

BULLETIN ZOOLOGISCH MUSEUM



Vol. 3 No. 22 26-IV-1974

REPARTITION ET ECOLOGIE D'AMPHIPODES (SURTOUT GAMMARIDES) DANS LE BASSIN ET L'ESTUAIRE DE LA RIVIERE DU DOURDUFF (BRETAGNE)

Marion J. van Maren

ABSTRACT

A. The stations 1-5 situated in the head of the Dourduff-estuary (Brittany, France), have been sampled monthly at springtide during the period of May-October 1971. The data obtained this way show a shifting in the populations of *Echinoгамmarus berilloni*, *Gammarus chevreuxi*, and *Gammarus zaddachi* from the upstream part of the estuary to more downstream and vice versa during the months in which the present investigations have been executed (fig. 3). It appeared that *E. berilloni* can exist in the head of the estuary, as long as *G. chevreuxi* and *G. zaddachi* are few in number or absent (i.e., May-September). When in September the latter two species repopulate the most upstream part of the estuary, *E. berilloni* disappears from this river section and was found only farther upstream.

Because it has been demonstrated that *E. berilloni* can sustain salinities up to 80‰ seawater (Vincent, 1966), the increased salinity in the head of the estuary, during the equinoctial springtides in autumn, can not explain the disappearance of this species in that part of the river. The reproduction period of *E. berilloni* falls during May and June.

B. On several places in the estuary of the Dourduff samples have been taken both in the main stream and in the brooklets discharging into it. This sampling resulted in a survey of the distribution of gammarids in the estuary in corre-

lation with some environmental factors (figs. 6 and 7).

C. A microgeographical analysis has been executed in the non-estuarine part of the Dourduff and its ramifications. The distribution of species in this part of the river system is shown in figure 5.

I. INTRODUCTION

De mai à octobre 1971 incl. des recherches ont été effectuées sur la répartition et l'écologie des Gammaridés dans le bassin du Dourduff (département Nord-Finistère, Bretagne). Les recherches furent subdivisées comme suit:

A - Echantillonnage mensuel à un certain nombre de stations dans la partie supérieure de l'estuaire du Dourduff (à grande marée) afin de pouvoir constater des changements éventuels dans la composition des espèces pendant la période de recherche et l'existence d'un rapport entre la salinité par grande marée et la présence de certaines espèces à ces stations.

B - Echantillonnage du reste de l'estuaire et des petits courants d'eau douce s'y jetant, afin d'obtenir une vue générale de la répartition des Gammaridés par rapport aux conditions du milieu régnant dans les divers biotopes de l'estuaire.

C - Analyse micro-géographique de la partie non-estuarienne du Dourduff et de ses ramifications, afin de pouvoir constater la répartition des Gammaridés par rapport à un certain nombre de facteurs du milieu.

II. LA REGION PROSPECTEE

Le Dourduff se jette dans la partie estuarienne de la rivière de Morlaix (fig. 1). A une centaine de mètres environ en amont de l'endroit où la Route Départementale 46 croise le Dourduff, il y a une pisciculture sur la rive droite. L'eau des viviers s'écoule dans la rivière. A quelques centaines de mètres en amont de cette pisciculture, un branchement conduit une partie de l'eau de la rivière vers les viviers. En aval du pont sur la D 46, se trouve un vieux moulin à eau (hors fonction) et sur ces lieux, une chute d'eau d'une hauteur de 1,50 m environ. Ici commence la partie de l'estuaire où l'influence de l'eau de mer se fait sentir pendant toute l'année lors des grandes marées. Dans cette partie, en aval de la chute d'eau, les algues brunes commencent à paraître. Il n'y a pas d'écluses dans l'estuaire du Dourduff, de sorte qu'à marée haute, la chute d'eau forme le seul obstacle à la pénétration de la marée montante en amont du moulin. Entre le pont sur la D46 et le moulin à eau, les rives sont principalement couvertes de prés. Sur la rive gauche, ces prés sont presque complètement inondés lors des grandes marées d'automne. La figure 1 et le tableau I donnent un aperçu de la situation des échantillonnages dans la partie non estuarienne du Dourduff.

La figure 2A représente schématiquement les coordonnées des stations d'échantillonnage 1-5 et les distances entre ces stations où mensuellement un échantillon fut prélevé par grande marée.

Le tableau II représente les conditions du milieu à ces endroits.

Dans la partie estuarienne du Dourduff des échantillons furent prélevés non seulement dans le cours principal, mais encore dans plusieurs

petits courants d'eau douce entre le niveau de marée haute et le lit de la rivière. Près du pont de la Route Départementale 76 (auprès du hameau du Dourduff) un affluent se déverse dans l'estuaire où un certain nombre d'échantillons fut pris également.

III. MATERIEL ET METHODES

Un échantillon de Gammaridés était récolté à marée basse au moyen d'une épuisette, aux stations 1-5, une fois par mois, pendant la période mai-octobre inclus; simultanément, des échantillons d'eau furent prélevés, à ces endroits, tant à marée haute qu'à marée basse et la température et le pH relevés. Cette dernière mesure, d'abord déterminée à l'aide d'un appareil électrique, fut ensuite effectuée avec du papier pH, l'instrument s'étant dérèglé. Au laboratoire, le titrage du Ca a été mesuré avec un "Oxford Titrator" et la teneur en Cl au moyen d'un "E.E.L. - Chloride mètre". On préleva une seule fois dans les autres stations un échantillon d'amphipodes et d'eau. (Les prélèvements dans la partie estuarienne en aval du moulin, furent toujours faits à marée basse, étant donné l'inaccessibilité de l'estuaire à marée haute). La température et le pH furent également notés pour toutes les stations, et pour certaines, le titre en O₂ de l'eau, défini à l'aide d'un "Delta Scientific, Model 85, Oxygen-meter". La situation géographique des ruisseaux dans l'estuaire du Dourduff a été déterminée avec boussole, mètre à ruban et angle d'inclinaison. Lors des recherches en question, les cartes suivantes ont été consultées: Carte Michelin No. 58, Brest-Quimper (échelle 1: 200.000) et la carte d'état major VI-15, Plestin-les-Grèves, (échelle 1: 50.000). En août 1971 encore quelques endroits entre 3 et 4' furent échantillonnés à marée basse. La position de ces stations (A, B, C et D) est représentée à la figure 2B. Le 9 août 1971, des échantillons d'eau ont été prélevés à la station B toutes les heures, pendant une période de 12 heures, afin de déterminer la concentration de Ca et Cl, tandis que la température et le pH étaient également mesurés.

IV. RESULTATS

Les espèces suivantes ont été observées:

Gammarus chevreuxi Sexton, 1913
Gammarus zaddachi Sexton, 1912
Gammarus crinicornis Stock, 1966
Gammarus duebeni celticus Stock & Pinkster, 1970
Gammarus duebeni duebeni Liljeborg, 1852
Echinogammarus berilloni (Catta, 1878)
Chaetogammarus marinus (Leach, 1815)
Melita palmata (Montagu, 1804)
Corophium volutator (Pallas, 1766)

Afin de déterminer la rivière la plus apte à être examinée, la prospection n'a pas été limitée au Dourduff, mais quelques autres bassins ont également fait l'objet de prélèvements. Ainsi, dans la Doufine, affluent de l'Aulne, plusieurs endroits furent échantillonnés, mais un seul fournit un résultat positif (*Echinogammarus berilloni*). Cette station se trouve en amont de Pont-de-Buis-lès-Quimerch. Juste en aval, la Doufine était très polluée. Au sud-ouest de Carantec (bourg au nord-ouest de Morlaix) un petit ruisseau qui se déverse sur la Grande Grève fut échantillonné. Il ne s'y trouvait qu'une seule espèce: *Gammarus duebeni*. Puis des échantillons ont été prélevés dans un ruisseau se jetant dans l'estuaire de la Penzé, près de la Route Départementale 58. L'influence des marées dans ce ruisseau était restreinte à la partie en aval de la route. Comme la différence d'altitude avec le reste de ce petit cours d'eau était trop grande, la partie en amont de la route n'était pas atteinte par l'eau de marée.

Aux mois de mai et juin enfin, quelques échantillons furent prélevés dans le bassin de l'Horn, situé à l'ouest de St. Pol-de-Léon. L'influence de l'eau de mer, lors des grandes marées, était encore perceptible au village de Brenesquen près du pont sur la route de Santec-Plougouln, mais à un endroit plus en amont près du village de Trégor, aucune influence n'était mesurable. Le tableau III donne un aperçu des Gammaridés présents dans l'Horn et des conditions de milieu aux stations d'échantillonnage. Après juin l'Horn ne fut plus échantillonné, car dans sa partie estuarienne, cette rivière était fortement polluée (regard d'un égout !).

a) Les stations 1-5

La figure 3 donne des valeurs de pH, température, Ca et Cl, mesurées aux stations 1-5 du mois de

mai jusqu'au mois d'octobre 1971 incl. Cette figure représente aussi les espèces de Gammaridés se trouvant à ces endroits lors de l'échantillonnage. Les stations 1', 3', 4' et 5' ne figurent pas dans cet aperçu, parce qu'à ces endroits l'échantillonnage n'a eu lieu qu'incidentellement, tandis qu'aux points 1, 2, 3, 4 et 5, il y a eu un recueil d'échantillons régulier et mensuel. La station la plus en amont (1') fut échantillonnée en juin et en octobre.

A cet endroit, l'eau est restée complètement douce à marée haute ces deux mois et *Echinogammarus berilloni* y était la seule espèce de Gammares. La station la plus en aval (5') ne fut échantillonnée qu'en octobre, étant donné qu'à cette époque on ne pouvait capturer que peu d'individus à la station 5. A la station 5' se trouvaient les mêmes espèces qu'à 5: *Gammarus zaddachi* et *Gammarus chevreuxi*. La station 3', en amont de 3 et à quelques mètres en aval du pont, fournissait toujours les mêmes Gammares que la station 3. En octobre, la station 3 était inaccessible à marée haute, mais il était possible de prendre un échantillon d'eau au-dessous du pont à 3'. A la station 4' les mêmes espèces étaient présentes qu'à 4.

Le 6 août 1971, on a défini le nombre d'espèces aux stations A, B, C et D. Cette micro-analyse de la rivière entre les stations 3 et 4 avait pour but un instantané de la limite extrême de répartition d'*Echinogammarus berilloni* dans le Dourduff. Ce Gammaré était encore présent jusqu'à B, à côté de *Gammarus chevreuxi* et *Gammarus zaddachi*. Ces dernières espèces se trouvaient à la station C tandis que la première disparaissait.

Afin de constater jusqu'à quel degré e.a. la salinité changeait sous l'influence de la marée à la station B, où *Echinogammarus berilloni* était encore tout juste présent, on a mesuré ici le 9 août 1971 pendant 12 heures: pH, température, teneurs en ions Ca et Cl. Les valeurs constatées pour ces facteurs sont représentées à la figure 4.

La décharge de toutes sortes de déchets (détritus de poissons, etc.) par la pisciculture près de la station 1 causait parfois une surcharge considérable dans l'eau de la rivière.

b) Analyse micro-géographique de la partie non-estuarienne du bassin du Dourduff.

La figure 5 donne un aperçu de la répartition des *Gammarus* dans la partie non-estuarienne du Dourduff et de ses affluents. Dans le tableau IV, on a représenté les conditions du milieu (et les *Gammarus*) aux différentes stations du bassin. Les échantillons des stations 7-14 ont été prélevés au mois de juin, ceux des stations 38, 39 et 46 en juillet. En août, les stations 60-69 ont été échantillonnées et en octobre on préleva un échantillon à la station 70. Les sources du Dourduff étaient introuvables, et leur situation n'est pas connue aux habitants de la région non plus. Apparemment, la rivière n'a pas une origine nettement définie, mais des sources diffuses.

c) Répartition des *Gammarus* dans l'estuaire du Dourduff

La figure 6 représente la répartition des *Gammarus* dans la partie estuarienne de la rivière et dans les petits ruisseaux d'eau douce y débouchant. A la base de la carte, on a marqué les phases successives des taux en ions Ca et Cl, mesurés à marée basse, dans le courant principal en remontant la rivière. La figure 6 représente de haut en bas: les stations avec *Chaetogammarus marinus* (sur le limon entre les lignes de niveaux des marées hautes et basses), les *Gammarus* dans le lit de la rivière, au-dessus de la ligne pointillée, les espèces trouvées dans les petits courants d'eau douce. Les *Gammarus* dans l'affluent du Dourduff près du pont de la Route Départementale 76 se trouvent à la figure 6 à gauche: un peu au-dessous des espèces provenant du lit du courant principal. La répartition des *Gammarus* dans les ruisseaux A, B, C, D et E est représentée de façon que les espèces figurant en haut sur la ligne pointillée correspondent à l'endroit le plus en amont dans ces petits courants, etc. Quant aux ruisseaux 1, 2 et 3, les espèces recueillies le plus en amont sont représentées en bas sur la ligne pointillée (ligne montante).

Dans la zone d'algues brunes, on a rencontré *Chaetogammarus marinus* partout dans l'estuaire sous les algues et sous les cailloux sur le limon. Cette espèce se trouvait aussi dans les petits cours d'eau sous les pierres couvertes de *Fucus* ou de *Pelvetia*. Parfois, des exemplaires de *Corophium volutator* ont été recueillis dans les échantillons. *Corophium* était souvent l'unique Amphipode présent, surtout sur les fonds vaseux

du Dourduff. Les stations d'échantillonnage négatives n'ont pas été incorporées dans la figure 6. Au niveau de la marée haute (lisière du bois) dans le cours d'eau D, on n'a pas trouvé de *Gammarus*, tandis que les endroits plus en aval de ce ruisseau ont donné des résultats positifs.

Les petits cours d'eau échantillonnés entre les niveaux de marée haute et de marée basse (lit de la rivière) contenaient tous de l'eau limpide, courant rapidement. Leur largeur variait de 0,20 m à 1,20 m, la profondeur de 0,03 à 0,10 m. Le fond était constitué de cailloux ou de graviers (parfois des deux) se changeant graduellement, plus en aval, en limon. La figure 7 montre deux coupes transversales schématisées de l'estuaire, là où deux ruisseaux (A et B) y débouchent, avec les zones différentes qui se trouvaient à peu près partout aux endroits des petits ruisseaux. Dans cette figure, on voit aussi les phases successives des valeurs en ions Ca et Cl dans les ruisseaux, à partir du niveau de marée haute jusqu'au lit de la rivière. En B, la zone de *Fucoidea* faisait défaut à côté du courant, mais elle était présente dans le ruisseau même. La plupart des ruisseaux contiennent une zone exclusivement d'*Enteromorpha*, un peu plus bas une zone mixte avec l'*Enteromorpha* et des algues brunes, puis une zone d'algues brunes seules, passant à une zone de limon sans aucune végétation près du cours d'eau principal. Dans le grand méandre entre les ruisseaux C et D (rive droite de l'estuaire) il y a une sorte de plateau avec un certain nombre de cuvettes dont le fond est constitué d'argile rouge. On n'y a pas trouvé de *Gammarus*. Ces cuvettes montraient des stades différents d'engravement: dans l'eau et le long des bords, il y avait une végétation de *Salicornia* et sur les parties plus hautes, une végétation d'*Obione* autour. A cet endroit, se trouve la limite la plus en amont de *Salicornia* dans l'estuaire (c.à.d. sur la rive droite).

d) Périodes de reproduction des différentes espèces de *Gammaridés*

Pendant toute la durée des recherches, on a trouvé des exemplaires de *Gammarus chevreuxi* en précopulation. Pour *Gammarus zaddachi*, ceux-ci n'ont été observés qu'aux mois de mai, juin et juillet. En juin, on a recueilli aussi des juvéniles de cette dernière espèce, surtout dans la

partie de l'estuaire qui est influencée toute l'année par l'eau de mer à marée haute, le nombre de précopulations étant grand. Aux mois de mai et de juin, on a trouvé des précopulations de *Gammarus duebeni celticus*. En juin et juillet, on a rencontré des femelles ovigères de *Melita palmata*. Bien qu'en août et en septembre, il y eût encore quelques précopulations d'*Echinogammarus berilloni*, la plupart furent constatées dans les mois de mai et de juin. Au cours de cette période, des femelles ovigères et des juvéniles de cette espèce furent trouvées aussi dans les échantillons.

V. DISCUSSION

Gammarus chevreuxi fut bien trouvé en mai, juin et juillet à la station 2, mais en nombre très restreint. En août, cette espèce n'y fut plus rencontrée du tout. Dans la figure 3, on peut voir qu'en septembre, l'espèce en question fut recueillie de nouveau à la station 2 et qu'en octobre, elle se trouvait encore plus en amont, c.à.d. à la station 1. Cette repopulation du "head" de l'estuaire coïncidait avec la présence des grandes marées d'automne (le plus fort coefficient de la marée haute fut constaté en octobre). Le déplacement de la population de *chevreuxi* de l'amont vers l'aval et vice-versa plus tard, dans la partie supérieure de l'estuaire, concorde totalement avec le fait que ce Gammarus effectue successivement une migration en aval, puis en amont, comme on a pu le constater en septembre 1969 et en mars 1970 (Dennert, Van Maren & Dennert, non publié). D'après Sexton (1924) *Gammarus chevreuxi* se reproduit toute l'année, ce que nous confirmons, car nous avons trouvé des individus en précopulation pendant toute la durée de nos recherches.

Dans la partie en amont de l'estuaire, on a mesuré à la station 4, pendant la grande marée d'octobre, une teneur en Cl de 19300 mg/l. A cet endroit, on a rencontré à la même date, à marée basse, un très grand nombre d'individus de *Gammarus chevreuxi* parmi lesquels certains étaient en précopulation. A la station 5 (en aval de la chute d'eau) où le nombre de gammares était faible en octobre, on n'a pu recueillir d'échantillons d'eau du fond à haute marée, à cause du niveau élevé. La répartition de *Gammarus zaddachi*

est aux endroits 1-5 exactement identique à celle de *Gammarus chevreuxi* pendant les mois de mai-septembre incl. Dennert et al. (1969) mentionnent que la migration en amont de *Gammarus zaddachi* n'a lieu que pendant la période septembre-décembre et que pendant le reste de l'année la migration en aval est prédominante. Ceci correspond au fait que le nombre de *G. zaddachi* récolté aux endroits le plus en amont dans l'estuaire de mai à août incl. fut minime. Tandis qu'en août, ce Gammarus était absent dans l'échantillon de la station 2, il était de nouveau présent à cet endroit en septembre. Comme *G. zaddachi* ne représente dans le Dourduff qu'une petite fraction des Gammares présents (Dennert, Van Maren & Dennert, non-publié) il y a peu de chance de trouver cette espèce dans un échantillon d'épuisette, quand il n'y a qu'une mince population de cette espèce à un certain endroit. C'est peut-être la raison pour laquelle on n'a pas rencontré de *G. zaddachi* en octobre, dans l'échantillon provenant de cette station.

La présence d'individus juvéniles de *G. zaddachi* en juin dans l'estuaire du Dourduff (en aval du moulin à eau) n'est pas en contradiction avec les données de Kinne (1952) et Dennert et al. (1969). *Gammarus zaddachi*, pour lequel Den Hartog (1964) mentionne qu'il tolère de grandes fluctuations en S, pénètre un peu plus loin en aval dans l'estuaire que *G. chevreuxi*. Aux stations 1 et 2 dans la rivière de l'Horn, où *G. zaddachi* est le seul Gammarus présent, on a constaté au mois de mai une différence d'environ 14000 mg/l dans la concentration en ions Cl à marée haute et à marée basse. Dans les petits cours d'eau douce, on a aussi trouvé *G. zaddachi* entre les niveaux de marée haute et de marée basse.

Apparemment, *Echinogammarus berilloni* peut se maintenir à la station 2 tant que *G. chevreuxi* et *G. zaddachi* y sont peu nombreux (en mai-juillet incl.) ou presque absents (en août). En septembre, lorsque la population de *G. zaddachi*, et surtout celle de *G. chevreuxi*, était très augmentée, on n'a plus trouvé d'exemplaires de *E. berilloni* dont on a recueilli pourtant un assez grand nombre plus en amont à la station 1. En octobre, on n'a trouvé à cet endroit, que quelques ex. de *E. berilloni* avec un grand nombre de *G. chevreuxi*. *E. berilloni* n'était abondant, à nouveau, qu'à la station 1, où *G. chevreuxi* faisait

défaut. Les expériences de Vincent (1966) ont démontré qu'*E. berilloni* peut encore vivre dans des eaux contenant jusqu'à 80% d'eau de mer. La figure 4 montre aussi que cette espèce supporte des concentrations en ions Cl (ainsi que des taux de Ca) considérablement élevés (à la station B, jusqu'à 19400 mg/l à marée haute). Salmon (1962) fait aussi mention de l'euryhalinité de ce Gammarus. Vincent (1971) suppose que la répartition géographique d'*Echinogammarus berilloni* est déterminée aussi bien par la température que par le taux de Ca. Il faut que ces deux facteurs soient au-dessus d'une certaine valeur-limite pour la récupération normale du calcium de la carapace après la mue. Pour la concentration en ions Ca, l'auteur en question donne une valeur-limite de 15 mg/l. Pacaud (1944) mentionne qu'*E. berilloni* est absent des rivières à des températures hivernales au-dessous de 3°C. La température de l'eau dans la partie en amont de l'estuaire n'a pas baissé au-dessous de 4,5°C pendant l'hiver de 1971/1972. Bien qu'à la plupart des stations, où *E. berilloni* fut recueilli, on a constaté lors des recherches une concentration en ions Ca de 15 mg/l ou davantage, cette valeur fut à quelques endroits, au-dessous de 15 mg/l. Ceci s'accorde avec les résultats mentionnés par Pinkster et al. (1970) pour *E. berilloni*.

Etant donné que les expériences de Vincent (1971) ont démontré que le choix du milieu par *E. berilloni* n'est aucunement influencé par le pH, ce facteur peut être négligé ici.

Dans la partie non-estuarienne du Dourduff, *E. berilloni* est le Gammarus le plus répandu. Sa répartition dans cette partie du bassin est identique à celle trouvée par Stock, Nijssen & Kant (1966) dans la Slack (Pas-de-Calais): *E. berilloni* domine dans une partie des cours moyen et supérieur de la rivière. Dans les petits affluents et dans les parties le plus en amont du cours principal du Dourduff, cette espèce fut trouvée avec *G. duebeni celticus* ou bien celle-ci la remplaçait tout-à-fait (fig. 5). Pinkster et al. (1970) mentionnent que, dans les cours où *Gammarus pulex* fait défaut, *G. duebeni* est présent partout dans le bassin, de la source jusqu'à l'estuaire, tandis que la répartition d'*E. berilloni* est restreinte au cours moyen. Ceci ne concorde pas avec la répartition de ces deux Gammaridés dans le bassin du Dourduff: *G. duebeni*

n'y avait pas une répartition ininterrompue de la source jusque dans l'estuaire, malgré l'absence de *G. pulex*.

Dans l'estuaire du Dourduff, *E. berilloni* ne fut rencontré que dans les parties des petits cours d'eau douce, situées au-dessus du niveau de haute marée (fig. 7, ruisseau B). Dans la partie non-estuarienne de l'affluent qui débouche dans l'estuaire du Dourduff, *E. berilloni* était présent.

Les résultats des recherches présentes montrent que la période de reproduction la plus importante d'*E. berilloni* se situe en mai et juin. La répartition d'*E. berilloni* dans le "head" de l'estuaire concorde beaucoup avec les résultats mentionnés par Dennert et al. (1969) par rapport à la présence de cette espèce dans la Slack (Pas-de-Calais): en quittant la partie la plus en amont de son aire de répartition *G. zaddachi* y est remplacé par *E. berilloni* Stock, Nijssen & Kant (1966) ont constaté qu'*E. berilloni* était présent sur une certaine distance de la Slack à côté des espèces *G. pulex* et *G. fossarum* sans aucune concurrence, mais qu'aux endroits où *G. zaddachi* apparaissait, *E. berilloni* se faisait rare.

En accord avec les résultats mentionnés dans la littérature, on peut donner l'explication suivante sur la répartition d'*E. berilloni* dans le Dourduff pendant les mois de mai-octobre incl.: comme la période principale de sa reproduction coïncide avec la migration de *G. chevreuxi* et *G. zaddachi* quittant la partie le plus en amont de l'estuaire, *E. berilloni* est à même d'étendre son aire de répartition vers l'aval. En automne, lorsque les deux autres Gammarus commencent à repeupler la partie en amont de l'estuaire, sous l'influence des grandes marées, *E. berilloni* est délogé de cette partie du Dourduff. Il faut ajouter que la population d'*E. berilloni* est alors beaucoup plus faible que dans la période de sa reproduction au printemps. Un autre argument en faveur de la présence des espèces compétitives (bien résistantes toutes les deux aux fluctuations-S) comme facteur limitatif pour *E. berilloni* est qu'aux points d'échantillonnage où cette espèce est l'unique Gammaridé, on en a toujours vu des quantités assez grandes; ceci est peut-être le cas pour la station 1' en octobre. Pinkster et al. (1970) mentionnent la concurrence des espèces, comme facteur limitatif principal, lors

de la pénétration des espèces d'eau douce dans les eaux saumâtres, et non pas, en premier lieu la salinité plus élevée de ce milieu.

Dans le bassin du Dourduff on a rencontré *Gammarus duebeni celticus* aux endroits où la largeur variait entre 0,40 et 1,50 m et la profondeur entre 0,05 et 0,20 m, dans la partie non-estuarienne de la rivière. Cette constatation ne contrarie point les résultats obtenus par Pinkster et al. (1970) sur cette espèce.

Dans l'estuaire du Dourduff, *Gammarus duebeni duebeni* était présent, à marée basse, dans les petits cours d'eau entre le niveau de marée haute et le lit de la rivière, mais pas dans le cours principal. Den Hartog (1964) mentionne que *G. duebeni duebeni* se trouve dans toute la zone de marée, de l'estuaire aux Pays-Bas, sauf au-dessous du niveau de marée basse, où *G. zaddachi* est habituellement l'espèce dominante. Cette constatation s'accorde avec nos résultats. Stock, Nijssen & Kant (1966) rapportent, comme Pinkster et al. (1970), que les deux espèces mentionnées ci-dessus présentent une concurrence mutuelle. Dans les petits cours d'eau douce qui se jettent dans l'estuaire, on a trouvé à plusieurs endroits *G. zaddachi* avec *G. duebeni duebeni*. Ces petits ruisseaux sont étroits et peu profonds (largeur entre 0,30 - 0,80 m, profondeur 0,30 - 0,05 m).

La répartition des différentes espèces dans l'Horn est exactement en accord avec les données de Pinkster et al. (1970) sur cette rivière. Il paraît que les populations de *G. duebeni* dans les parties en amont de l'Horn sont composées d'individus de *Gammarus duebeni celticus*: la forme d'eau douce de ce gammar. Aux mois de mai et de juin, on a trouvé des ex. en précopulation de cette dernière espèce.

Le fait de ne pas avoir rencontré de précopulations chez *G. duebeni duebeni* de juillet à octobre (en mai on n'a pas échantillonné dans l'estuaire) n'est pas contraire aux résultats de Pinkster et al. (1970) sur *duebeni*. En juin non plus, il n'y avait pas de précopulations dans un échantillon avec *G. duebeni duebeni*. Le hasard mis à part, le manque de précopulations pendant ce mois (on n'a recueilli qu'un seul échantillon avec *G. duebeni duebeni*) pourrait s'expliquer peut-être par ce qui suit: les observations des auteurs nommés ci-dessus se rapportent à *G. duebeni duebeni* des régions plus au nord, et non à

ceux originaires de Bretagne.

Comme la période de reproduction dépend de la température, les différences climatologiques expliqueraient peut-être l'écart d'un mois entre les résultats de Bretagne et ceux de Pinkster et al. et Kinne, des parties plus septentrionales d'Europe.

Melita palmata fut trouvée depuis la moitié de l'estuaire jusqu'au point où le Dourduff débouche dans la rivière de Morlaix. L'affluent du Dourduff qui se déverse dans l'estuaire montrait une répartition identique pour cette espèce. *Melita* se trouvait aussi dans quelques-uns des petits cours d'eau douce (à marée basse) entre les niveaux de marée haute et de marée basse. Dans le ruisseau D, avec une profondeur de 0,03 - 0,05 m, on a mesuré une concentration en ions Cl de 61 mg/l (à marée basse). *Melita palmata* avec *G. zaddachi* furent trouvés à cette station. La teneur de 61 mg/l Cl est beaucoup plus basse que la limite inférieure de 7000 mg/l mentionnée par Den Hartog, (1964) pour *Melita*. Stock, Nijssen & Kant (1966) ont constaté une teneur de 1150 mg/l Cl pour l'embouchure de la Slack, à l'endroit où l'espèce en question commence à se manifester. Le fait qu'on a trouvé des femelles ovigères de *Melita palmata* en juin et juillet confirme les données de Den Hartog sur la période de reproduction.

Chaetogammarus marinus se rencontrait, à partir du moulin à eau jusqu'à l'endroit où le Dourduff débouche dans l'estuaire de Morlaix, sous les pierres et sous des algues dans la zone des Fucoidea. Ceci correspond au biotope que Den Hartog (1964) mentionne pour cette espèce. Lors de nos recherches, cependant, ce gammar fut trouvé sur un substrat de boue, lors que le présent auteur dit de ne l'avoir jamais rencontré sur un fond de vase molle. Sexton & Spooner (1940) mentionnent aussi, en plus des petits cailloux et d'un substrat mixte, un fond de vase molle pour cette espèce. Les observations de Vader (1965) y sont conformes, car lui aussi a pris *Chaetogammarus marinus* à des endroits très vaseux.

Sauf dans la zone d'algues brunes, au dehors des petits cours d'eau douce, *Chaetogammarus marinus* fut trouvé aussi sur les pierres couvertes d'algues brunes (souvent *Pelvetia*) dans les petits ruisseaux. Comme ces pierres ne sont sub-

mergées qu'à marée haute, les conditions de milieu ne diffèrent presque pas, ici, de celles de la zone des Fucoidea, en dehors des petits courants. La récolte d'individus de *Ch. marinus* en précopulation, au mois de juin n'est pas en contradiction avec les résultats de Den Hartog (1964).

Corophium volutator fut trouvé à plusieurs endroits sur fond vaseux dans l'estuaire. Ceci est tout-à-fait conforme aux données de la littérature (e.a. Muus, 1967) sur le milieu de cette espèce.

Gammarus crinicornis ne fut trouvé qu'à une seule station: près de l'embouchure du Dourduff. A cet endroit, en août, on a mesuré à marée basse une teneur en ions Cl de 15.000 mg/l et en Ca 262 mg/l. Stock, Nijssen & Kant (1966) mentionnent la présence de ce Gammarus au niveau de marée basse sous des pierres et sous des déchets d'algues sur la grève où des influences estuariennes sont perceptibles. Ce milieu est identique à celui de *G. crinicornis* dans le Dourduff.

Le fait que l'eau interstitielle est d'une salinité beaucoup plus élevée que l'eau de la rivière à marée basse (Nooter & Liebrechts, 1971), ressort à la figure 7. La hausse en Cl de l'eau, de la zone d'algues brunes à peu près, jusqu'au lit de la rivière, doit être causée par le mélange de l'eau douce des ruisseaux avec de l'eau plus salée de l'interstitium.

Green (1968) dit que *Salicornia* forme la première végétation qui colonise la vase vierge dans les "middle reaches" de l'estuaire et les résultats de nos recherches en sont une confirmation. Tandis que la végétation dans les ruisseaux montrait des zones distinctes, il n'était pas possible de donner un schéma général quant à la répartition des amphipodes dans les petits cours d'eau douce (à l'exception de *Ch. marinus*: toujours sur les pierres dans la zone d'algues brunes du ruisseau et *E. berilloni*: toujours au-dessus du niveau de marée haute). Il est probable que la distance entre le niveau de marée haute et le lit de la rivière est trop petite (longueur moyenne des ruisseaux + 30 m) pour qu'on puisse y distinguer des zones nettement limitées pour les différentes espèces de gammarus. Bien que parfois, une augmentation nette de la salinité pût être constatée à partir du niveau de marée haute jusqu'

au lit de la rivière (fig. 7), dans les petits ruisseaux, ce changement en salinité reste sans doute à l'intérieur des limites de tolérance des espèces présentes (*G. chevreuxi*, *G. zaddachi* et *G. duebeni*). On n'a pas constaté d'écart de température entre les endroits divers d'un même ruisseau. En général, les Amphipodes étaient absents là où il n'y avait ni cailloux, ni végétation sur le fond du ruisseau, c.à.d. sur les fonds vaseux, à l'exception parfois de *Corophium* (dans la vase !). La cause en est probablement que les Gammarus n'y ont aucune prise et qu'ils seraient emportés par le courant rapide. Il était techniquement impossible de mesurer les valeurs des différents facteurs du milieu dans les petits courants d'eau douce, lors de la marée haute. Il est possible que la présence, dans ces ruisseaux, d'une espèce marine ou du moins polyhaline, comme *Melita palmata*, soit expliquée par le fait qu'à marée haute les petits courants ont une salinité qui correspond à celle où l'on trouve *Melita* habituellement.

REMERCIEMENTS

Tous mes remerciements vont aux Professeur J.H. Stock et Dr. S. Pinkster (de l'Institut de Zoologie taxonomique de l'Université d'Amsterdam) pour leur assistance précieuse durant mon travail. J'exprime également ma gratitude à Mr. et Mme F. van den Beld, Mr. R.A. Robelus et Mlle A.M.J. Maasen pour leur aide pendant une partie du travail sur le terrain qui fut possible grâce à des subventions de l'Université d'Amsterdam.

BIBLIOGRAPHIE

- DENNERT, H.G., A.L. DENNERT, P. KANT, S. PINKSTER & J.H. STOCK, 1969. Upstream and downstream migrations in relation to the reproductive cycle and to environmental factors in the amphipod, *Gammarus zaddachi*. *Bijdr. Dierk.*, 39: 11-43.
- DENNERT, H.G., M.J. VAN MAREN & A.L. DENNERT, non-publié. Resultaten van het onderzoek naar enkele aspecten van de biologie van *Gammarus chevreuxi*, verricht in de rivier Le Dourduff (Finistère-Nord, Frankrijk) (Thèse 3ème cycle, Univ. Amsterdam, 1970).
- GREEN, J., 1968. The biology of estuarine Animals. (Sidgwick & Jackson, London).
- HARTOG, C. DEN, 1964. The Amphipods of the deltaic region of the rivers Rhine, Meuse and Scheldt in relation to the hydrography of the area, 3. The Gammaridae. *Neth. J. Sea Res.*, 2 (3):

- 407-457.
- KINNE, O., 1952. Zum Lebenszyklus von *Gammarus duebeni* Lilj. nebst einigen Bemerkungen zur Biologie von *Gammarus zaddachi* Sexton ssp. *zaddachi* Spooner. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven, 1: 187-203.
- MUUS, B.J., 1967. The fauna of Danish estuaries and lagoons. (Andr. Fred. Høst & Søn, København).
- PACAUD, A., 1944. Sur les Amphipodes Gammariens des eaux superficielles dans la région centrale du Bassin Parisien. Bull. Soc. zool. France, 69 (2): 33-46.
- PINKSTER, S., A.L. DENNERT, B. STOCK & J.H. STOCK, 1970. The problem of European freshwater populations of *Gammarus duebeni* Liljeborg, 1852. Bijdr. Dierk., 40 (2): 116-147.
- SALMON, J., 1962. Contribution à l'étude des Gammares littoraux armoricains: les Gammares (Crustacés Amphipodes) de l'estuaire de Trieux. C.R. Ac. Sc., 254: 2427-2429.
- SEXTON, E.W., 1924. The moulting and growth-stages of *Gammarus*, with description of the normals and intersexes of *G. chevreuxi*. J. mar. biol. Ass. U.K., 13 (2): 340-401.
- SEXTON, E.W. & G.M. SPOONER, 1940. An account of *Marinogammarus* (*Schellenberg*) gen nov. (Amphipoda), with description of a new species, *M. pirloiti*. J. mar. biol. Ass. U.K., 24: 633-682.
- STOCK, J.H., H. NIJSSEN & P. KANT, 1966. La répartition écologique des Amphipodes de la famille des Gammaridae dans la Slack et son estuaire. Bull. zool. Mus. Univ. Amsterdam, 1 (3): 19-30.
- VADER, W.J.M., 1965. Het biotoop van de Nederlandse *Marinogammarus* soorten. Lev. Nat., 68 (7/8): 205-212.
- VINCENT, M., 1966. Vie en eau de mer diluée de quelques Gammaridés d'eau douce. Comparaison des glandes antennaires. C. R. Soc. Biol., 160: 637-641.
- , 1971. Ecologie et écophysologie des Gammaridés épigés du Centre-Ouest. Thèse. Fac. Sci. Univ. Limoges, 5513: I-VI, 1-132.

Marion J. VAN MAREN
 Institut de Zoologie taxonomique (Zoölogisch Museum)
 Plantage Middenlaan 53
 Amsterdam-C - Pays-Bas

Reçu le 4 mars 1973

TABLEAU I

Aperçu de la situation des endroits d'échantillonnage dans la partie non-estuarienne du Dourduff

Station	Date	Lieu le plus proche et position	Route	Particularités
D 7	10-6-'71	Croissant, S.O. du village	R.N. 786	cours principal
D 8	10-6-'71	Garlan, N.E. du village, au Sud de la:	R.N. 786	cours principal
D 9	10-6-'71	Lanmeur, S.O. de la ville	R.N. 786	
D 10	10-6-'71	Plouégat-Guérand, S.O. du village		cours principal
D 11	10-6-'71	N.E. de Plouigneau, S.O. de Lescoat		
D 12	10-6-'71	Kerlécun, 0.3 km au Sud du village		cours principal
D 13	10-6-'71	Lanleya, pont près du village		
D 14	10-6-'71	Kermouster, pont près du village		cours principal
D 15	10-6-'71	N.O. de Plouigneau, S.E. de Garlan		
D 38	8-7-'71	Lescoat, 1er ruisseau au S. du village		petit barrage
D 39	8-7-'71	Plouigneau, O. du village, près de la:	R.N. 12	
D 40	8-7-'71	Kertanguy, S. du village		
D 60	17-7-'71	N.E. de Ste. Geneviève, S. de la:	R.N. 786	
D 61	17-8-'71	N.E. de Ste. Geneviève, 40 m plus en amont que la station 60		
D 62	17-8-'71	Garlan, O. du village		
D 63	17-8-'71	S.E. de la bifurcation R.N. 786 et la route à Bois-de-la-Roche		
D 64	17-8-'71	3 km au S.O. de Lanmeur, 2 km au N. de la:	R.N. 786	
D 66	17-8-'71	Croissant, N.E. du village	R.N. 786	
D 68	19-8-'71	N. de Ploujean, près du confluent des ruisseaux		affluent de l'estuaire
D 69	19-8-'71	Kersuté, N.E. de Ploujean		affluent de l'estuaire
D 70	6-10-'71	N.E. de Ploujean, près de Goasveur		affluent de l'estuaire

TABLEAU II

Les conditions du milieu aux stations 1 jusqu'à 5 incl.

Station	Fond ¹⁾	Largeur (m)	Profondeur (m)	Végétation	Vitesse du courant	Degré de la pollution ²⁾
1'	S+D+V		0,3	<i>Callitriche</i>	très lent	XX
1	S+D+G	3 - 5	0,4	Algues	rapide	XXX
2	G+D+V	6 - 7	0,4	--	médiocre	XXX
3'	S+G+Gr		0,15	<i>Chaetomorpha</i> (flottant)	médiocre/ rapide	XXX
3	S+G+V	10	0,2	Algues (e.a. <i>Enteromorpha</i>)	médiocre/ rapide	XX-XXX
4'	S+Gr		0,3	<i>Enteromorpha</i>	médiocre/ rapide	XX
4	S+Gr	8	0,4	<i>Enteromorpha</i>	rapide	XX
5'	G+V	2 - 3	0,5	<i>Enteromorpha</i> + <i>Fucus spiralis</i>	lent/ médiocre	XX
5	G+V		0,1	<i>Enteromorpha</i> + <i>Fucus</i>	rapide	XX

¹⁾ S = sable
 D = détritius
 G = galets
 V = vase
 Gr = gravier

²⁾ X = propre
 XX = légèrement pollué
 XXX = assez pollué
 XXXX = pollué

TABLEAU III

Aperçu des Gammaridés présents dans l'Horn et des conditions du milieu aux stations d'échantillonnage

Station	Espèce(s) ¹⁾	Ca (mg/l) ²⁾		Fond ³⁾	Végétation	Profondeur (m)	Largeur (m)	Vitesse du courant	Degré de la pollution ⁴⁾	Position de la station		
		B.M.	P.M.									
1	z	91	310	3200	17800	S+G+V	<i>Enteromorpha Ulva</i>	0.10	10	médiocre	XXX-XXXX	l'estuaire
2	z	35	296	3000	16600	S+G+V	<i>Enteromorpha Ulva</i>	0.20	10	médiocre	XXX-XXXX	l'estuaire, plus en amont que station 1
3	z+d	32	29	44	800	S+G		0.50	5	rapide	XX	N.O. de Trégor
4	d+b	20		48		S+G	<i>Callitriche</i>	0.70	5	rapide	XX	Trégor, près du pont
5	b	30		41				> 1	5	médiocre	XXX	au S. de Trégor
6	---	23		43				> 1	10	médiocre	XXX	à l'E. de Plougoulim
7	d	21		43				0.40	1	rapide	XXX	affluent de l'Horn, à l'E. de Ste. Catherine

¹⁾ z = *Gammarus zaddachi*b = *Echinogammarus berilloni*d = *Gammarus duebeni*²⁾ B.M. = basse mer

P.M. = pleine mer

³⁾ S = sable

G = galets

V = vase

⁴⁾ X = propre

XX = légèrement pollué

XXX = assez pollué

XXXX = pollué

TABLEAU IV

Gammaridés et conditions du milieu aux stations d'échantillonnage dans la partie non-estuarienne du bassin de Dourduff

Station	Espèce(s) I)	Temp. (°C)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	O ₂ (mg/l)	Fond ²⁾	Végétation	pH	Vitesse du courant	Degré de la pollution ³⁾	Profondeur (m)	Largeur (m)	Particularités
D 7	b	12	11	33	9.6	G+V	<i>Nasturtium</i> + <i>Chara</i>		rapide	X	0.3	6	précopulae
D 8	b	12.1	13		8.6	G+S	<i>Callitriche</i> + <i>Mentha</i> aq.		médiocre	X	0.3	5	
D 9	b+d	11.6	16	38	9.1	G+S	--		rapide	X	0.1	1.5	précopulae
D 10	b	11.7	23	28	8.6	G+S+V	<i>Callitriche</i>		rapide	X	0.1	1.5	précopulae
D 11	d	12	29	27	8.9	G+S	<i>Mentha</i> aq.		rapide	X	0.05	0.6	précopulae
D 12	--	15.4	23	34	10.0	V	<i>Lemna</i>		mul	X	0.1		
D 13	b	13	18		9.0	G+S			rapide	X	0.3	3	
D 14	b	13.5	23	32	8.2	G+S+V			rapide	X	0.5	6	précopulae
D 15	b	12.5	21	34	9.0	G	--		rapide	X	0.1	1	précopulae
D 38	b	17.4	17	43	5.9		--	5	très lent	XXXX	0.3	1.5	
D 39	--				1.2			5	médiocre	XXXX		1	
D 40	--		5	30	4.7	D	--	5	médiocre	X			
D 60	b	13.4	23	36		G+S	<i>Callitriche</i> + <i>Fontinalis</i>	5-5.5	médiocre	X	0.2	1	
D 61	b	14.8	17	39		G+S	<i>Callitriche</i>	5-5.5	très lent	X	0.1	0.8	

suite Tableau IV

Station	Espèce(s) 1)	Temp. (°C)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	O ₂ (mg/l)	Fond 2)	Végétation	pH	Vitesse du courant	Degré de la pollution 3)	Profondeur (m)	Largeur (m)	Particularités
D 62	b	15	12	31		G+S	<i>Callitriche</i> + <i>Mentha aq.</i>	5-5.5	rapide	XX	0.1	1	précopulae
D 63	b	20.4	12	36		V	<i>Nasturtium</i> + <i>Mentha aq.</i>	5-5.5	très lent	X	< 0.05	0.6	
D 64	d	14	15	29		V+D	--	5-5.5	médiocre	XX	0.2	0.4	
D 65	b	16	18	34		G+S	--	5-5.5	très lent	X	0.03	0.15	
D 66	b+d	16.4	38	35		G+V+D	<i>Nasturtium</i> + <i>Fontinalis</i>	5-5.5	rapide	XX	0.07	0.8	précopulae
D 68	b+d	17	15	41		G+S	--	5.5	rapide	X	0.1	0.8	
D 69	b	17.6	13	41		G+S	<i>Nasturtium</i>	5-5.5	rapide	XX	0.08	0.8	
D 70	b+d	12.4	24	48		V	<i>Nasturtium</i>	5	très lent	XX	0.1	1.5	

1) b = *Echinogammarus berilloni*
d = *Gammarus duebeni ceiticus*

2) G = galets
S = sable
V = vase
D = détritus

3) X = propre
XX = légèrement pollué
XXX = assez pollué
XXXX = pollué

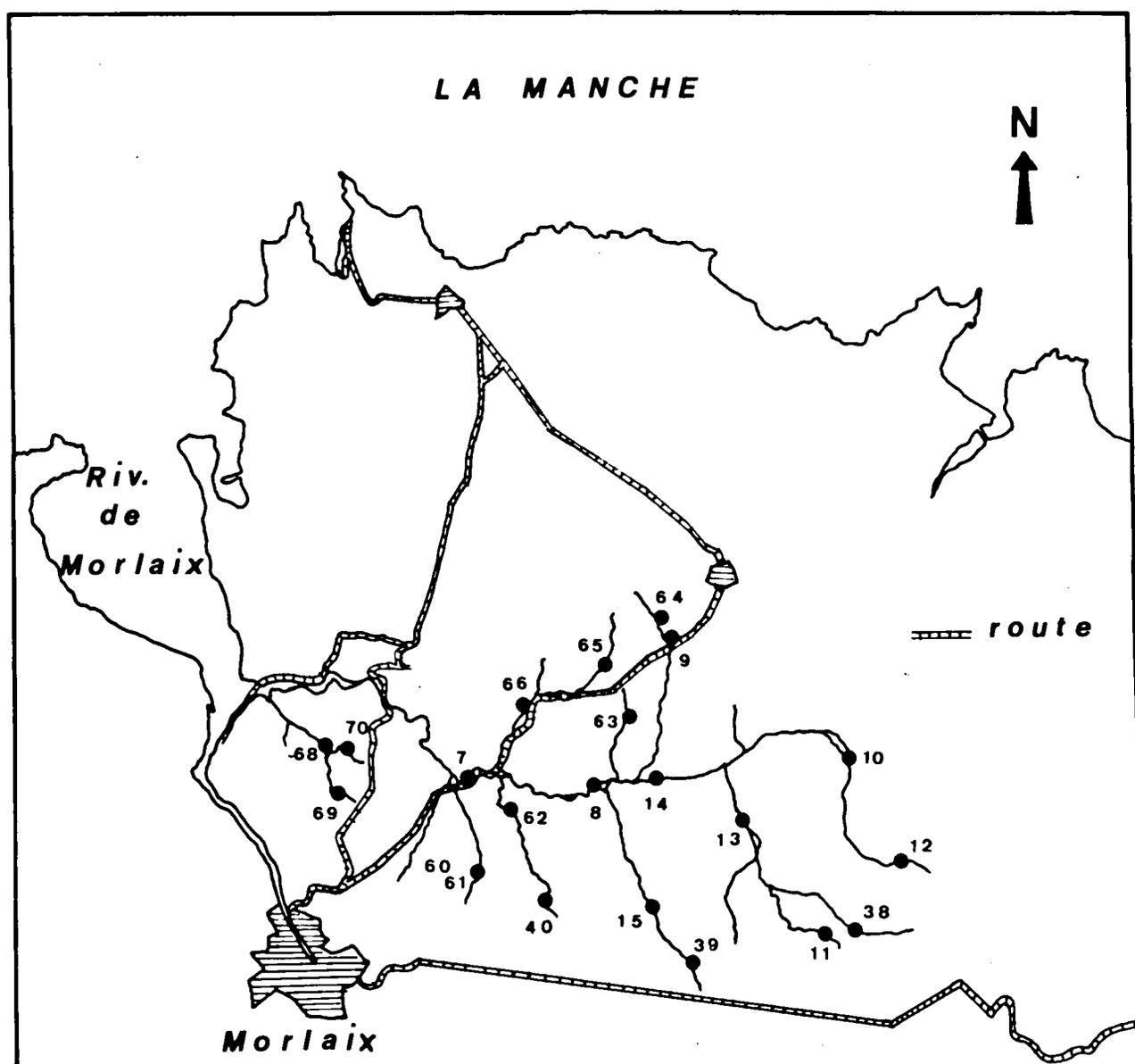


Fig. 1. Vue générale de la situation des points de prélèvements dans la partie non-estuarienne du Douff.

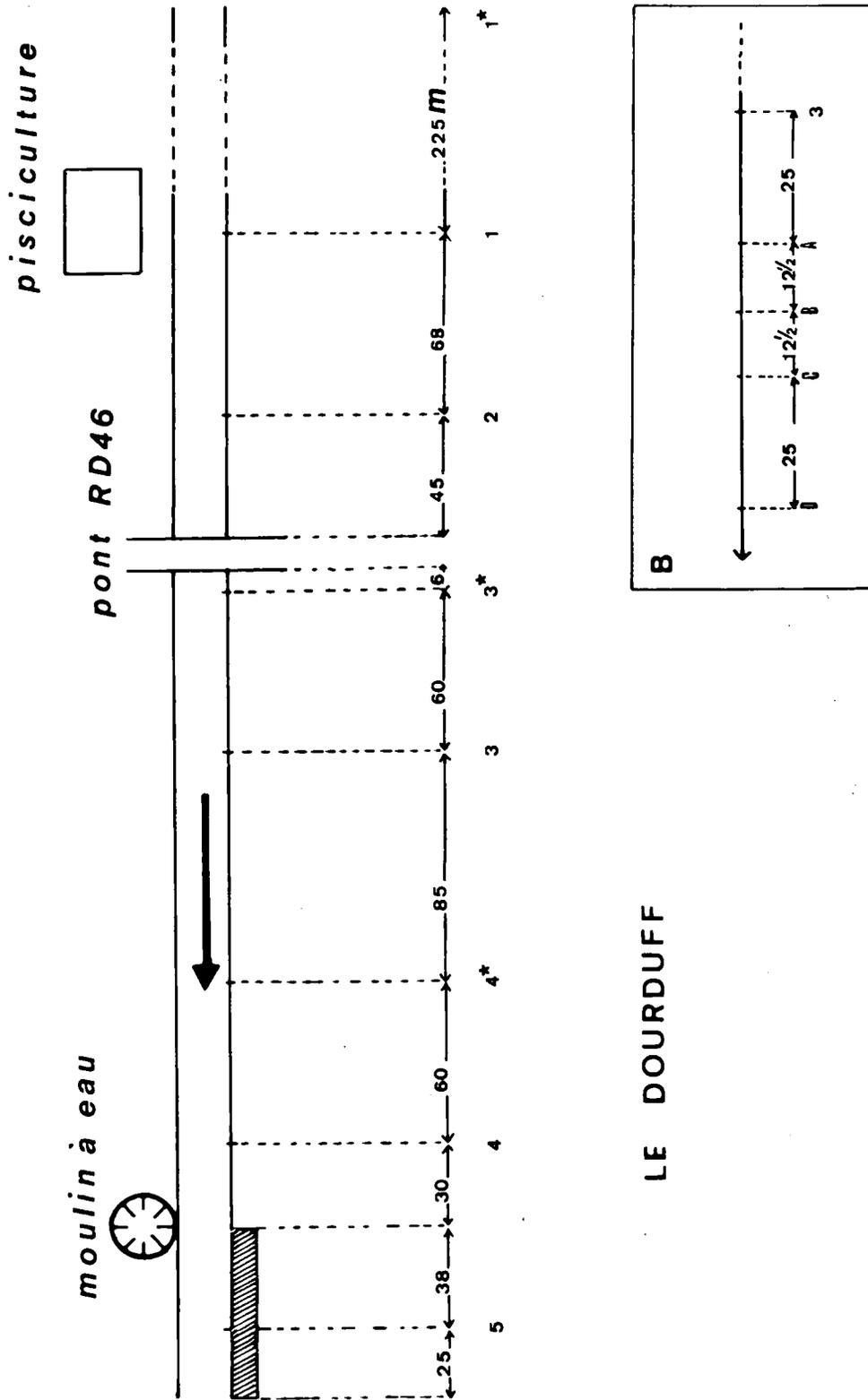


Fig. 2. A. Situation et distances mutuelles en mètres des stations 1-5 incl.

B. Situation et distances mutuelles des stations A-D incl.

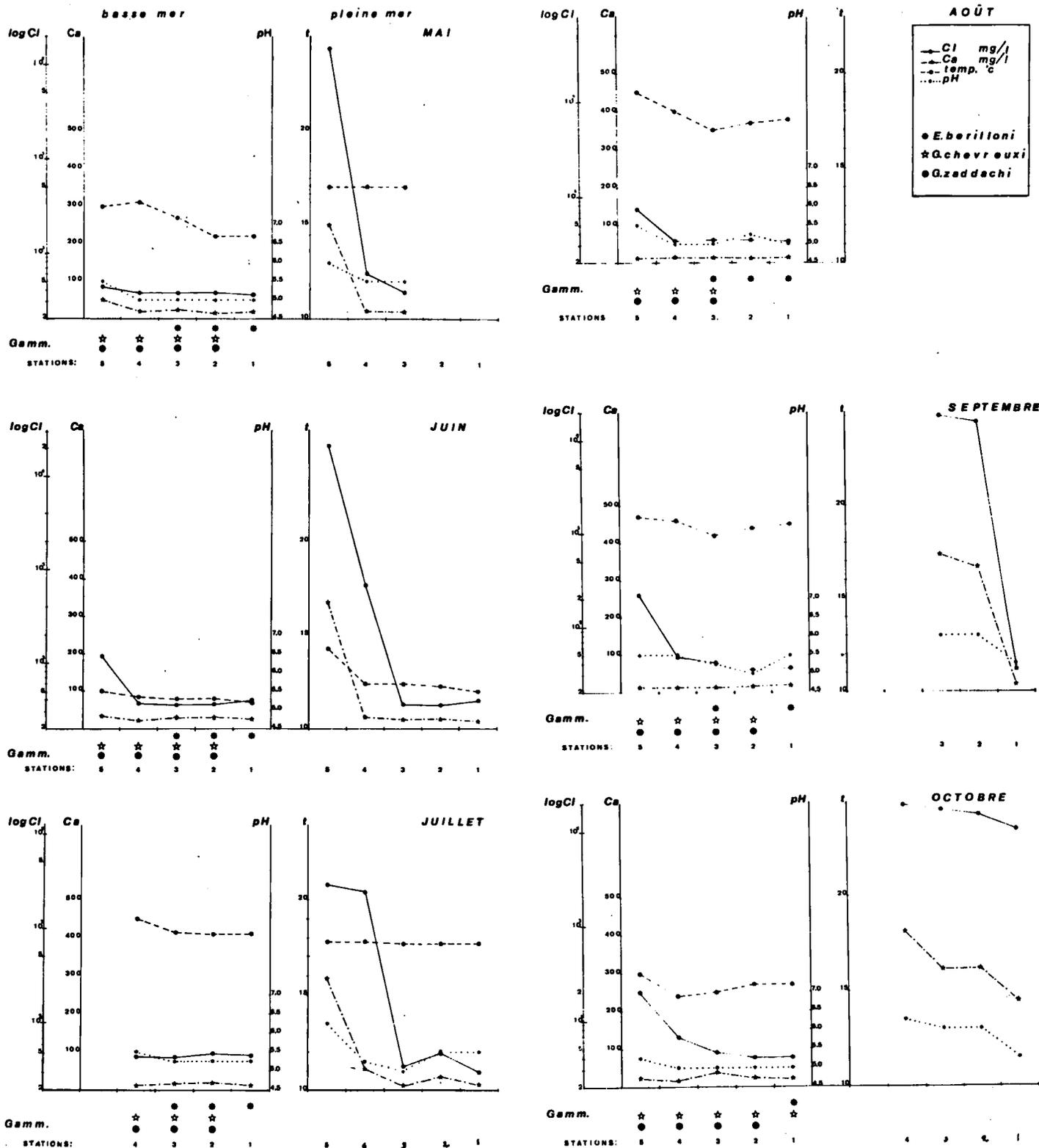


Fig. 3. Les valeurs d'un nombre de facteurs du milieu, mesurées aux stations 1-5 incl. pendant les mois de mai-octobre incl. et les espèces de Gammarus y rencontrées pendant ces mois.

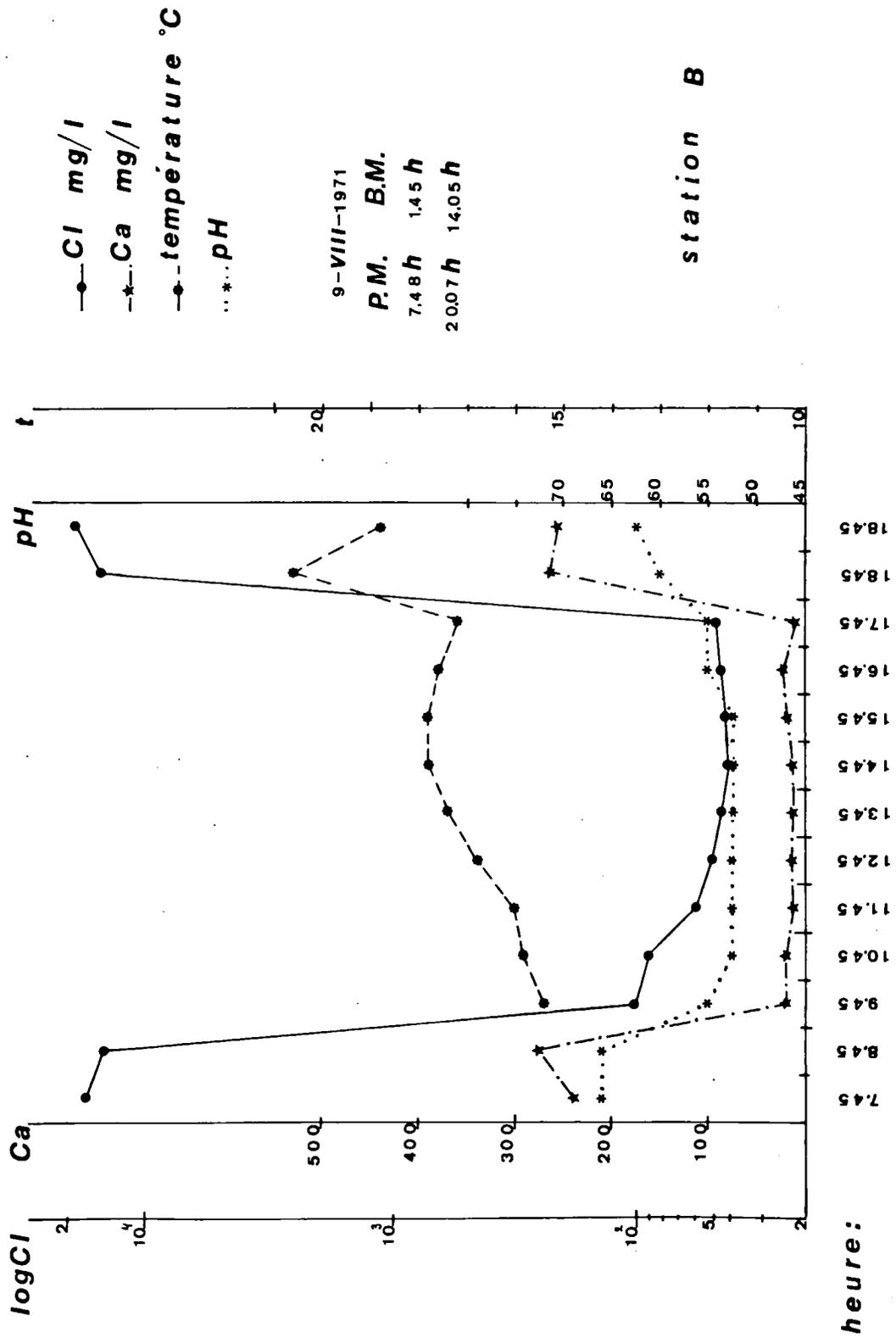


Fig. 4. Les pH, température, Ca (mg/l) et Cl (mg/l) mesurés pendant 12 heures à la station B, le 9.VIII.1971.

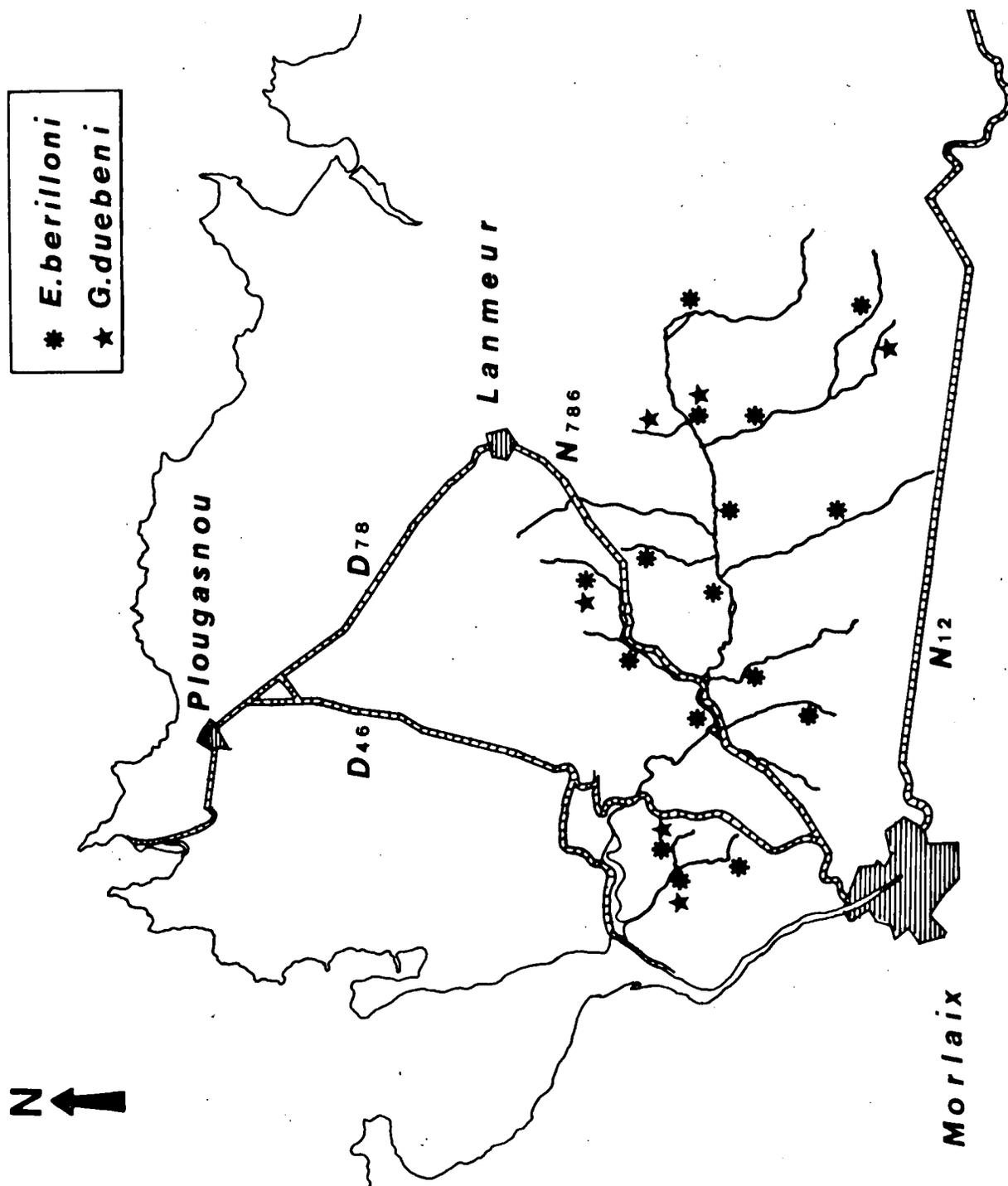


Fig. 5. Vue générale de la répartition des Gammarus dans la partie non-estuarienne du Dourduff.
(*Gammarus duebeni* représente la sous-espèce *celticus*)

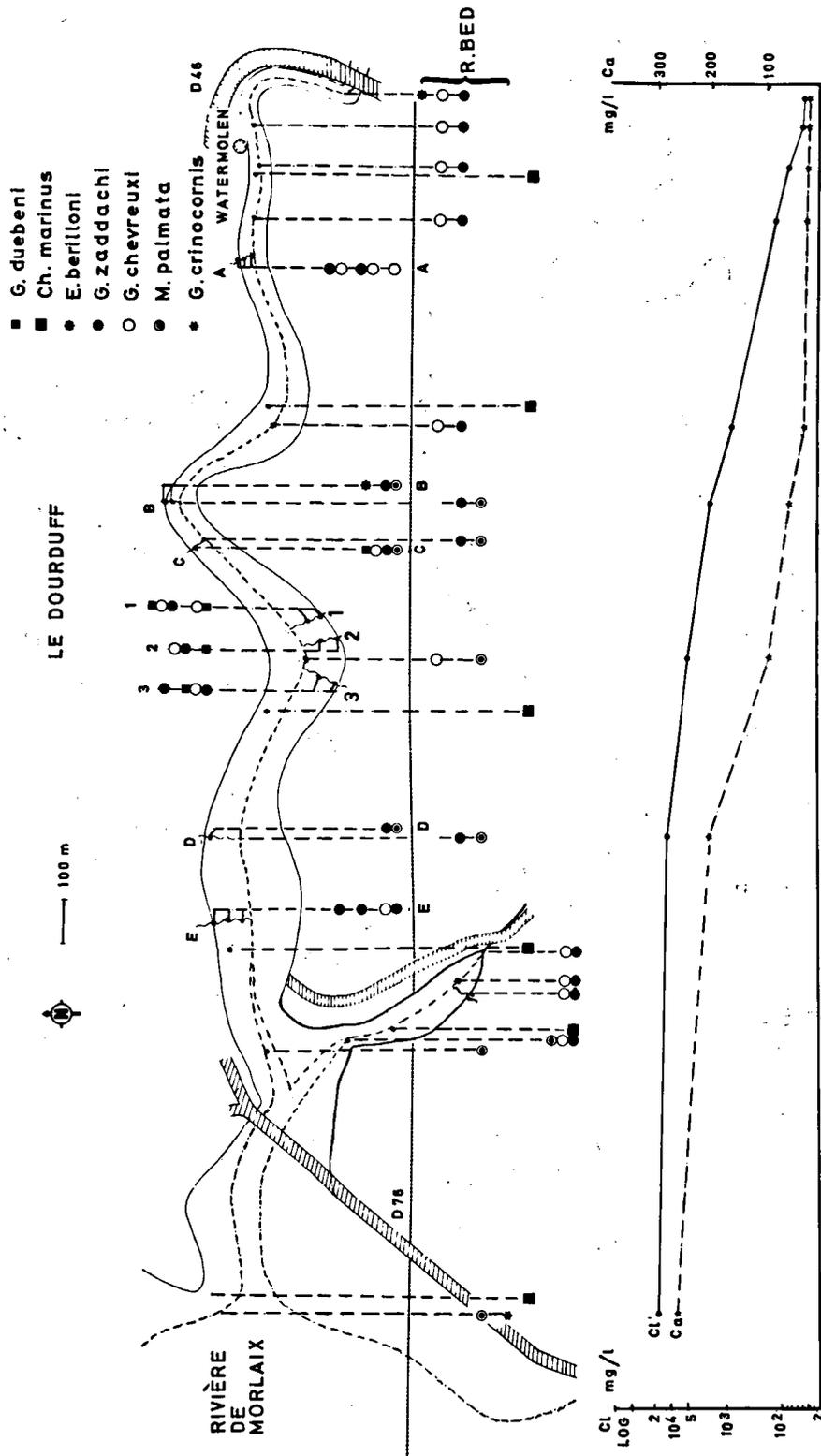


Fig. 6. Vue générale de la répartition des Gammarus dans l'estuaire du Dourduff et dans les ruisseaux y débouchant. Teneurs en ions Ca et Cl du courant principal, mesurées à marée basse. (*Gammarus duebeni* représente la sous-espèce *duebeni* s. str.)

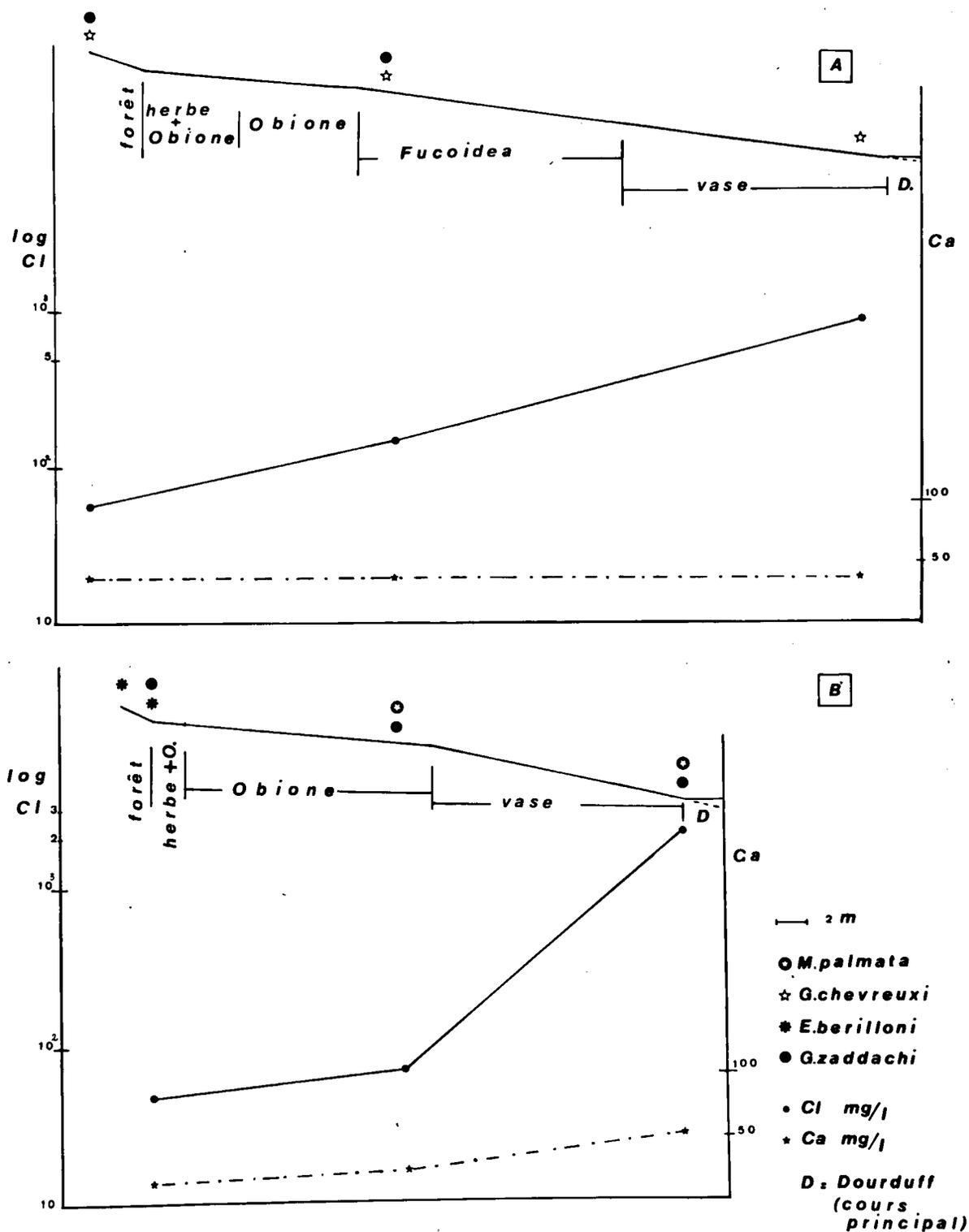


Fig. 7. Coupes transversales schématisées de l'estuaire à l'endroit où quelques ruisseaux y débouchent (A et B), avec une vue générale des différentes zones et des Gammares rencontrés dans les ruisseaux.