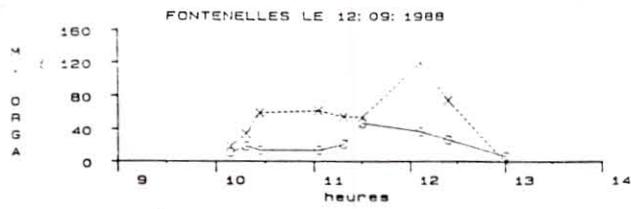
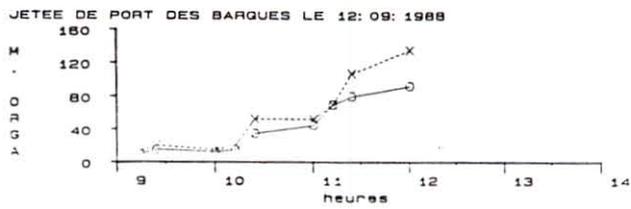
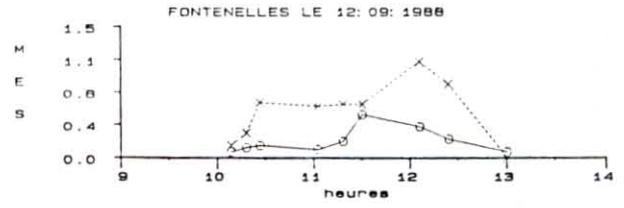
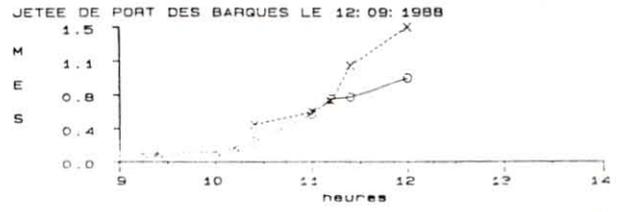
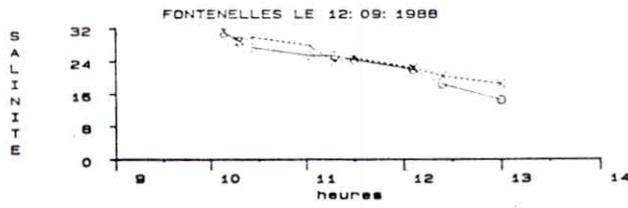
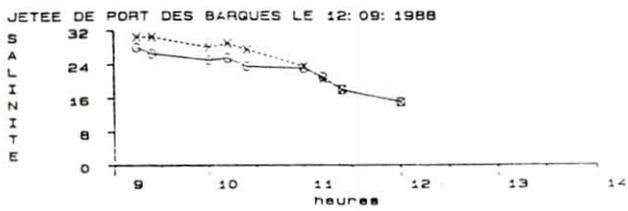
FIGURE 3



SURFACE ——— □ ———

FOND - - - - X - - - -

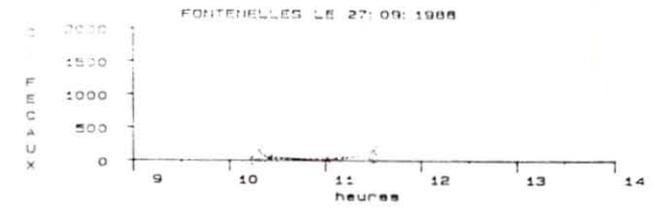
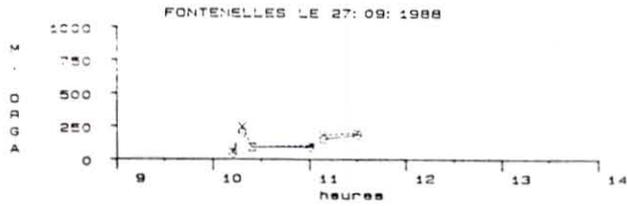
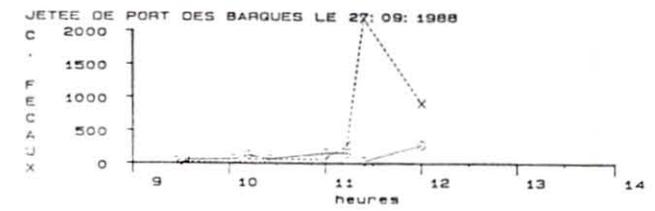
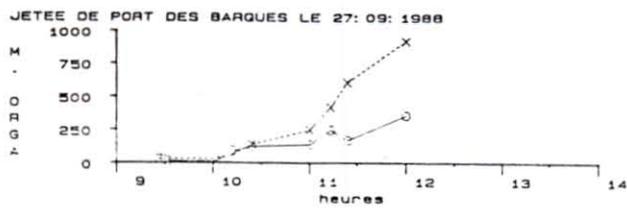
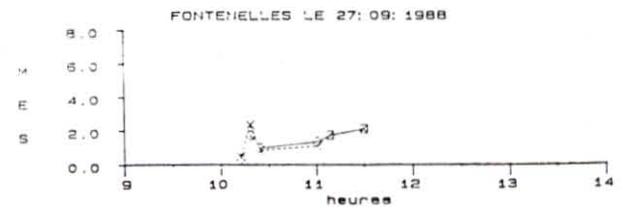
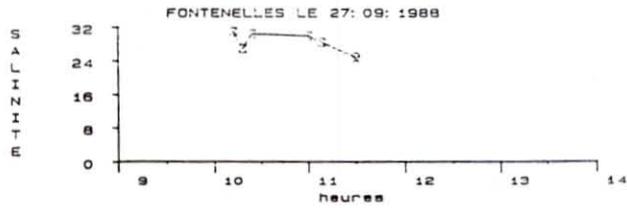
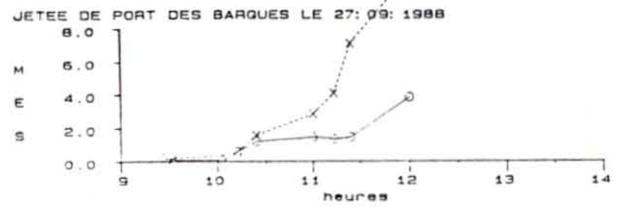
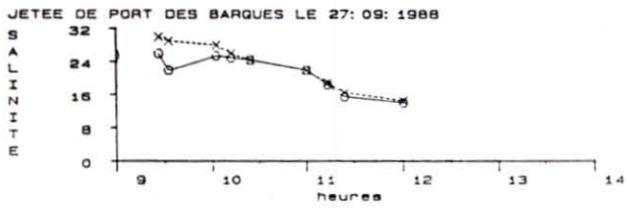
FIGURE 4



SURFACE ———— □ ————

FOND - - - - - X - - - - -

FIGURE 5



SURFACE ———— ○ ————

FOND - - - - - X - - - - -



FIGURE 6

CHARENTE LE 14.11.89 SALINITE

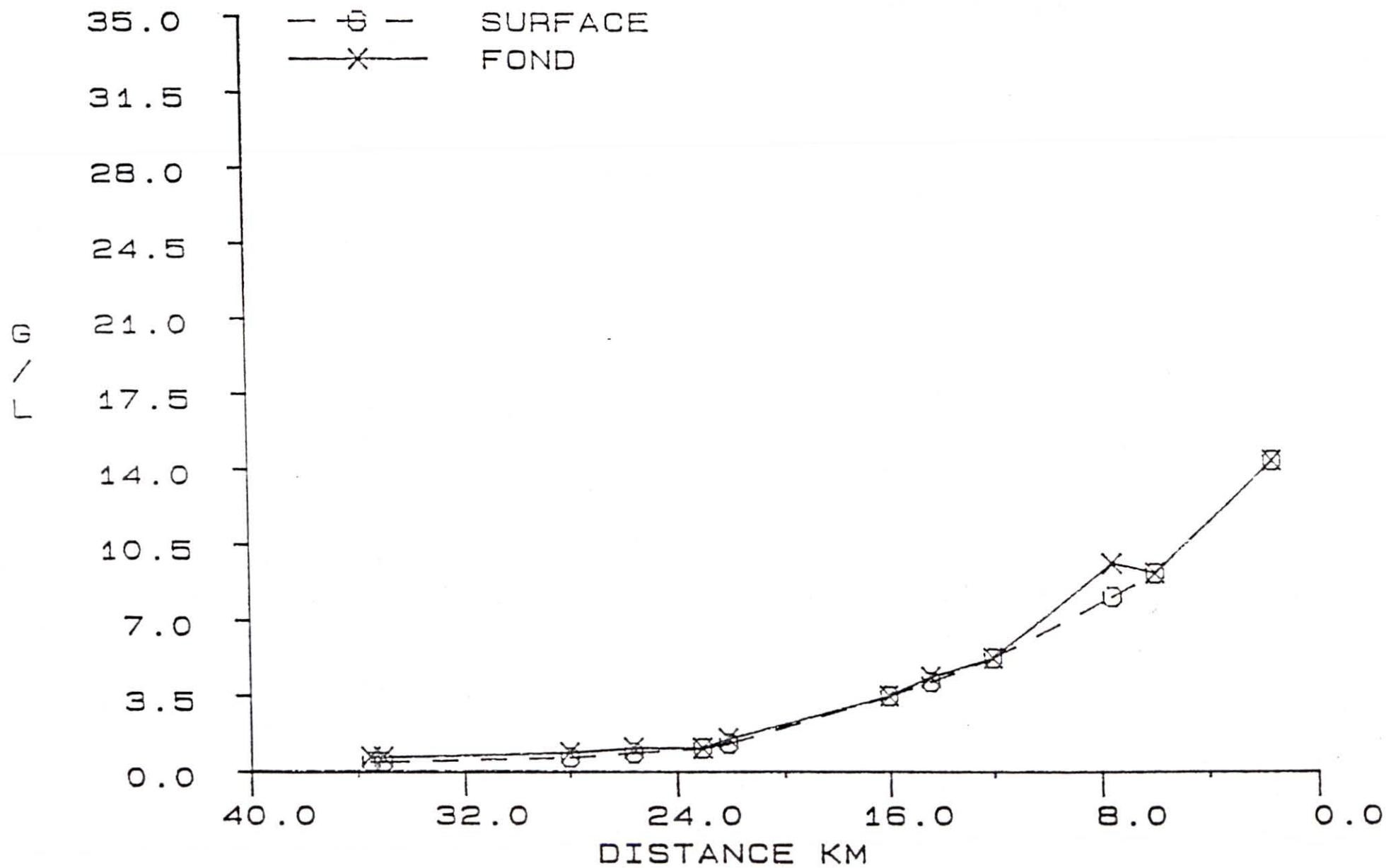


FIGURE 7

FIGURE 8

CHARENTE LE 14.11.89 COLI.FECAUX

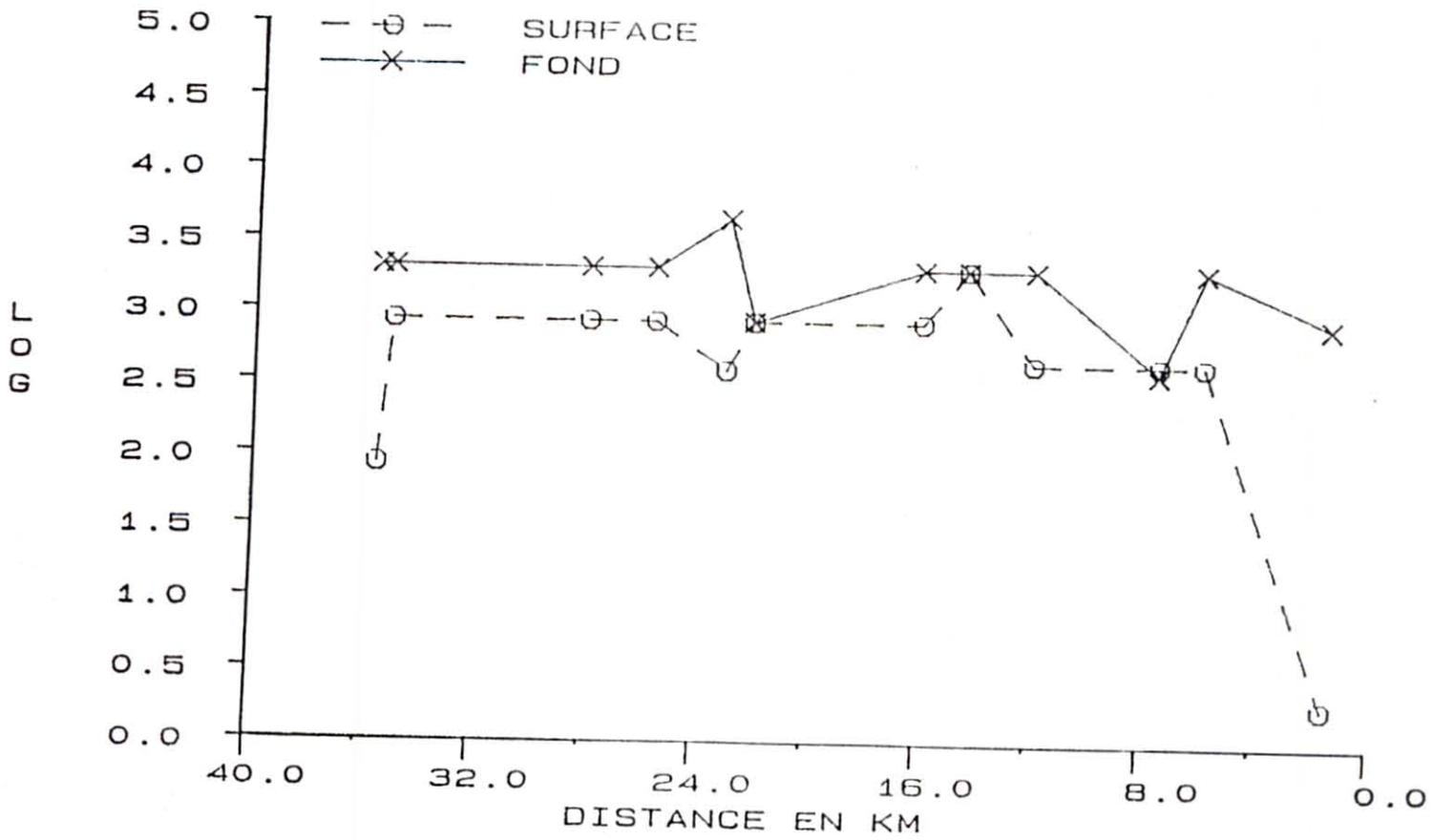


FIGURE 9

CHARENTE LE 14.11.89 STREP.FECAUX

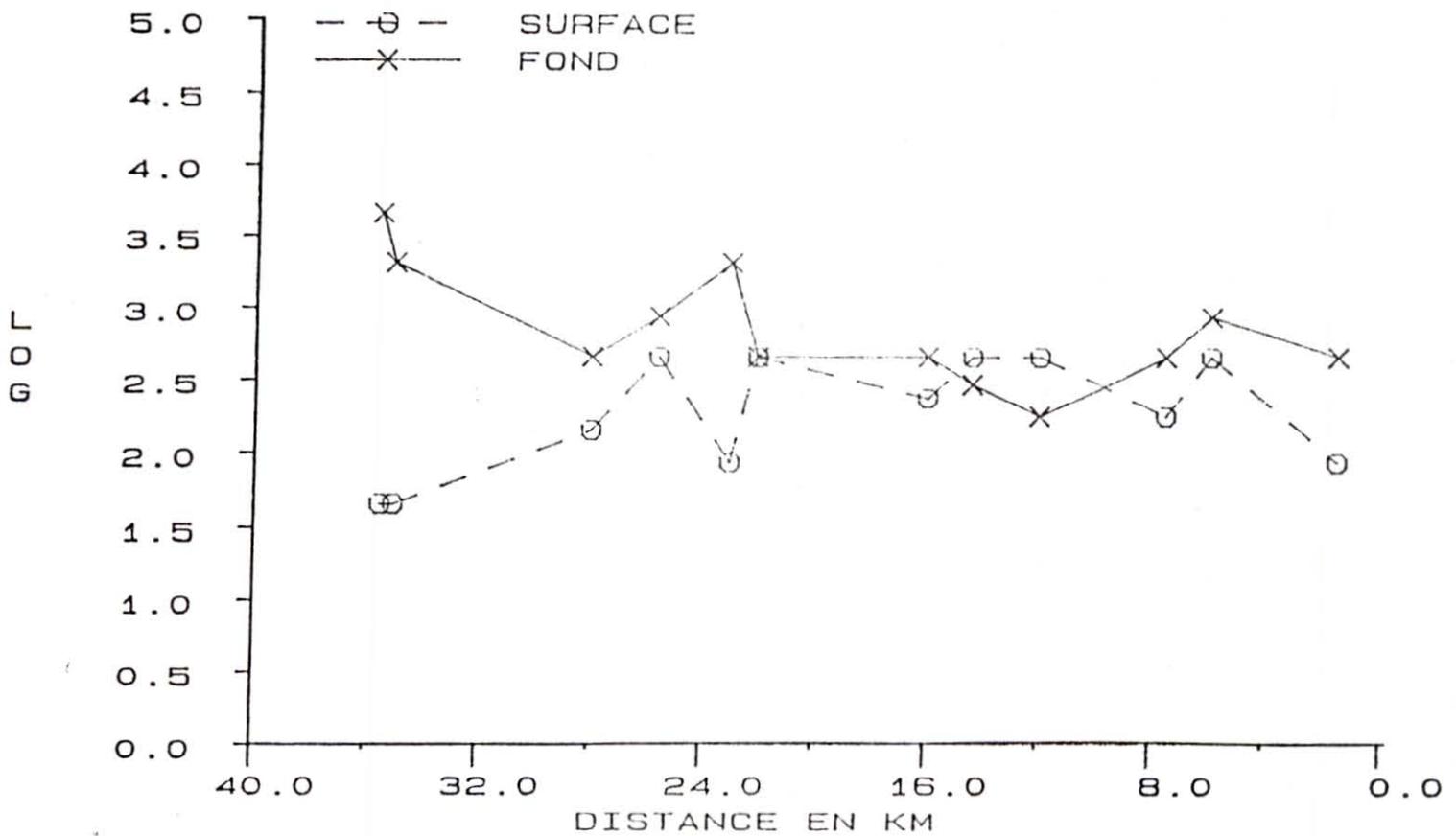


FIGURE 10

CHARENTE LE 14.11.89 M.ORGANIQUES

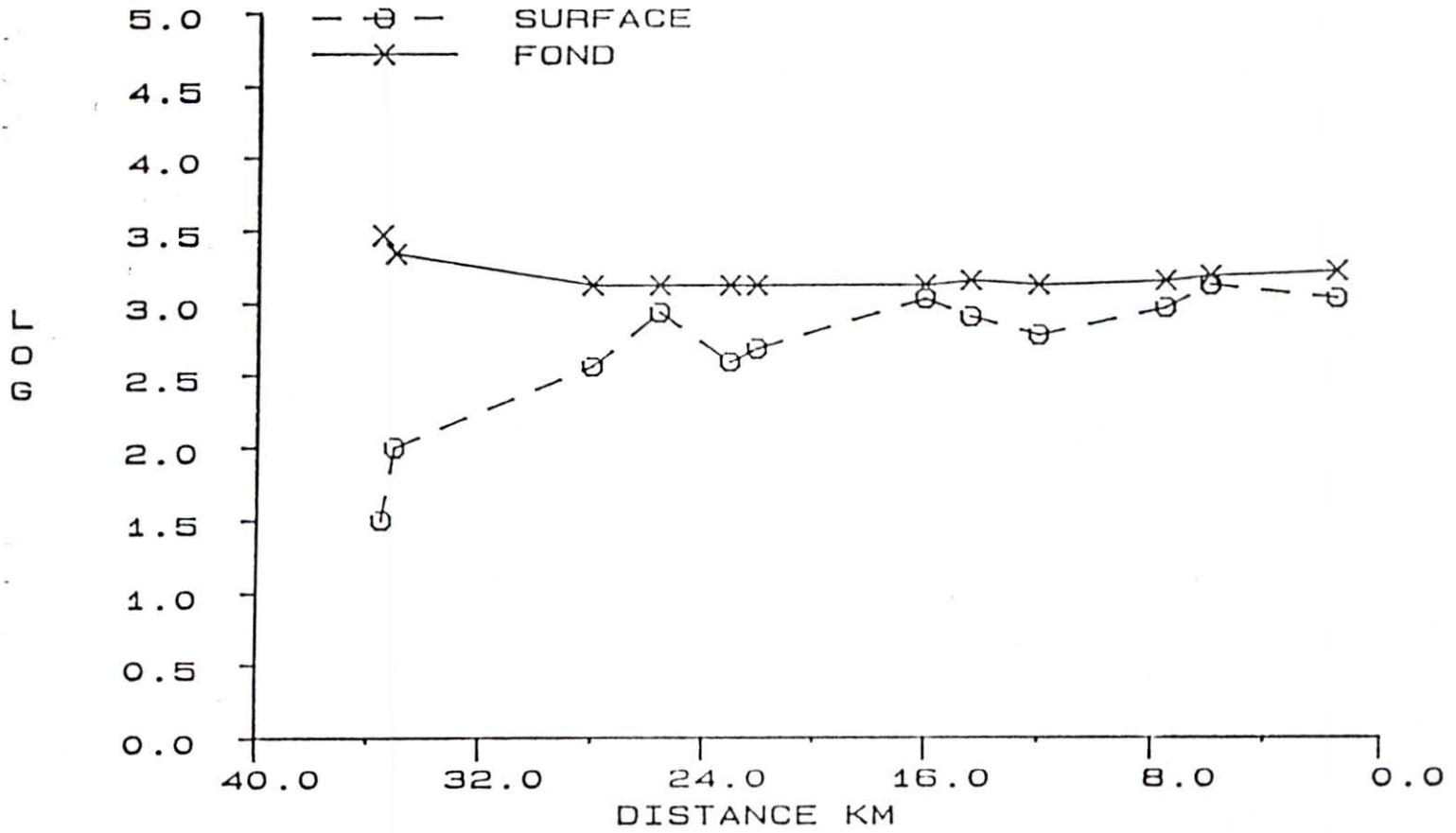
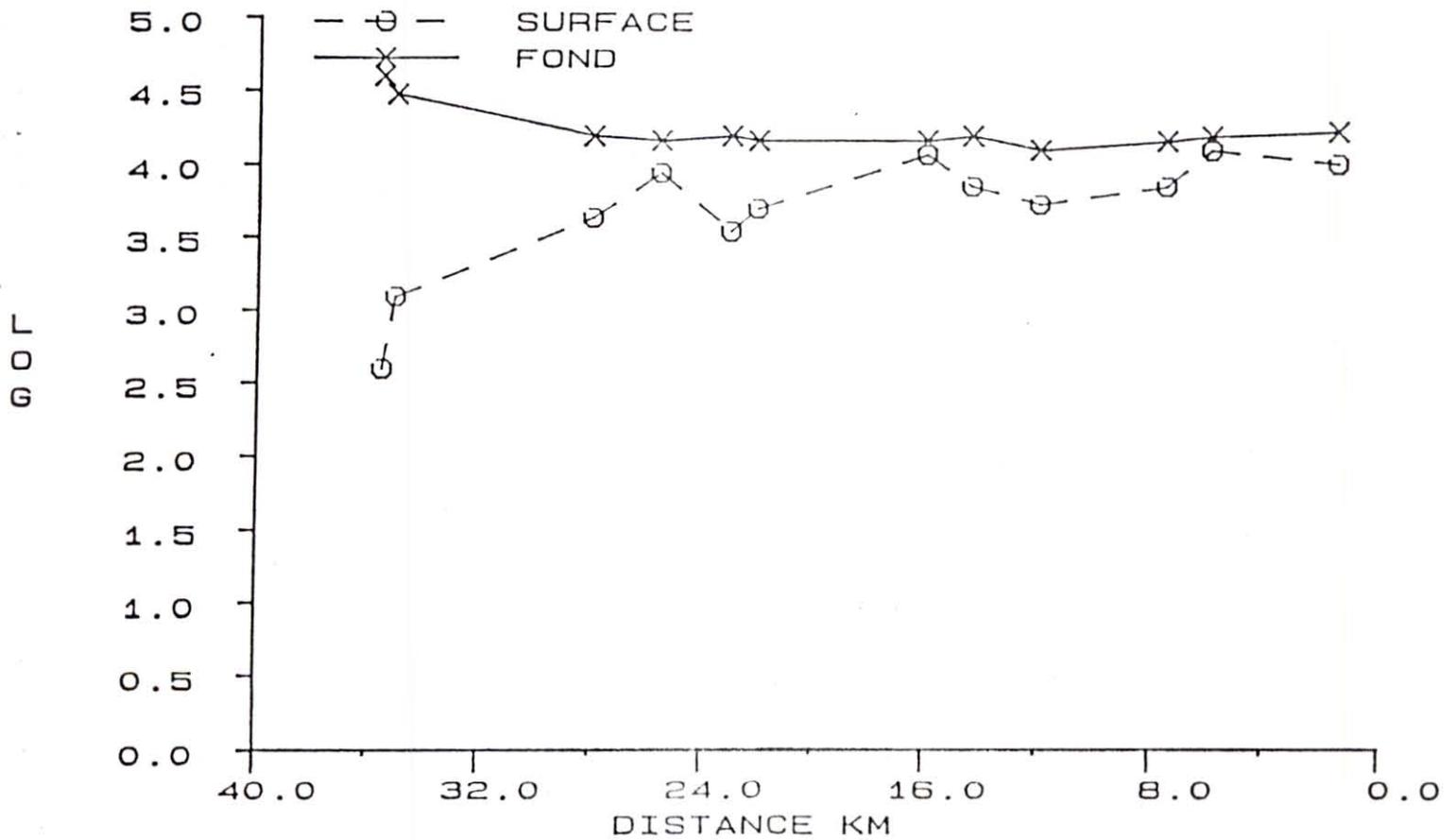


FIGURE 11

CHARENTE LE 14.11.89 M.MINERALES



SALINITE P.D.B LE 14.11.89

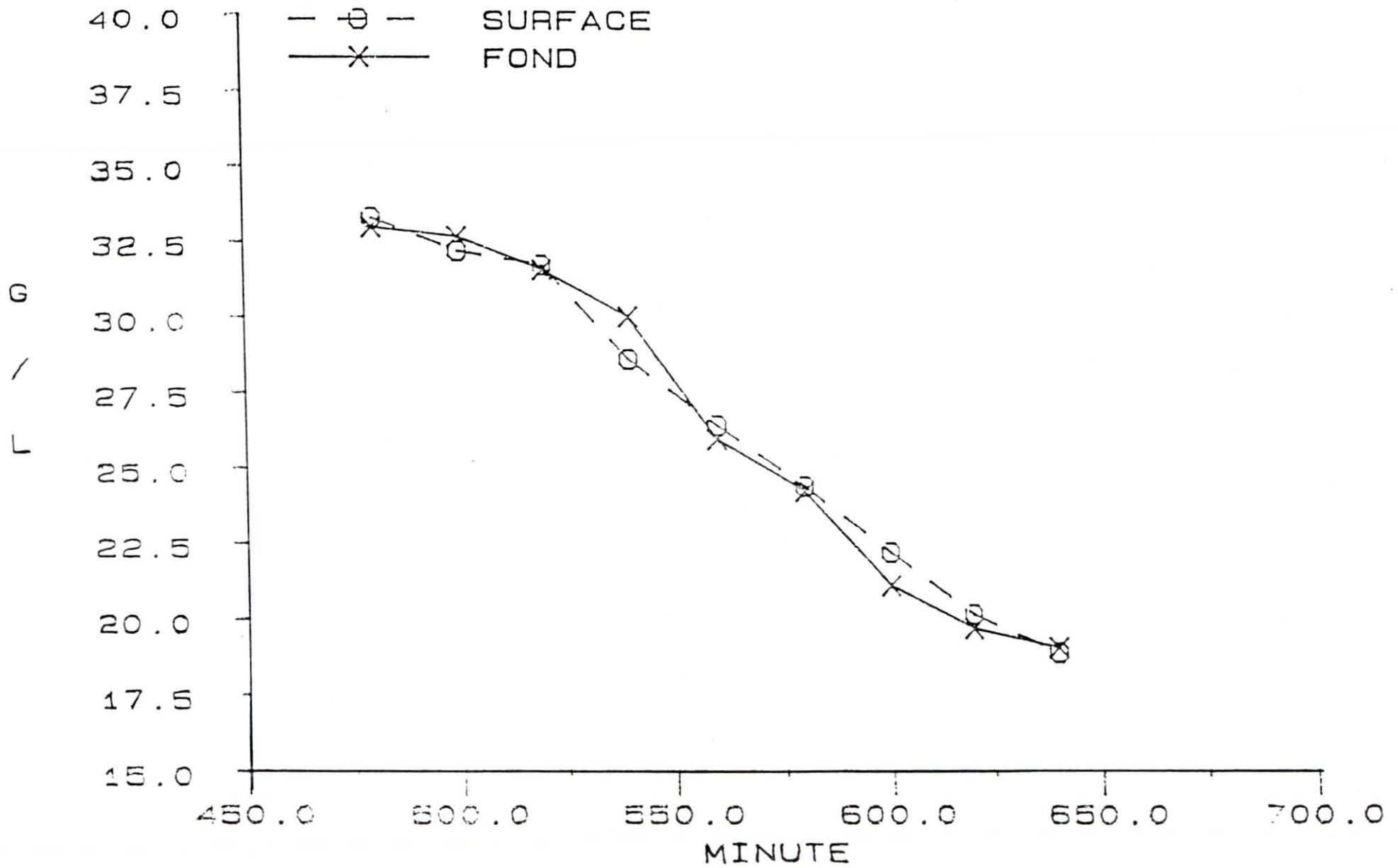


FIGURE 12

FIGURE 13

M. MINERALES P.D.B LE 14.11.89

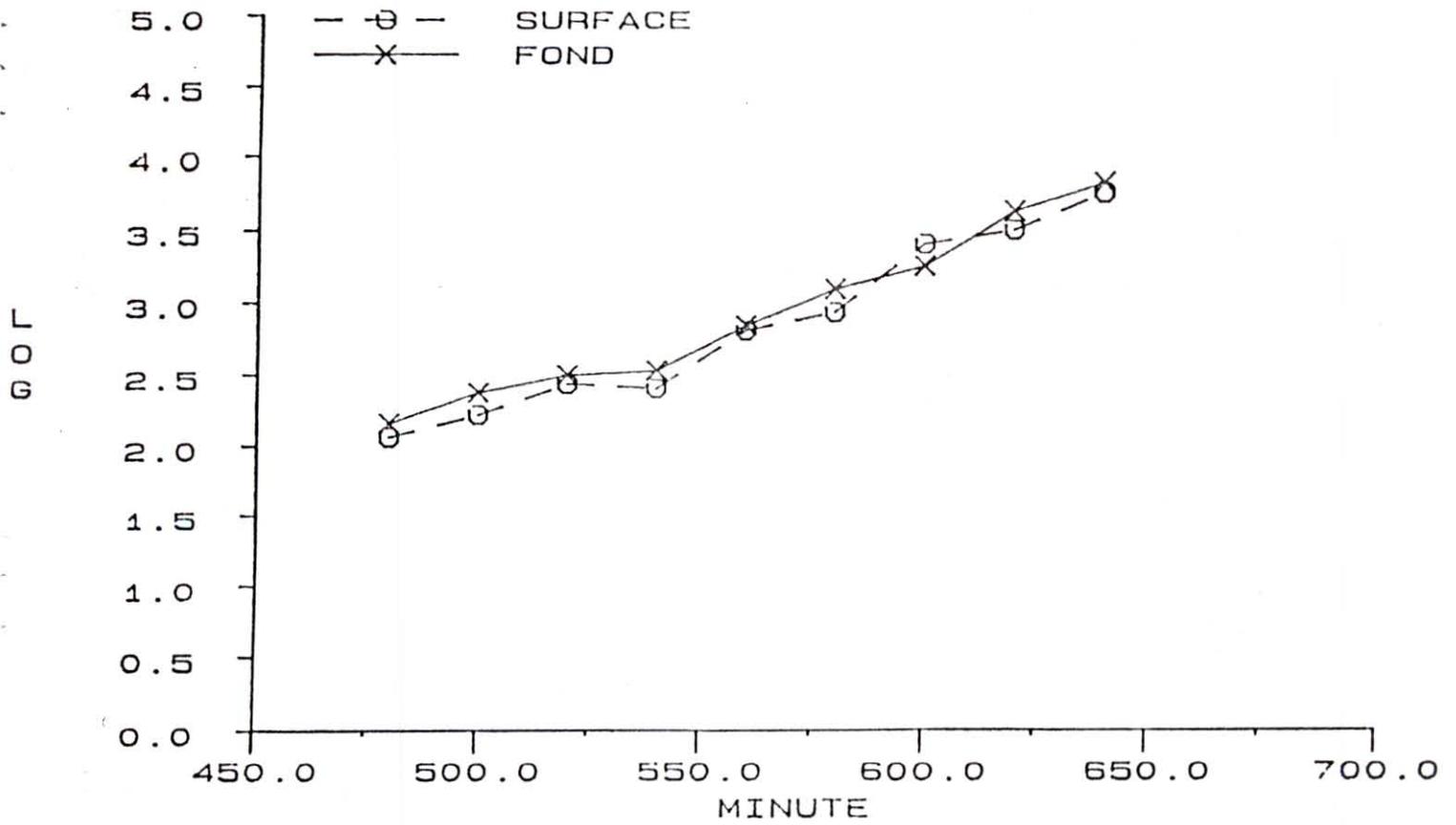


FIGURE 14

M. ORGANIQUES P.D.B LE 14.11.89

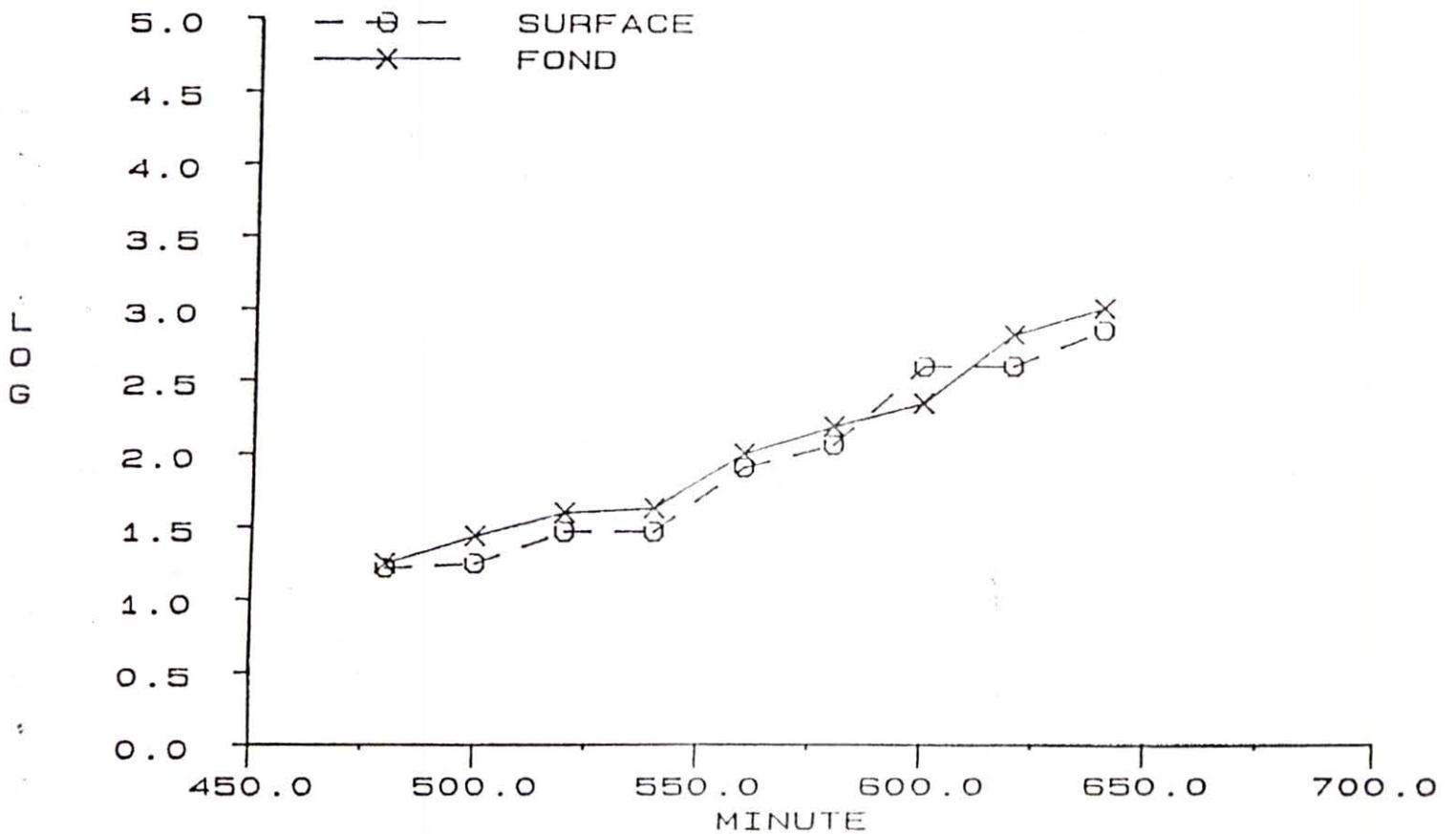


FIGURE 15

COLI.FECAUX P.D.B LE 14.11.89

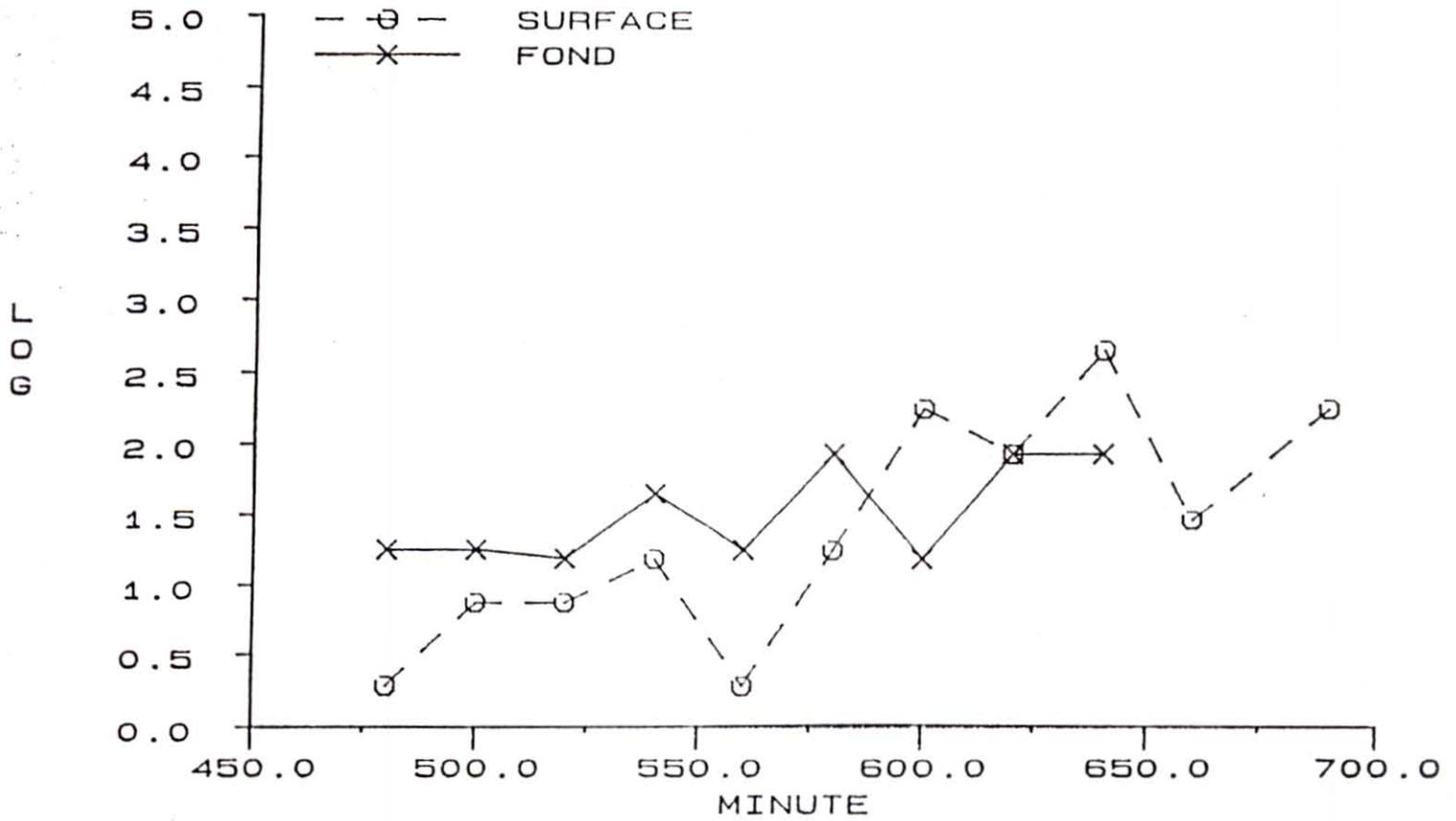
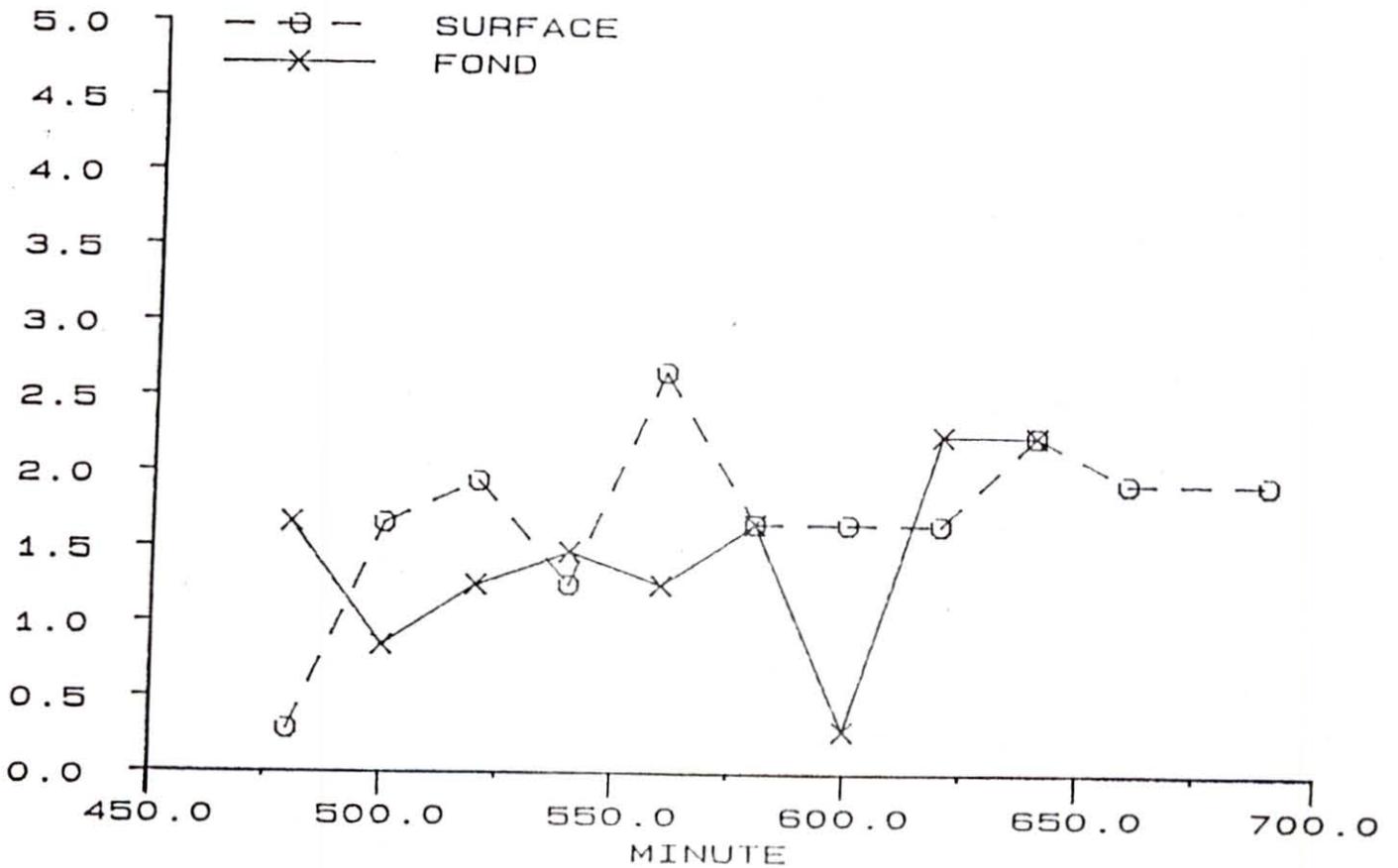


FIGURE 16

STREP.FECAUX P.D.B LE 14.11.89



CHARENTE LE 21.11.89 SALINITE

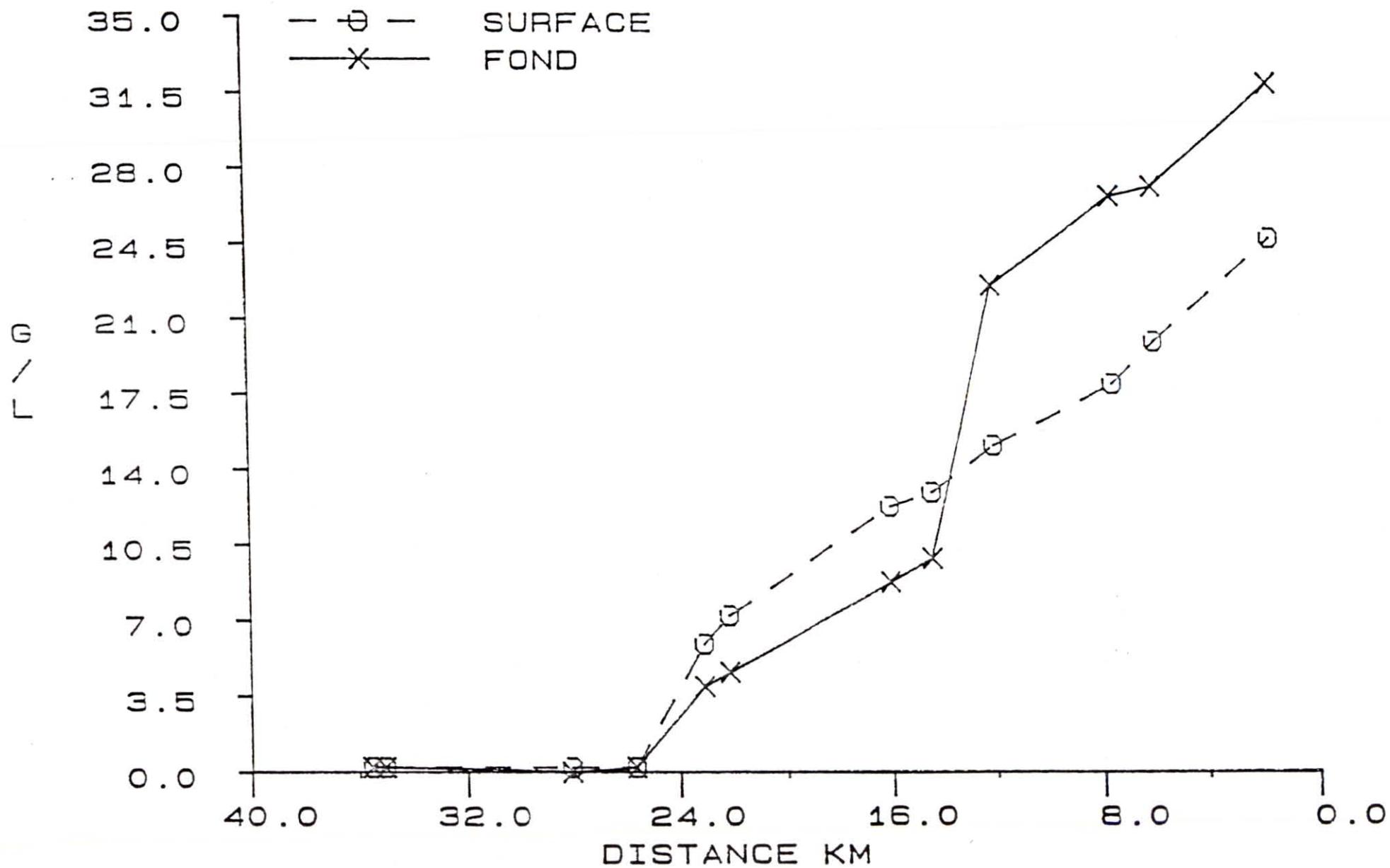


FIGURE 17

FIGURE 18

CHARENTE LE 21.11.89 M.MINERALES

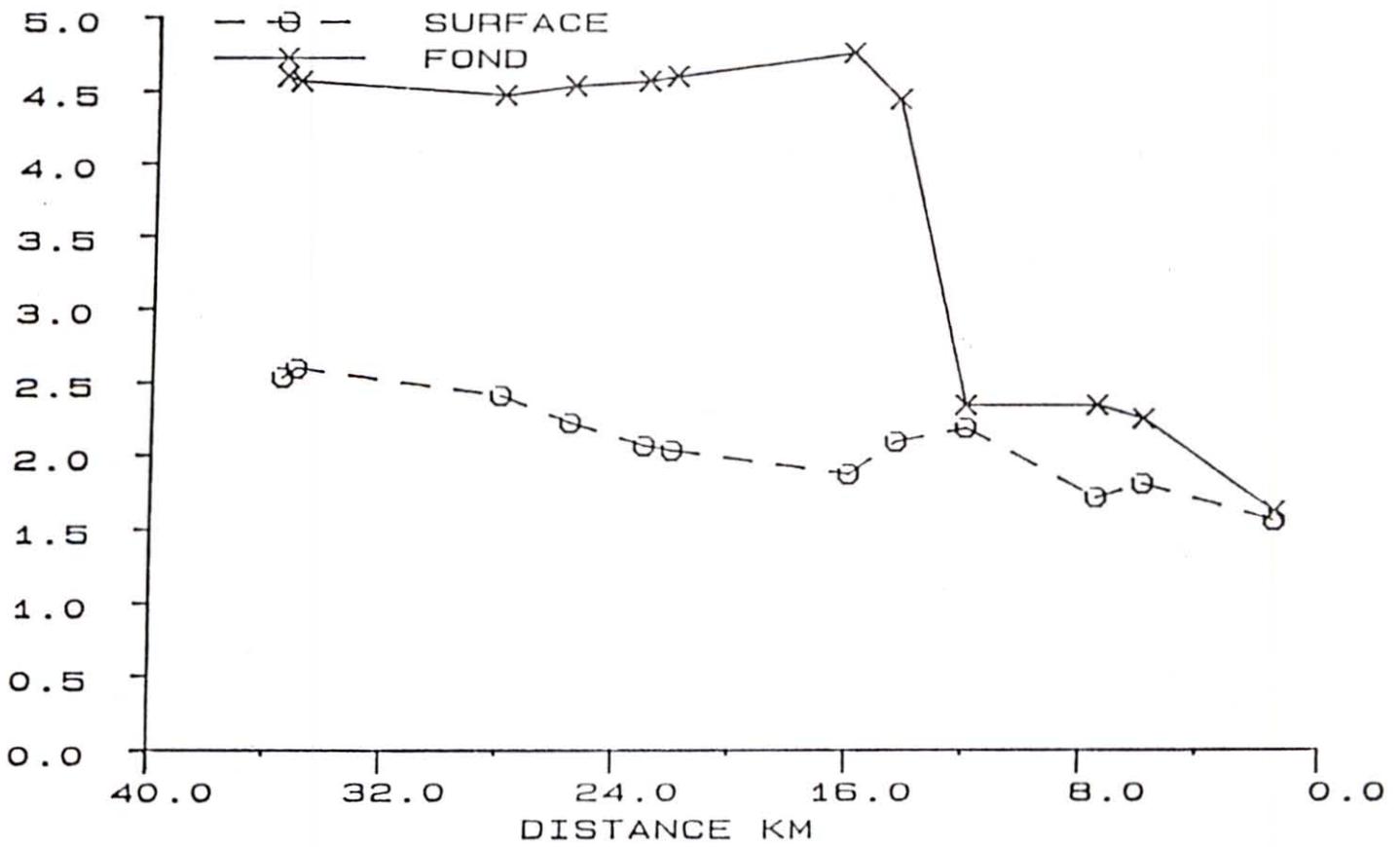


FIGURE 19

CHARENTE LE 21.11.89 M.ORGANIQUES

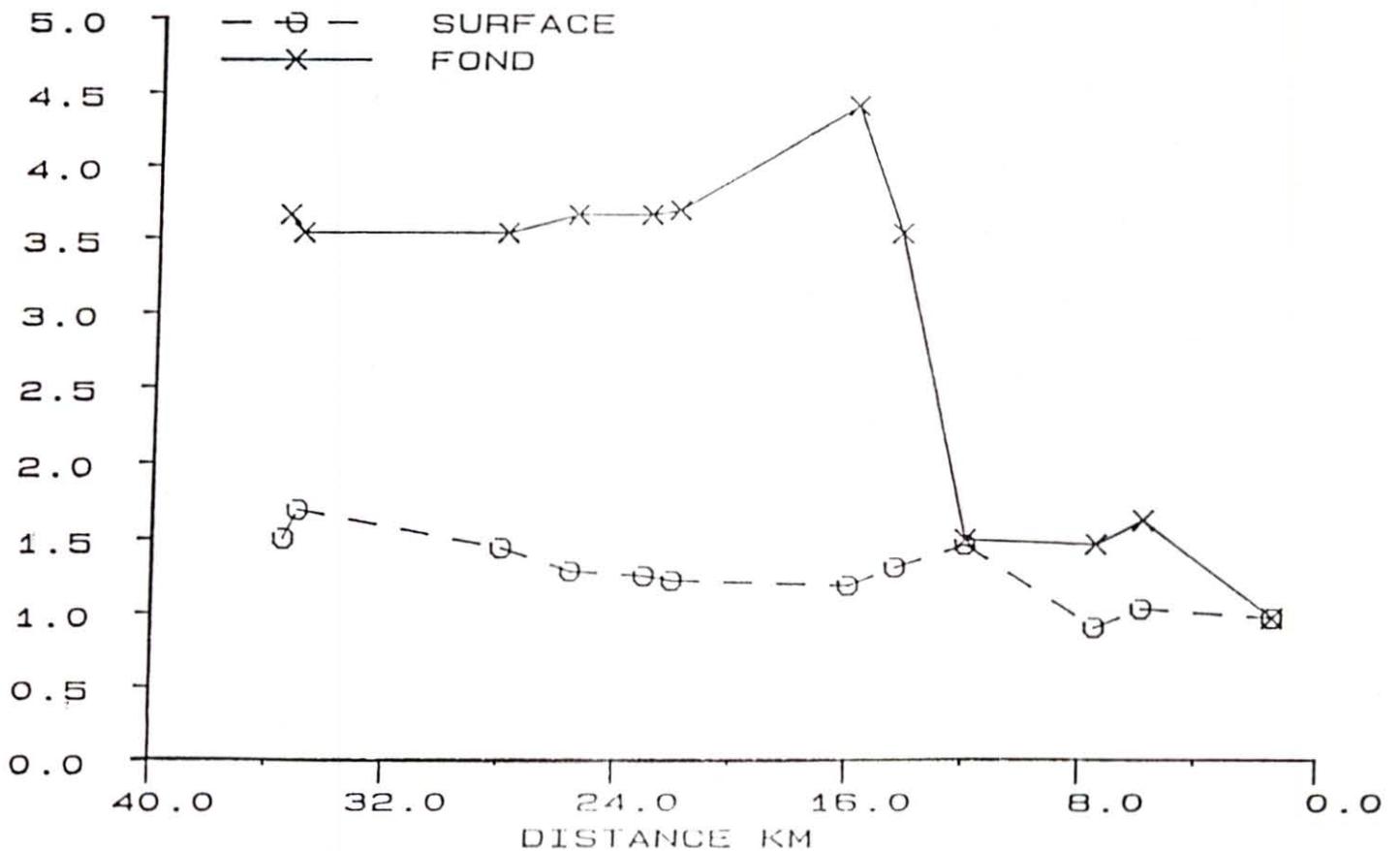


FIGURE 20

CHARENTE LE 21.11.89 COLI.FECAUX

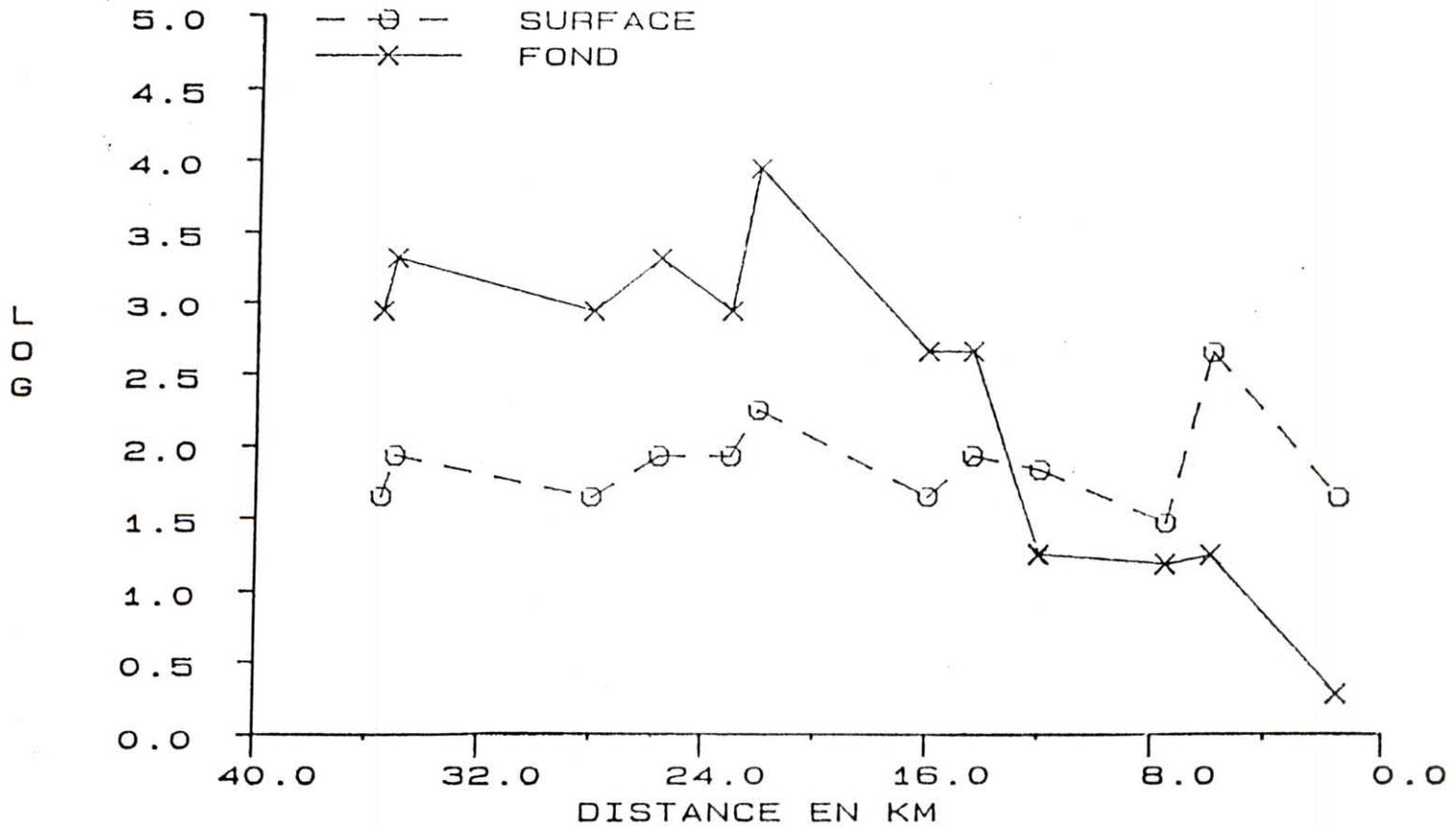


FIGURE 21

CHARENTE LE 21.11.89 STREP.FECAUX

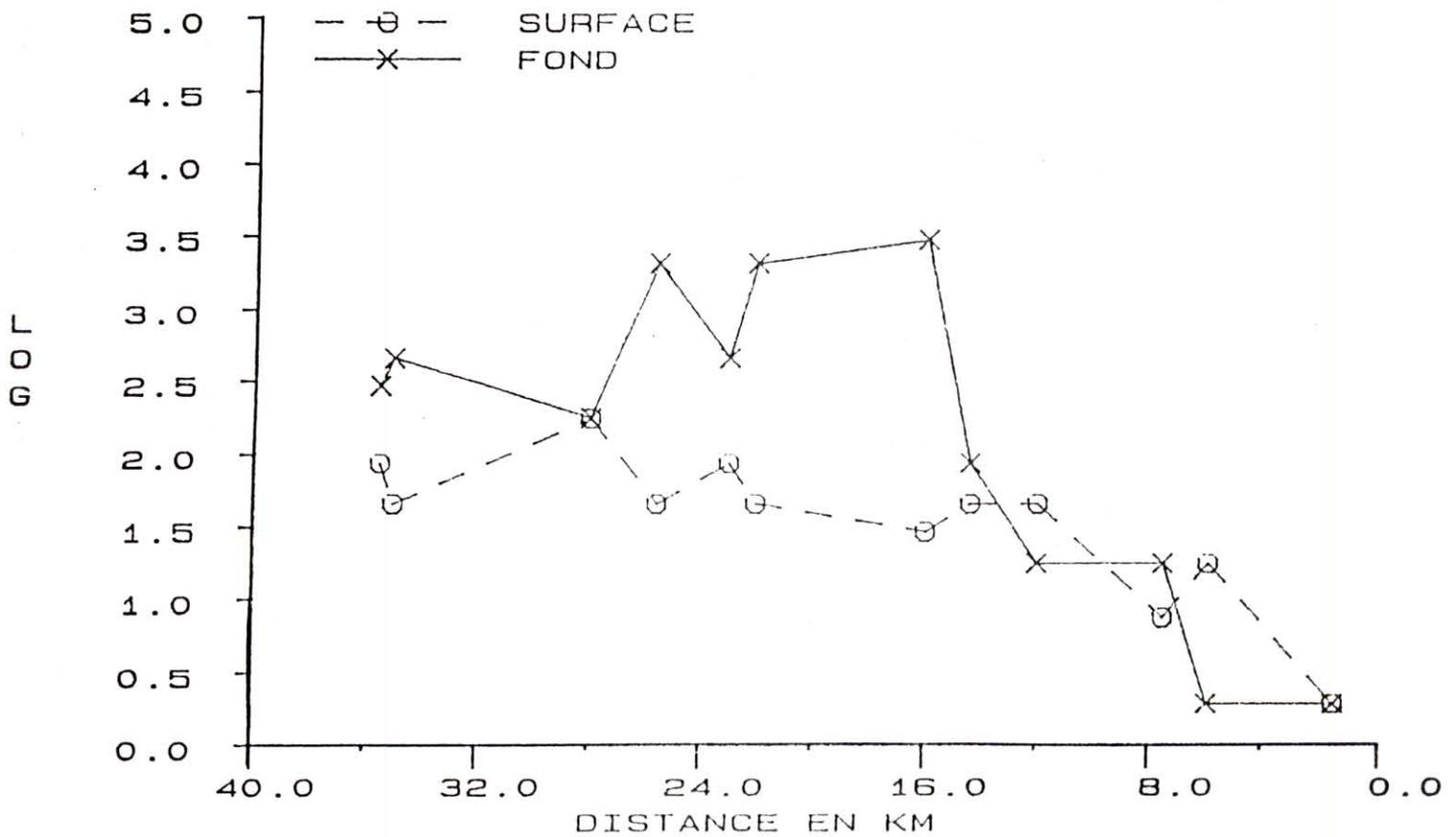
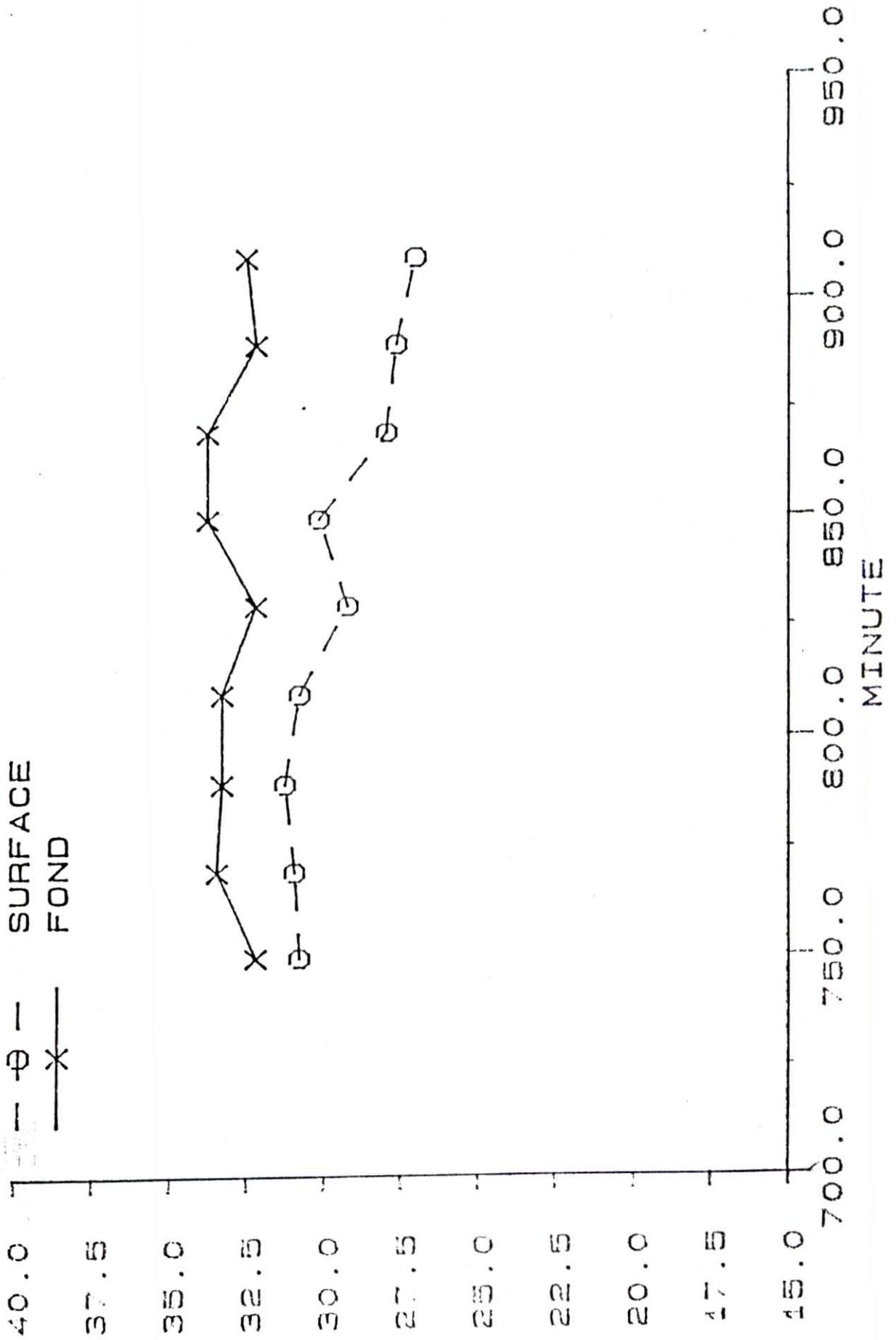


FIGURE 22

SALINITE P.D.B LE 21.11.69



109

FIGURE 23

M. MINERALES P.D.B LE 21.11.89

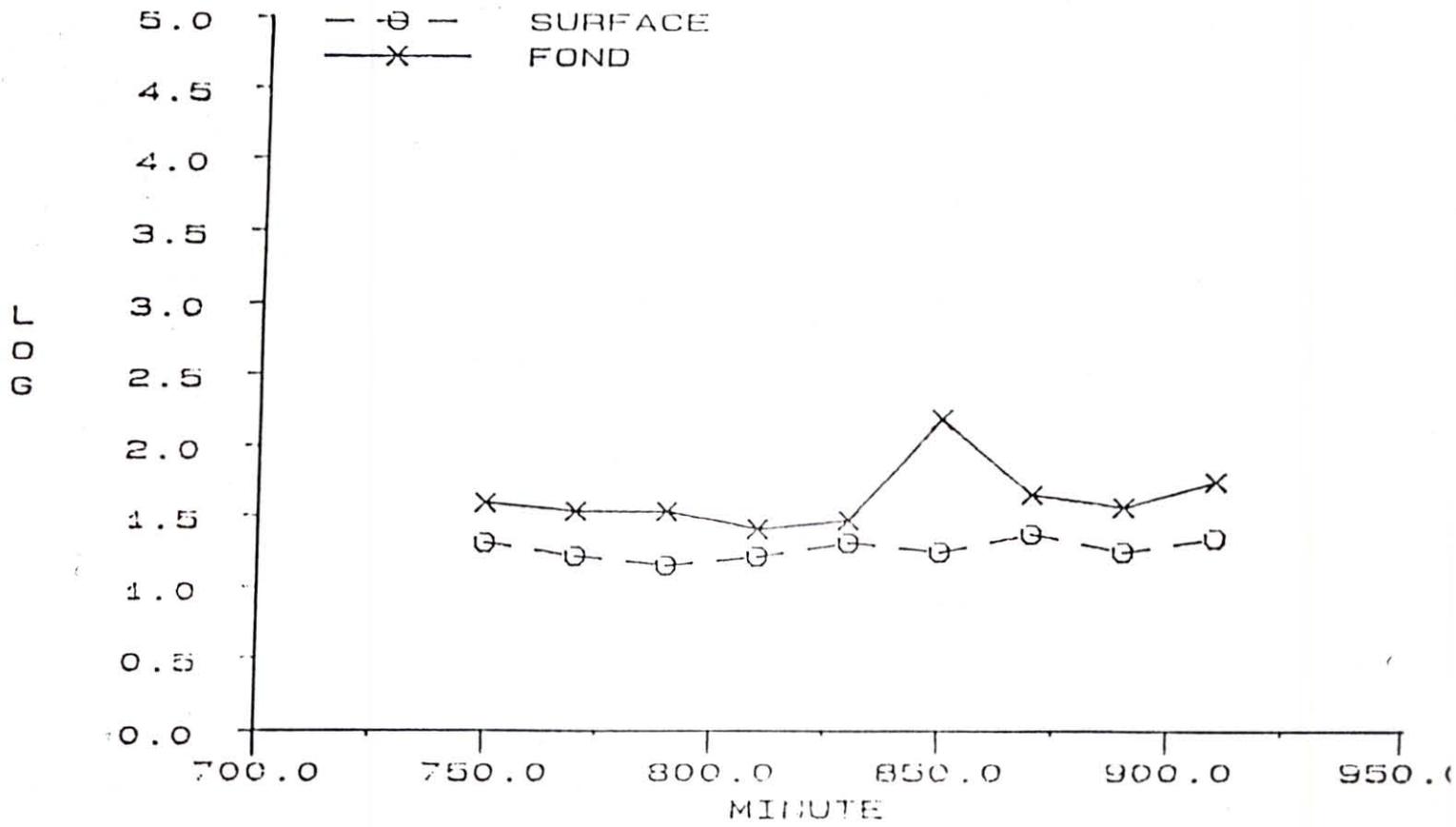


FIGURE 24

M. ORGANIQUES P.D.B LE 21.11.89

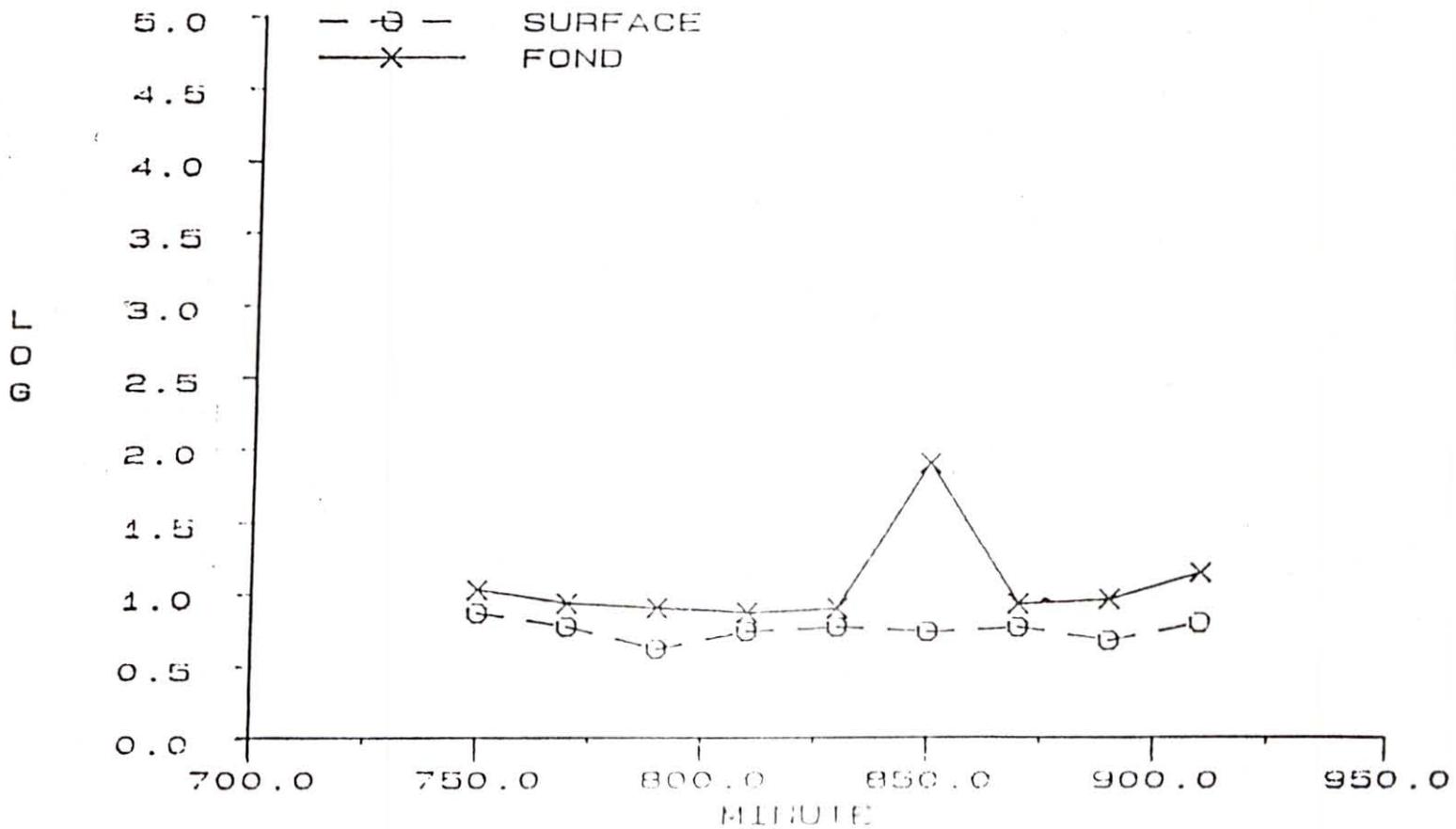


FIGURE 25
 COLI.FECAUX P.D.B LE 21.11.89

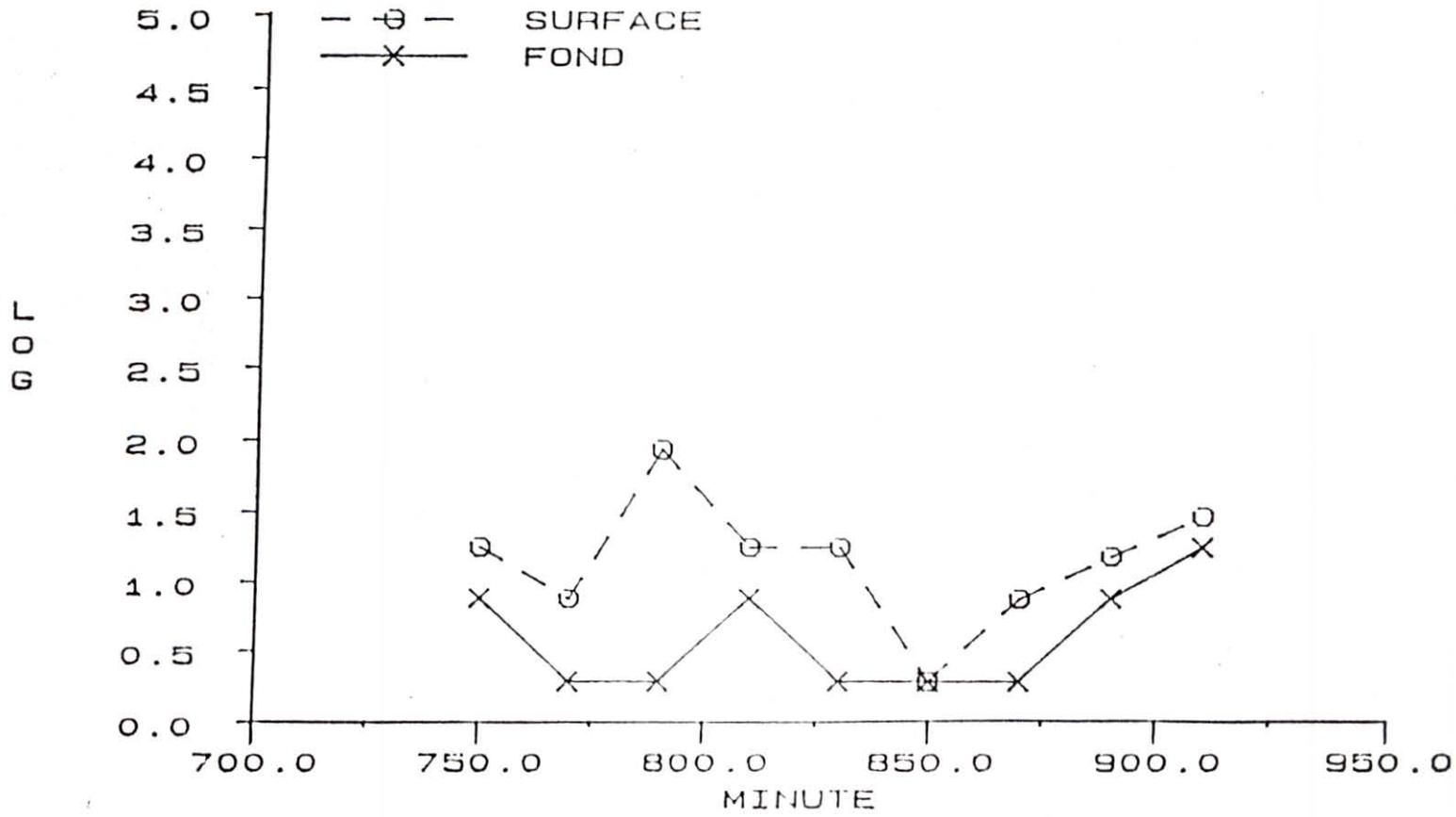


FIGURE 26
 STRE.FECAUX P.D.B LE 21.11.89

