



## THESIS / THÈSE

### MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

#### Essai de cartographie de quelques invertébrés aquatiques dans l'entre Sambre et Meuse

Fontaine, Marie-Thérèse

*Award date:*  
1976

*Awarding institution:*  
Universite de Namur

[Link to publication](#)

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

#### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

FACULTES UNIVERSITAIRES N.D. DE LA PAIX

NAMUR

FACULTE DES SCIENCES

1976

***Essai de cartographie de  
quelques invertébrés  
aquatiques dans l'Entre-  
Sambre-et-Meuse***

Mémoire présenté pour l'obtention du grade  
de licencié en Sciences  
biologiques  
par

M-Thérèse FONTAINE

J'exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur le Professeur J.C. MICHA pour son aide, ses encouragements et ses conseils judicieux en vue du bon déroulement de ce travail.

Je remercie également Monsieur R. KAISER, assistant au laboratoire d'écologie animale, pour l'aide qu'il m'a fournie dans les déterminations systématiques.

Je remercie sincèrement Messieurs LECLERCQ, GASPAR et VERSTRAETEN pour leur accueil permanent et les renseignements précieux qu'ils m'ont fournis. Je suis très reconnaissante vis-à-vis de Monsieur DEPIREUX pour sa disponibilité à la bibliothèque du département.

J'adresse mes remerciements sincères à Messieurs MARLIER, VAN GOETHEM et DEMOULIN de l'Institut Royal des Sciences Naturelles, pour les déterminations systématiques et les nombreux conseils qu'ils m'ont donnés au cours de cette étude.

Je remercie Monsieur D. BISSCHOPS pour son aide technique sur le terrain.

Je tiens à remercier également Monsieur OVERLAU pour sa disponibilité permanente, Monsieur JADIN pour ses démarches auprès de propriétaires de secteurs de ruisseaux et Monsieur FRANCOIS qui a dessiné mes cartes régionales.

Enfin, mes remerciements s'adressent à Messieurs DOUCET et LIBOIS et à Mademoiselle C. HALLET qui m'ont fourni de nombreux renseignements en vue de l'établissement des cartes de répartition.

8

Table des matières.

Introduction	P. 1.
<u>I. Situation actuelle de la zoogéographie</u>	2.
1-1. Ses débuts	2.
1-2. Représentation cartographique	3.
1-3. Représentation U.T.M. et méthode zoogéographique	4.
1-4. Zoogéographie et écologie	6.
<u>II. Les facteurs de répartition.</u>	8.
2-1. Eléments physico-chimiques	8.
2-1-1. température	8.
2-1-2. oxygène et pollution organique	11.
2-1-3. substrat et pollution mécanique	12.
2-1-4. dérive	13.
2-2. Eléments biotiques	14.
2-2-1. alimentation et prédation	14.
2-2-2. compétition	15.
2-2-3. niche écologique	16.
2-2-4. valence écologique.	18.
2-3. Adaptations au milieu.	19.
2-3-1. Adaptations morphologiques	19.
2-3-2. Adaptations physiologiques	20.
2-3-3. Adaptations écologiques et éthologiques	21.
<u>III. Objectifs de cette étude zoogéographique.</u>	23.
<u>IV. Résultats de l'étude zoogéographique.</u>	25.
4-1. Présentation de la région étudiée	25.
4-1-1. Réseau hydrographique	25.
4-1-2. Aperçu géologique et lithologique	29.
4-1-3. Végétation	31.
4-1-4. Aperçu climatique	33.

4-2. Matériel et méthode	33.
4-3. Cartographie et essais d'interprétation	35.
4-3-1. <u>Dugesia gonocephala</u> (Dugès)	36.
4-3-2. <u>Erpobdella octoculata</u> (L.)	37.
4-3-3. <u>Helobdella stagnalis</u> (L.)	39.
4-3-4. <u>Lymnaea peregra</u> (Müller) forma <u>ovata</u> (Drap)	40.
4-3-5. <u>Ancylus fluviatilis</u> (Müll.)	43.
4-3-6. <u>Potamopyrgus jenkinsi</u> (Smith)	45.
4-3-7. <u>Pisidium amnicum</u> (Müll)	47.
4-3-8. <u>Ephemera danica</u> Müll)	49.
4-3-9. <u>Paraleptophlebia</u> spp.	51.
4-3-10 <u>Goera pilosa</u> Fab.	54.
4-3-11 <u>Odontocerum albicorne</u> Scop.	56.
4-3-12 <u>Helmis maugei</u> Bedel	58.
4-3-13 <u>Limnius</u> sp	60.
4-3-14 Discussion	61.
4-4. Etude détaillée du ruisseau de Fosses.	63.
V. <u>Discussion et conclusion.</u>	68.
Bibliographie	76.

## Introduction.

La biogéographie est une science qui prend un essor considérable à l'heure actuelle étant donné ses relations privilégiées avec l'écologie. Il ne nous est donc pas paru inutile de rappeler brièvement les grandes étapes de son évolution et de faire le point de la situation actuelle telle que nous la connaissons en Europe.

Dans une première partie donc, nous donnerons quelques généralités sur la zoogéographie, ses buts et ses méthodes et nous situerons notre travail dans le cadre de cette discipline. La deuxième partie étudiera différents facteurs qui peuvent affecter la répartition des animaux dulçaquicoles. Il ne nous est pas possible de reprendre tous les éléments historiques, géographiques, climatiques etc... qui sont responsables de la répartition actuelle des animaux des eaux douces. Nous avons choisi d'étudier l'effet sur la faune de quelques facteurs actuels abiotiques et biotiques. Le but de cette étude est d'abord d'établir la cartographie de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques de l'Entre-Sambre-et-Meuse puis de préciser l'impact des pollutions sur la répartition de ces espèces afin de dégager, par cette approche, d'éventuels bioindicateurs. La troisième partie regroupera, pour chacune des espèces étudiées, nos observations de terrain concernant leur répartition et leur écologie, confrontées aux données bibliographiques qu'il nous a été possible de réunir, pour tirer, ensuite, quelques conclusions concernant l'impact des pollutions et d'autres facteurs sur la faune.

## I. Situation actuelle de la zoogéographie.

### 1 - 1. Ses débuts

La zoogéographie qui a commencé à prendre un essor considérable à la fin du  $\text{IX}^{\text{e}}$  siècle, est une partie de la biogéographie qui étudie la faune des biômes et des régions ainsi que la dynamique actuelle de la distribution géographique des animaux et les relations mutuelles de cette distribution avec l'homme. Elle relate de manière dynamique les tolérances des individus et populations depuis leur origine, leur évolution et leur dispersion en rapport avec les changements de climat, de végétation et de topographie (GRESSITT, 1958).

La présence d'une espèce animale en un endroit particulier de la biosphère a des causes historiques, écologiques et génétiques. En effet, les organismes s'établissent en un lieu déterminé si leur valence écologique n'est pas en conflit avec l'environnement global de cet endroit. La zoogéographie étudiera donc la répartition d'un taxon autour du globe.

Après observation de la faune, surtout des grands groupes zoologiques tels que Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Poissons et quelques Invertébrés, 5 régions zoogéographiques ont été délimitées. Une région zoogéographique est constituée de divers territoires géographiques qui présentent entre eux une certaine similitude faunistique. Chaque région est divisée en territoires de plus en plus restreints : sous-régions, domaines, secteurs, districts, stations. Les 5 grandes régions zoogéographiques sont : la région Holarctique (Nord de l'Amérique, Europe, Asie), la région Néotropicale (Amérique du Sud), la région Paléotropicale (Afrique, Inde, Indochine), la région Australienne (Australie, Océanie) et la région Archinotique (Antarctique).

## 1 - 2. Représentation cartographique.

Les biogéographes, étudiant la répartition de la flore et de la faune en fonction du milieu, se sont confrontés à bon nombre de problèmes au point de vue de la transcription des résultats de leurs observations. De multiples modes de représentation graphique ont été utilisés. Mais il était essentiel de trouver un seul procédé cartographique : projection, échelle, symboles. Dès les années 1950-55, il semble qu'un système de quadrillage, suscite quelques intérêts. (TURRILL, et al. 1954). Ce sont les botanistes néerlandais puis certains botanistes belges qui, les premiers, ont opté pour la représentation systématique des répartitions sur des cartes à réseau de type U.T.M. (Universal Transverse Mercator) dans lesquelles l'Europe est subdivisée en carrés de 4 x 4 km, système pionnier qui, pour diverses raisons, a été abandonné dès que les problèmes ont été posés au niveau de territoires plus grands. Un nouveau système a été préconisé par des phytogéographes et zoogéographes européens : en 1965, un projet international de cartographie de plantes vasculaires a mis en place un "Committee for Mapping the Flora of Europe" dont le secrétariat siège à Helsinki. Un projet de "Cartographie des Invertébrés européens" a démarré à l'initiative de J. Heath du "Biological Records Center" d'Angleterre et de J. Leclercq des Facultés agronomiques de Gembloux. Ce projet de cartographie a adopté un modèle standardisé de cartes à réseau du type UTM qui divise l'Europe en carrés de 100 - 50 - 10 km. (GASPAR, 1971). Les deux objectifs principaux que se sont fixés Heath et Leclercq dans leur étude des Invertébrés européens (HEATH et LECLERCQ, 1969) sont :

- 1) la confection de fichiers de données zoogéographiques sûres, utilisables pour des opérations cartographiques et des traitements statistiques.
- 2) la publication et l'interprétation de cartes de répartition à réseau de type U.T.M.

Dans le domaine des Invertébrés, des résultats cartographiques de Macrolépidoptères des Iles Britanniques ont été publiés par Heath en 1969. (HEATH et LECLERCQ, 1969). D'autres résultats zoogéographi-



quesont déjà été obtenus : 600 cartes de répartition d'Insectes de la faune belge ainsi que des cartes d'Arthropodes non Insectes de Belgique. Des "Atlas Provisoires Hors-Série" sont publiés également. Actuellement, ce sont surtout les Arthropodes qui sont répertoriés et cartographiés par la méthode U.T.M.. Mais celle-ci s'étend progressivement à tous les groupes faunistiques par exemple pour l'étude des micromammifères (LIBOIS, 1975).

### 1 - 3. Réprésentation U.T.M. et méthode zoogéographique.

Actuellement, le type de représentation cartographique qui tend à être adopté par l'Europe entière et les autres continents est le système de cartes à réseau U.T.M. C'est donc un pas très important vers l'homogénéisation des méthodes d'enregistrement et d'expression des données chorologiques. Nous n'allons pas détailler ici tout le système de notation du quadrillage U.T.M., celui-ci est décrit notamment dans l'étude zoogéographique des Fourmis de la Famenne (GASPAR, 1971). Il nous paraît cependant utile de situer la Belgique dans ce réseau.

(Fig. 1)

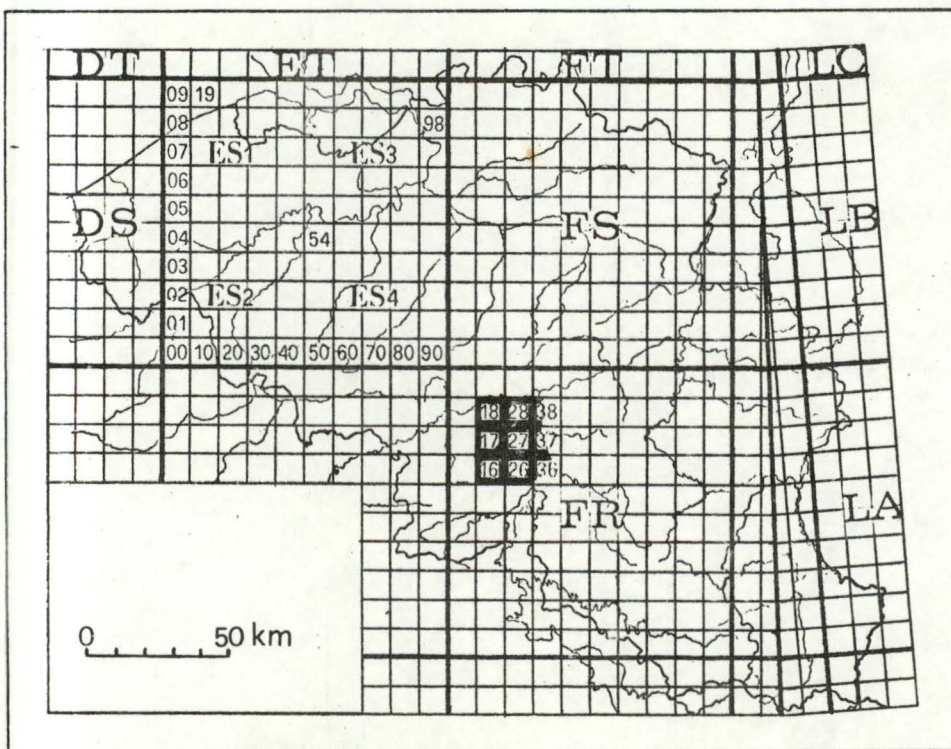


Fig. 1 La Belgique dans le réseau U.T.M.  
(en noir la région étudiée)

Ceci ne concerne que le système de quadrillage et de notation. Mais concrètement, après sa recherche sur le terrain, le zoogéographe remplit des fiches standards. Ces fiches sont envoyées au laboratoire de Gemboux qui récolte les données zoogéographiques européennes en collaboration avec le "Biological Records Center". Celui-ci remplit la fonction de centre principal d'information, de coordination et d'accumulation des données. Ensuite, les fiches standards sont traduites en code (cartes perforées) et classées automatiquement. Les informations peuvent alors être synthétisées sous forme de cartes de distribution.

En ce qui concerne la méthode d'observation, deux processus sont adoptés : le premier est la collecte passive des données au fur et à mesure qu'elles arrivent, le second est la collecte active de taxons déterminés dans tous les carrés d'une région délimitée. Cette seconde méthode est fréquente pour la cartographie des Oiseaux, plus originale pour celle des Invertébrés. Une méthode standardisée de prélèvement est donc difficilement envisageable dans cette optique. Notre recherche zoogéographique se base sur la méthode active d'observation mais de nombreuses références seront faites à des données collectées passivement par certains Naturalistes.

Dans le système de cartographie U.T.M., la Belgique est divisée en grands carrés de 100 km de côté, repérables par deux lettres. Par exemple, le Sud de la Belgique correspond au carré FR (fig. 1). Chacun de ces carrés est ensuite divisé en quatre carrés (numérotés de 1 à 4) de 50 km de côté. Ainsi, l'Entre-Sambre-et-Meuse correspond approximativement au carré FR 1. Le découpage ultérieur consiste en des carrés de 10 km de côté. La partie de l'Entre-Sambre-et-Meuse que nous étudions couvre quelques six carrés de 10 km de côté, soit approximativement 600 km<sup>2</sup>. Il est toujours possible de subdiviser encore les carrés de 10 km en 4 carrés de 5 km de côté (annotés a, b, c, d : fig : 3). Et rien n'empêche le chercheur d'adopter un système de découpage en carrés de 1 km de côté si son étude l'exige. Nous en reparlerons plus loin.

Nos recherches zoogéographiques concernent donc une zone très restreinte par rapport à l'étendue de la Belgique et surtout de l'Europe. On conçoit donc qu'à un niveau tel de cartographie et de recherches de terrain, la zoogéographie rejoigne l'écologie. C'est ce der-

nier point que nous examinons plus en détail maintenant.

#### 1 - 4. Zoogéographie et écologie.

La distribution des espèces terrestres comme dulcicoles n'est évidemment pas continue dans leur aire de répartition. En milieu aquatique, la valence écologique de beaucoup d'espèces dulcicoles est suffisamment étroite pour donner à ces espèces (surtout les larves aquatiques d'insectes) la valeur d'excellentes "formes caractéristiques" de divers types d'eau et de biotopes (ILLIES et BOTOSANEANU, 1963). Dans leur étude de la zonation écologique des eaux courantes, ces deux auteurs analysent les biocénoses successives d'un cours d'eau de la source à l'embouchure. Ils observent des "zones biocénologiques, (qui se superposent d'ailleurs aux zones piscicoles de HUET). Trois zones principales sont délimitées en fonction de la composition de la faune des Invertébrés : Crénon (sources et ruisselets de sources), Rhithron (ruisselets, ruisseaux) et Potamon (rivières et fleuves). Le rhithron est peuplé par des organismes rhéobiontes et polyoxybiontes présentant souvent de nettes adaptations morphologiques au courant. Citons quelques familles qui habitent préférentiellement cette région : Ecdyonuridae, Ephemerellidae, Leptophlebiidae (Ephéméroptères) ; Nemouridae, (Plécoptères) ; Blepharoceridae, Simuliidae (Diptères), Rhyacophilidae, Odontoceridae (Trichoptères). Le Potamon est peuplé par des organismes plus eurythermes et éhétérotolérants. Citons comme exemples, les Caenidae (Ephéméroptères), les Perlodidae et Perlidae (Plécoptères), les Chironomidae (Diptères), les Corixidae et Notonectidae (Hétéroptères), les Leptoceridae et Hydroptilidae (Trichoptères). Les organismes peuplant le Rhithron et le Potamon appartiennent à des types écologiques et biogéographiques radicalement différents.

Les ruisseaux que nous nous sommes proposé d'étudier appartiennent au rhithron (les sources étant peu importantes pour nous). Il est donc évident que, même si l'aire de répartition d'une espèce comprend la Belgique entière mais que cette espèce n'est présente que dans le Potamon, elle sera absente du milieu que nous étudions

(ruisseaux). Il est donc important de connaître l'écologie des invertébrés aquatiques et d'utiliser ces connaissances pour la solution de problèmes zoogéographiques surgissant d'une étude telle que celle-ci (ILLIES et BOTOSANEANU, 1963).

Le problème crucial est finalement de déterminer quelle biocénose est caractéristique de quelle zone, c'est-à-dire d'établir des critères de référence pour l'analyse des eaux. ILLIES et BOTOSANEANU (1963) ont associé au Rhithron et au Potamon des groupes d'organismes qui leur paraissent caractéristiques de chacune des deux zones. Dans son "Essai de biotypologie", VERNEAUX (1973) a également le souci d'établir des corrélations entre certaines biocénoses et les "niveaux typologiques", qu'il a mis en évidence. Il envisage la possibilité de créer un "modèle" de cours d'eau dans lequel chaque espèce serait située par rapport aux autres au point de vue de sa position typologique. Mais, chaque cours d'eau possède sa propre personnalité écologique (VERNEAUX, 1973) : il nous semble donc quelque peu hasardeux d'établir un tel modèle. Néanmoins, l'étude du degré d'altération d'un cours d'eau reste possible. Ce travail, par le biais des cartes de répartition géographique, est une tentative dans ce sens. Des données écologiques et biogéographiques nous permettront peut-être de savoir si une espèce peut être attendue dans la région étudiée. Si elle est absente, il nous faudra en envisager les différentes causes possibles : la pollution par exemple. Les méthodes zoogéographiques actives, dont nous avons parlé plus haut, permettent une étude dynamique des biocénoses et donc une surveillance à long terme de l'environnement : les cartes de répartition sont une méthode pratique de mise en évidence de régression ou d'expansion d'une espèce, peut-être en relation avec une modification de l'environnement. Ces cartes permettent également de localiser des espèces fragiles ou menacées et de prendre des mesures dans le carré dont la faune est particulièrement originale (LECLERCQ, 1975)

## II. Les facteurs de répartition

"La répartition actuelle de la faune n'est pas le résultat d'une évolution sur place et de quelques migrations, mais le résultat de fuites et d'exterminations, d'exodes et de retours. Il faut ajouter l'influence de l'homme qui a détruit un certain nombre d'espèces et qui, volontairement ou non, en a introduit des milliers dans les différentes régions du monde, à tel point qu'il est difficile, actuellement, de faire la part de l'intervention humaine" (FURON, 1958)

Nous n'avons pas la prétention de reprendre ici tous les facteurs géographiques, historiques, écologiques etc... qui peuvent influencer la distribution d'une espèce animale dulçaquicole dans une région déterminée. Nous nous limitons simplement à souligner l'importance de quelques facteurs abiotiques (physiques et chimiques) et de quelques facteurs biotiques (alimentation, compétition etc...) sur la répartition des espèces dulçaquicoles.

### 2 - 1. Les éléments physico-chimiques.

#### 2-1-1. La température.

Ce facteur abiotique a un impact important sur la répartition des espèces en latitude et en altitude. Le long d'un cours d'eau, de la source à l'embouchure, différentes biocénoses se succèdent en fonction des zones topographiques et notamment des variations de température.

Le groupe des Planaires (Turbellariés) a été très étudié à ce propos. Deux espèces Polycelis nigra (Müll) et Polycelis tenuis Ijima semblent occuper le cours inférieur de certains ruisseaux, à partir du moment où ils débouchent dans la plaine. Elles semblent prolonger la répartition de trois espèces montagnardes : Crenobia alpina (Dana) Polycelis felina (Dalyell) et Dugesia gonocephala (Dugès). Les deux premières espèces sont adaptées au courant lent, les trois dernières espèces sont plus rhéophiles : PATTEE (1972) a étudié en détail

l'effet de la température sur ces deux groupes d'espèces en considérant les différentes composantes de la reproduction (périodicité de la ponte, nombre moyen d'oeufs, nombre de descendants, temps de développement embryonnaire). Cet auteur estima également les variations du taux d'accroissement de la population de chaque espèce en fonction de la température (fig. 2)

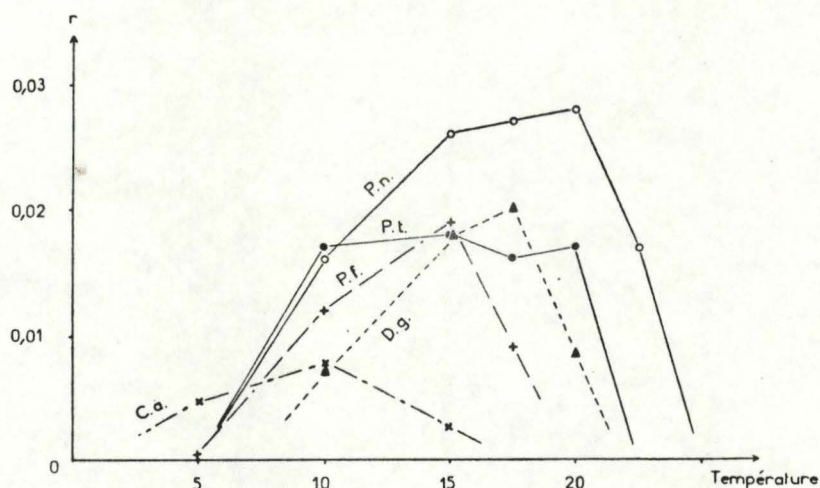


Fig. 2 Variation du taux intrinsèque d'accroissement  $r$  en fonction de la température chez diverses espèces de Planaires. - P.n. = Polycelis nigra ; P.t. = Polycelis tenuis ; P.f. = Polycelis felina ; D.g. = Dugesia gonocephala ; C.a. = Crenobia alpina.  
(d'après PATTEE, 1972)

La fig. 2 montre que le taux d'accroissement de chacune des trois espèces rhéophiles passe par un maximum assez nettement caractérisé. Celui de P. tenuis fait, au contraire, preuve d'une stabilité remarquable entre 10 et 20°C. La courbe de P. nigra peut paraître intermédiaire entre les précédentes mais on y remarque aussi une sorte de palier entre 15 et 20°C. Dans ces zones de tracé pratiquement horizontal, les espèces des cours d'eau de plaine font preuve d'une véritable indépendance à l'égard du facteur température. Ceci est à mettre en rapport avec l'habitat : les espèces des cours d'eau de plaine sont plus indépendantes de l'altitude, se trouvant à la fois au niveau des espèces rhéophiles et au niveau inférieur, P. tenuis.

s'élevant plus haut que P. nigra. Les espèces rhéophiles occupent un habitat bien caractéristique (PATTEE, 1972). En effet, les espèces ont été observées aux altitudes suivantes :

- Crenobia alpina : 800-900 m.  
Polycelis felina : 300-900 m.  
Dugesia gonocephala : 300 et cours d'eau rapides de plaine.  
Polycelis nigra : 300 m.  
Polycelis tenuis : 0-1.000 m.

(PATTEE et al., 1973)

Il peut exister au sein d'une même espèce, des différences entre populations originaires de divers milieux géographiques, ce qui a été observé chez P. tenuis. Ces différences peuvent être interprétées comme des adaptations aux conditions régnant dans chacun de ces milieux. Le facteur responsable est le plus souvent la latitude, les populations méridionales survivant mieux aux températures élevées que les populations nordiques de la même espèce. Cette variabilité intraspécifique peut être considérée comme une grande faculté d'adaptation à des conditions particulières du milieu (LASCOMBE et al. 1975)

En conclusion, nous pouvons dire que la température semble constituer un facteur déterminant dans la distribution des Planaires et leur succès dans chaque zone. Elle agit dans la plupart des cas par l'intermédiaire d'un autre facteur tel que la reproduction. En effet, la proportion de cocons stériles augmente avec la température (Pattee et al. 1973). Ceci n'est qu'un exemple de l'influence de la température sur la distribution d'un groupe zoologique. Nous verrons plus loin que certaines adaptations physiologiques aux variations thermiques de l'environnement favorisent l'expansion d'une espèce.

## 2-1-2. Oxygène et pollution organique.

Les teneurs en oxygène dissous nécessaires à la survivance et à l'émergence des larves d'insectes aquatiques varient fortement selon les groupes (de 0,6 mg/l pour le ver de vase Tanytarsus dissimilis à la saturation pour Ephemera sp.) (NEBEKER, 1972). Or la quantité d'oxygène dissous varie selon la pente, la vitesse du courant, la végétation aquatique etc... Donc, la répartition naturelle des espèces ne sera pas uniforme le long d'un cours d'eau mais résultera des conditions d'oxygénation (et d'autres) qui lui sont offertes, le cours supérieur d'un ruisseau étant généralement mieux oxygéné que le cours inférieur. Mais actuellement, rares sont les cours d'eau pour lesquels aucune pollution organique n'interfère sur la teneur naturelle en oxygène. En fait, trois éléments principaux concernant l'oxygénation de l'eau affectent la répartition d'une espèce ou d'un groupe : d'abord la zonation naturelle résultant des teneurs différentes en oxygène de la source à l'embouchure ; ensuite l'impact des pollutions organiques par le biais de la teneur en oxygène ; enfin, la tolérance des espèces vis-à-vis des charges organiques elles-mêmes.

Chez les insectes à larves aquatiques et les poissons, la pollution se manifeste par une disparition plus ou moins rapide dans un certain ordre de tout ou d'une partie du peuplement initial du milieu étudié. On peut donc considérer que ce sont les absences et non les présences qui sont indicatrices d'un degré donné de pollution (VERNEAUX, 1973). Dans son étude sur la polluosensibilité de 4 groupes d'organismes (Téléostéens, Ephéméroptères, Trichoptères, Plécoptères), cet auteur observe que les Trichoptères et les Plécoptères sont les moins tolérants aux pollutions organiques, ensuite les Ephéméroptères puis les Téléostéens. Cependant, dans ces 4 groupes, certaines espèces se développent en présence d'apports organiques, ce sont par exemple Hydropsyche sp., Odontocerum albicorne Scop., Hydroptila vectis Mac Lachl. chez les Trichoptères ; Caenis sp., Ephemera sp. et Ephemerella ignita Poda chez les Ephéméroptères, et la sangsue Erpobdella octoculata (L.). Toutes ces espèces liées à des degrés plus ou moins accentués de saprobiontie, sont davantage indicatrices de certains



habitats du facies lénitique ou de conditions trophiques particulières que de pollution ou sens strict (VERNEAUX, 1973). Il faut remarquer que la tolérance aux charges organiques ne constitue qu'une fraction du spectre écologique des espèces, c'est-à-dire que l'absence d'une espèce en un lieu n'est pas nécessairement imputable à une pollution. C'est peut-être tout simplement que la région étudiée ne fait pas partie de son aire de distribution ou qu'un autre facteur que la pollution (topographie, présence d'une autre espèce etc...) empêche son établissement.

Il apparaît donc encore ici qu'un minimum de connaissance écologique d'une espèce est indispensable à l'interprétation de sa distribution géographique.

### 2-1-3. Substrat et pollution mécanique.

Le type de substrat a un impact certain non seulement sur la répartition d'une espèce au niveau d'une région (résultat de la vitesse du courant par exemple) mais aussi sur la microrépartition dans une même station : les espèces agiles peuvent coloniser les substrats susceptibles de rouler et d'être emportés par le courant tandis que les espèces qui se déplacent lentement sont confinées sur des surfaces plus stables ou se réfugient dans la végétation (MACAN, 1971). Par exemple, la répartition des larves de Diptères le long d'un ruisseau se fait d'une manière différente suivant les familles : les Dixidae se trouvent presque exclusivement dans les mousses et en amont du ruisseau et leur présence est exceptionnelle dans les graviers et les cailloux. Ces organismes plus ou moins pélagiques ont besoin en effet de points d'attache pour résister au courant. Les Simuliidae, organismes rhéophiles, sont beaucoup plus nombreux dans les cailloux en facies lotique que dans les graviers. Compte tenu de leur mode de fixation par leur ventouse anale et de leur mode d'alimentation avec leurs baguettes prémandibulaires, ces animaux ont en effet besoin, non seulement d'un substrat stable mais aussi d'un courant suffisant. cette discrimination par les larves entre les zones de courant et les

zones calmes est de plus en plus nette vers l'aval en fonction d'une meilleure ségrégation topographique (NEVEU, 1972).

La pollution mécanique consiste en l'accumulation de substrat artificiel. L'effet sur les organismes ne se fait pas en général par l'intermédiaire d'une baisse de l'oxygène dissous mais par la réduction du nombre de niches écologiques (uniformisation du milieu) : diminution de la couverture végétale par accumulation de boue ou par augmentation de la turbidité, réduction des microhabitats, colmatage des branches qui entraîne l'asphyxie etc... La diversité faunistique sera donc fortement réduite, seules quelques espèces adaptées à ce type de substrat pourront s'y établir.

#### 2-1-4. La dérive (drift)

Une étude bibliographique assez complète a été faite par BOURNAUD et THIBAUT (1973). Nous n'allons mentionner ici que quelques aspects généraux de la dérive et son influence sur la répartition d'une espèce au niveau d'un secteur ou d'une station.

La dérive affecte plus particulièrement certains groupes, Ephéméroptères, Plécoptères, Diptères et Crustacés amphipodes sont par ordre décroissant les quatre groupes les plus concernés. La dérive des organismes par le courant est en rapport avec leur activité, leur croissance et leur taille : elle est plus importante lors de la période de croissance des organismes en raison de l'activité accrue déployée par ceux-ci. Ce phénomène est signalé pour Erpobdella octoculata L. (ELLIOTT, 1973 b). La dérive des organismes par le courant est un facteur de distribution très important au niveau d'un cours d'eau. Elle permet la redistribution des espèces dans les zones appauvries lors de crues, par les curages, etc... Elle participe aussi à un certain dépeuplement des zones amont, dépeuplement qui est compensé pour certains groupes (Baetis, Gammarus, Asellus, Coléoptères, Diptères, Trichoptères) par une recolonisation de l'amont par les formes aquatiques elles-mêmes ou par les adultes aériens avant la ponte (BOURNAUD et THIBAUT, 1973 ; SERRA-TOSIO, 1971).

La dérive est très importante également dans la nutrition de certains groupes : larves filtreuses comme Simulium et Hydropsyche se nourrissent du plancton dérivant, les Salmonidés de larves d'insectes, de plancton et d'insectes en émergence (BOURNAUD et THIBAUT, 1973)

La dérive apparaît donc comme un facteur essentiel dans l'écologie de l'écosystème cours d'eau, autant dans la répartition des espèces que dans l'équilibre de cet écosystème. En effet, une altération du biotope naturel telle que la construction d'un barrage peut avoir des conséquences néfastes en aval : le réservoir favorise de développement d'un plancton abondant qui est emporté vers l'aval et fournit une nourriture abondante qui va favoriser certains groupes d'individus comme les larves filtreuses d'insectes. Celles-ci vont devenir très abondantes en aval du barrage et pourront éliminer d'autres espèces (MACAN, 1971).

Quoi qu'il en soit, la dérive n'aura pas d'impact tellement important, à notre avis, sur les observations que nous pourrons faire sur le terrain : notre méthode de prélèvement est suffisamment active pour avoir une idée représentative de la qualité de la faune qui s'y trouve. Néanmoins, certaines données telle que la présence particulièrement faible d'une espèce en un lieu, devront être discutées en fonction de la dérive.

## 2 - 2. Les éléments biotiques.

### 2-2-1. Alimentation et prédation.

Chaque espèce appartient à un niveau trophique bien déterminé. Sa répartition et son succès seront donc fonction de la qualité et de la quantité de nourriture disponible et peuvent donc être discutés en fonction de ces facteurs. L'espèce Gammarus fossarum Koch semble marquer une préférence pour les jeunes feuilles de certains arbres tombées dans le ruisseau et dédaigner les aiguilles de pins. Une grande quantité de sapins dans un bois peut dès lors influencer sa structure trophique et réduire la population de Gammarus (HAECKEL, et al., 1973)

Ancylus fluviatilis (Müll) se nourrit préférentiellement d'algues. Mais certaines populations se nourrissent exclusivement de lichens aquatiques si les algues manquent. La croissance semble cependant beaucoup plus faible dans un habitat abondant en lichens que dans un habitat prépondérant en algues (CALOW, 1973). D'autre part, lorsque la nourriture se trouve en quantité suffisante, ce mollusque montre un potentiel considérable d'adaptation (CALOW, 1975).

La majorité des Invertébrés benthiques sont capables de s'adapter à des circonstances aquatiques très variées dans la mesure où leurs caractéristiques morphologiques, leur régime alimentaire ou leur mode d'alimentation ne les lient pas trop étroitement à une situation déterminée comme c'est par exemple le cas pour les espèces rhéobiontes (Simuliidae) (VERNEAUX, 1973). Certaines espèces liées à un certain degré de saprobiontie, telles que la plupart des Mollusques Basommatophores et certaines larves d'Insectes, peuvent étendre leur distribution vers les sources à l'intérieur d'un même bassin grâce aux apports organiques qui ont fortement bouleversé les conditions naturelles. Mais nombreux sont les facteurs intervenant dans la répartition géographique des animaux et l'influence de l'alimentation ne se fait sentir de façon aigüe que dans des cas extrêmes, les espèces peuvent souvent s'adapter aux circonstances de l'environnement.

#### 2-2-2. Compétition.

La nutrition peut être source de compétition pour deux espèces voisines. c'est le cas par exemple de deux espèces jumelles de Planaires : Polycelis tenuis et P. nigra. Elles se nourrissent toutes deux de Gammare, Aselles, Oligochètes. Il semble donc qu'il y ait concurrence entre les 2 espèces. Or deux compétiteurs absolus ne peuvent cohabiter (LASCOMBE, 1971). Chacune des 2 espèces s'est spécialisée dans l'ingestion d'Oligochètes différents : Naïdidae pour P. nigra et Tubificidae pour P. Tenuis. Cependant il est vraisemblable que cette différence n'exclut pas toute concurrence alimentaire. Il y a probablement concurrence mais non absolue (LASCOMBE, 1971).

Outre l'alimentation, les possibilités physiologiques de deux espèces voisines déterminent en grande partie leur répartition géographique différentielle et leur microdistribution au niveau d'une même station réduisant ainsi la compétition. Il peut y avoir certaines adaptations physiologiques par des espèces voisines à des milieux extrêmes mais certaines régions à caractéristiques moyennes seront accessibles à plusieurs espèces à optima physiologiques différents. Prenons le cas, par exemple, du genre Gammarus. G. pulex L. apparaît comme une espèce à métabolisme essentiellement variable, ce qui lui confère une grande souplesse d'adaptation, élargissant la gamme des milieux où il peut vivre, principalement au niveau des T° supérieures à 10°C. Ceci est en rapport avec son milieu de vie dans les ruisseaux de plaine. D'autre part, il peut se heurter, dans des milieux plus sévères, à des populations mieux armées à vivre en conditions plus difficiles. Parmi ces populations mieux adaptées à un milieu plus agité, froid et montagnard, figurent les populations de Gammarus fossarum Koch. En milieu de plaine, la pression compétitive jouerait en faveur de G. pulex. On conçoit que dans des conditions "moyennes" relativement stables, les deux espèces, G. pulex et G. fossarum, puissent coexister. Les facteurs du milieu, ne jouant pas le rôle de facteurs limitants, ne mettent pas en jeu de facultés d'adaptation particulières (ROUX, 1975)

La répartition actuelle des espèces résulte, en partie du moins, de compétitions alimentaires, physiologiques ou autres. Mais dans le cadre de notre travail, cet élément n'aura pas d'impact particulier. Il y aurait intérêt à le considérer dans une étude de zoogéographie dynamique.

### 2-2-3. Niche écologique.

Divers mécanismes sont utilisés pour éviter une compétition trop forte entre espèces et mettre à profit un maximum de ressources naturelles, ce sont : l'alimentation, le microhabitat, la phénologie etc.. Ces mécanismes sont groupés sous la dénomination de "niche écologique".

Plusieurs auteurs ont par exemple démontré une certaine succession dans la croissance et l'émergence d'insectes aquatiques, particulièrement pour les espèces à parenté relativement proche. La raison de cette succession pourrait être le meilleur emploi de toutes les ressources alimentaires par les larves et nymphes de tailles différentes et d'espèces différentes. Par exemple, les Baetidae, dans la rivière Severn, présente un tel phénomène : tandis que Baetis Rhodani (Pict) passe l'hiver à l'état nymphal à son dernier stade de développement, Baetis buceratus Etn. demeure à l'état de jeune nymphe et Baetis bioculatus (L.) apparaît seulement au début de l'été. (LANGFORD, 1973)

WALLACE (1975) cite trois espèces d'hydropsychidae qui coexistent mais se sont différenciées dans le type de nourriture par différents procédés : dimension des mailles de leur piège à plancton, microlocalisation de ces pièges, variations temporelles dans la construction des nids. Une espèce en extension doit avoir un fort pouvoir de dispersion parfois facilité par des facteurs externes et doit trouver une niche qui n'est pas encore totalement "occupée" ou qui peut être occupée avec plus de succès que l'espèce indigène (MACAN, 1974). L'auteur signale le cas du Mollusque Potamopyrgus jenkinsi Smith qui a colonisé une grande partie de l'Angleterre en 30 ans environ. Les canaux auraient facilité son extension. Trois autres espèces de Mollusques : Physa acuta (Drap), Branchiura sowerbyi Beddard et Planorbis dilatatus (Gould) paraissent avoir profité de l'industrialisation pour élargir leur aire de répartition : rejet d'eau de refroidissement, culture de plantes qui exigent une eau relativement chaude. L'industrialisation peut donc favoriser l'extension de certaines espèces par rejet d'eau réchauffée (pollution thermique), de matières organiques (pollution organique) ou de matières minérales en suspension (pollution mécanique). Il y a, dans les trois cas, uniformisation de l'écosystème au niveau et en aval de l'effluent et donc diminution du nombre de niches écologiques. Seules subsisteront les espèces dont le spectre de tolérance permettra leur établissement dans une telle zone et dans ce cas, elles propèreront fortement au détriment des autres, ce qui entraînera un déséquilibre dans l'écosystème.

#### 2-2-4. Valence écologique.

Nous n'allons signaler ici que quelques exemples de l'influence de la valence écologique sur la répartition d'une espèce et discuter quelques peu les limites à l'établissement de spectres écologiques partiels pour une espèce.

REAL (1971) signale le gastéropode aquatique Potamopyrgus jenkinsi en Gironde (France) dans des eaux extrêmement variées, douces ou saumâtres. Son expansion rapide a certainement été favorisée par sa très grande euryhalinité et son eurythermie.

Cependant la prudence s'impose lorsqu'on interprète la répartition d'une espèce à partir de sa valence écologique pour divers facteurs. VERNEAUX (1973) a reconstitué, pour quelques espèces, des spectres écologiques partiels à partir des valeurs extrêmes de chaque composante. Ces spectres permettent d'apprécier le degré global d'euryécie des espèces ainsi que leur tolérance vis-à-vis des paramètres considérés individuellement. Cependant, ce procédé n'est pas strict. La première limite à ces spectres partiels est l'existence de combinaisons complexes entre différents facteurs de l'environnement (VERNEAUX, 1973). De plus, la valence écologique d'une espèce peut varier selon les régions dans son aire de distribution globale : une espèce peut être euryèce dans la zone d'habitat optimal et sténoèce là où un des facteurs vitaux est proche du minimum limite (UDVARDY, 1969). Un exemple est fourni par la Planaire Crenobia alpina. En montagne, elle se trouve partout, dans les cours d'eau et dans les lacs, que la température soit stable ou non, du moment qu'elle dépasse 25°C le jour, elle est donc enrytherme. En basse altitude, elle se cantonne dans des cours d'eau froids à température stable ; elle est sténotherme. Ceci s'explique par le fait que C. alpina a besoin d'une certaine dose de froid, soit une température basse et stable, soit une température instable mais avec des nuits froides. C'est un exemple de modification de la valence écologique de l'espèce (PATTEE et al., 1973). De plus, les espèces à large valence sont aptes à compenser certaines valeurs paramétriques par d'autres à l'intérieur des limites de leur spectre écologique. Ces processus d'adaptation sont d'autant plus accusés

que l'espèce est euryèce (VERNEAUX, 1973).

## 2 - 3. Les adaptations au milieu.

### 2-3-1. Adaptations morphologiques.

Ce type d'adaptation peut concerner l'organisme à différents niveaux de sa morphologie : la forme générale du corps ou bien une partie seulement, parfois quelques organes externes ou internes. Les adaptations morphologiques permettent à un groupe d'organisme de coloniser des milieux qui, à priori, leur sont défavorables. Elles jouent donc un rôle très important dans la répartition des espèces dans un pays, une région, le long d'un cours d'eau, et même au niveau d'une station.

C'est ainsi que beaucoup d'animaux des eaux courantes sont adaptés à la lutte contre le courant : Ancylus fluviatilis (Müll) s'oriente face au courant de manière à faciliter le passage de celui-ci sur sa coquille. Certaines espèces du genre Lymnaea possèdent une coquille plus épaisse dans les zones agitées que dans les parties calmes (GRASSE, 1960). Beaucoup d'insectes rhéophiles utilisent des dispositifs d'accrochage et des ventouses pour la lutte contre le courant : les Diptères Blépharocéridae, au corps aplati, possèdent six ventouses ventrales ; les larves de simulies ont l'abdomen terminé par une couronne de crochets chitineux et elles sécrètent en outre, grâce à des glandes séricigènes situées sous la bouche, des fils de soies qui sont collés au rocher et servent à l'amarrage (DAJOZ, 1972). On peut observer que dans différents groupes, des mécanismes analogues sont utilisés à une fin commune : aplatissement du corps (Hirudinées ; Planaires ; Plécoptères : Perlidae ; Ephémères : Ecdyonuridae, Heptagenidae), attache au substrat (Hirudinées ; Diptères). C'est le phénomène de convergence (ALLEE et SCHMIDT, 1962).

Outre ces diverses adaptations morphologiques externes au courant, il existe des adaptations anatomiques qui participent à une spécialisation plus efficace des espèces dans leur milieu. C'est le



cas de Ancylus fluviatilis qui cohabite avec Planorbis contortus (L.) Le premier se nourrit surtout d'algues et occasionnellement de détritus et de champignons et possède à cet effet un gésier plus musculeux et contenant plus de gravillons que P. contortus qui se nourrit principalement de détritus (CALOW, 1973).

### 2-3-2. Adaptations physiologiques.

Nous avons vu précédemment l'effet de la température sur la répartition des Planaires mais certaines capacités physiologiques peuvent favoriser l'expansion de plusieurs espèces. Le genre Gammarus (Crustacé amphipode) a été bien étudié au point de vue de ses possibilités de variations du métabolisme. Supérieure à 10 - 15°C, la température semble constituer un facteur limitant pour G. fossarum et G. lacustris Sars. Ces 2 espèces ne peuvent plus faire varier leur métabolisme respiratoire sous l'action d'autres facteurs. G. pulex garde cette possibilité jusqu'à 25°C, d'autre part il peut montrer un métabolisme de repos. Du point de vue zoogéographique, G. fossarum colonise des milieux beaucoup plus stables que G. pulex, il en est de même pour G. lacustris qui, en montagne, occupe des milieux à faibles variations thermiques. La possibilité de grandes variations du métabolisme respiratoire confère à une population une plus grande faculté d'adaptation. D'une part, la possibilité d'augmenter sa consommation d'oxygène peut être utilisée par l'animal pour sa survie (activité accrue) ou pour sa reproduction, d'autre part l'existence d'un niveau métabolique de repos lui permet de compenser les pertes d'énergie subies ou attendre des conditions plus favorables : le maintien d'un niveau constamment élevé peut être néfaste à la longue pour la population.

Une augmentation ou une diminution de la consommation d'oxygène ne signifie en fait rien par elle-même, elle ne traduit qu'une "sensibilité" à un facteur, sensibilité qui ne prend sens que dans un contexte écologique et éthologique précis. L'ensemble des variations possibles du métabolisme respiratoire intéresse davantage l'écologiste

losqu'il s'agit de connaître les possibilités de survie et d'extension d'une population. (ROUX, 1975).

Une capacité de modification du métabolisme a été observée également chez 2 espèces de Planaires : Dugésia tigrina et Polycelis felina. Les 2 espèces réduisent considérablement leur métabolisme dans des conditions de basses concentrations d'oxygène mais D. tigrina le fait de manière plus importante que P. felina (RUSSIER - DELOLME, 1974). Ces observations peuvent être mises en rapport avec leur habitat spécifique : P. felina occupe plutôt les têtes de ruisseau<sup>x</sup> (300 - 800 m d'altitude), milieu relativement stable et D. tigrina habite les portions aval, soumises à des variations écologiques d'amplitude plus forte.

D'autres animaux tels que Tubifex, chironomidae et Pisidium sont particulièrement bien adaptés à de faibles concentrations d'oxygène. En effet, ils peuvent adopter un métabolisme anaérobie. De plus, leur pigment respiratoire a un pouvoir d'oxygénation particulièrement grand (LEMEE, 1967).

Les capacités physiologiques d'une espèce déterminent donc en partie du moins sa répartition : différents facteurs de l'environnement interagissent différemment selon les endroits, créant ainsi des habitats variés que l'espèce pourra ou non coloniser. Cette succession d'habitats a d'ailleurs fait l'objet de l'étude de la zonation des eaux courantes par ILLIES et BOTOSANEANU (1963). Une espèce peut cependant favoriser son expansion en faisant appel à certaines adaptations écologiques ou éthologiques.

### 2-3-3. Adaptations écologiques et éthologiques.

Ce type d'adaptation recouvre un très large éventail de possibilités qu'ont adopté beaucoup d'espèces aquatiques pour répondre aux exigences de leur environnement. Par exemple, certains trichoptères limnephilidae montrent une zonation transversale dans la colonisation du lit de la rivière : les larves inférieures à 3 mm se maintiennent plus près des berges et les larves plus grandes vers le centre. Il y

a donc migration à partir des zones ripicoles d'éclosion vers le centre du lit. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'organisme, par une adaptation éthologique, se défend lui-même contre la dérive (BOURNAUD et THIBAUT, 1973).

Chez les Planaires P. nigra et P. tenuis, LASCOMBE (1971) signale une possibilité de survivre à un assèchement relativement long (6mois) de la rivière : elles se maintiennent durant toute la mauvaise période dans la vase humide et reprennent une activité normale dès le retour aux conditions favorables.

Beaucoup d'espèces à large spectre écologique peuvent compenser les valeurs trop limites de certains paramètres de leur environnement par d'autres facteurs qu'elles subissent alors comme un "moindre mal". Tel est le cas de Rhyacophila dorsalis Curt, trichoptère carnassier théophile qui, en amont du ruisseau, trouve un maximum de proies dans les courants moyens, mais ne subsiste dans leur cours inférieur, avec eaux chaudes et contaminées, que dans les mousses et les algues garnissant les blocs à courant fort. Par ce déplacement, l'espèce compense à la fois l'augmentation de la température, l'abaissement du taux d'oxygène dissous et l'inhospitalité des supports recouverts de dépôts. Un déplacement analogue est observé chez le Trichoptère Odontocerum albicorne.

Au fur et à mesure de l'augmentation du degré de pollution des substrats, on assiste donc à un déplacement de la faune vers des habitats situés dans des vitesses d'écoulement de plus en plus fortes jusqu'à l'atteinte des valeurs limites propres aux espèces (VERNEAUX, 1973). L'étape ultime de la dynamique des populations, après pollution de leur habitat, sera la disparition des groupes faunistiques dans un ordre déterminé.

### III. Objectifs de cette étude zoogéographique.

La répartition des espèces dépend donc d'un nombre considérable de facteurs abiotiques (physiques, chimiques) et biotiques (compétition, alimentation etc...), tant au niveau d'un pays, d'une région ou d'un cours d'eau que au niveau même d'une station (microdistribution). La présence ou l'absence d'une espèce en un endroit donné est la résultante de tous les facteurs écologiques présents et passés. Cependant, beaucoup d'espèces ont une capacité d'adaptation considérable qui leur permet de coloniser des endroits qui leur sont à priori défavorables. La répartition d'une espèce sera donc fonction des facteurs externes (environnement) et des facteurs internes (morphologie, physiologie, éthologie de l'espèce). Les changements dans sa distribution doivent donc être étudiés en fonction des variations de l'environnement (pollutions). Une cartographie systématique des espèces dulciicoles constitue une méthode pratique et efficace pour une connaissance de la qualité des eaux courantes et pour une surveillance à long terme. (LECLERCQ, 1973). Cette méthode est déjà d'application à Saarbrücken en Allemagne. Un vaste projet de planification est entrepris sur la Saar par un groupe de chercheurs : ce groupe étudie la répartition des espèces aquatiques, considérées comme bioindicatrices, dans tout le bassin de la Saar. Il étudie aussi la composition des biocénoses et leurs changements, et enfin il observe et enregistre les capacités de résistance d'espèces animales et végétales, à valence écologique connue, soumises sur terrain à différentes conditions écologiques. Ils ont ainsi pu établir une échelle de valeur des eaux de la Saar et déterminer ainsi les zones de pollution les plus importantes. (MULLER, 1974).

Pour un essai d'interprétation des cartes de répartition d'Invertébrés aquatiques au niveau d'une région restreinte, de nombreux facteurs sont à prendre en considération : d'une part, il faut connaître l'aire de distribution globale de l'espèce en Belgique pour savoir si cette espèce a beaucoup de chances de se trouver naturellement dans la région étudiée ; d'autre part une connaissance écologique s'impose : sa distribution naturelle le long d'un cours d'eau en

fonction de la zonation de ce dernier, sa tolérance et ses facultés d'adaptations vis-à-vis des facteurs écologiques et des changements de l'environnement.

Les objectifs que nous nous fixons dans cette étude sont les suivants :

- 1) élaboration des cartes de distribution de quelques espèces d'Invertébrés aquatiques dans la région considérée.
- 2) Essai d'interprétation de ces cartes :
  - d'une part, par quelques données de répartition des espèces au niveau de la Belgique, nous pourrions estimer si la présence de telle espèce peut être "attendue" dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et si elle y est absente, penser à différentes causes possibles (pollution par exemple) ; ou bien si cette espèce limite en Belgique son aire de répartition à une région bien déterminée (Nord du sillon Sambre-et-Meuse par exemple), son absence en dehors de cette aire serait donc normale et indépendante de la pollution.
  - d'autre part, à partir des données écologiques que nous avons pu recueillir sur chaque espèce par des lectures bibliographiques et par nos propres recherches de terrain, nous essayerons d'isoler certains facteurs déterminant la distribution des animaux dans la région, en particulier le facteur pollution : organique, mécanique ou chimique, et éventuellement mettre en évidence de nouveaux bioindicateurs de la qualité des eaux courantes. En effet la région étudiée a l'avantage, pour ce genre d'étude de contenir divers types de cours d'eau, les uns très proches de la situation naturelle, peu pollués, tel que le bassin de la mognée ; d'autres relativement affectés par des effluents urbains ou diverses activités humaines (carrière, fabrique d'eau de javel etc...) tel que le ruisseau de Fosses. Nous nous trouvons donc en présence d'une gamme de milieu plus ou moins pollués et nous allons tenter de tirer parti de cette situation particulière pour mettre en évidence l'effet de la pollution sur la répartition de la macrofaune aquatique. Par une recherche zoogéographique plus détaillée au niveau d'un ruisseau, nous tenterons de mettre en évidence des facultés d'adaptation différentes aux pollutions et par là, d'isoler d'éventuels bioindicateurs de pollution.

#### IV. Résultats de l'étude zoogéographie.

##### 4 - 1. Présentation de la région étudiée.

Nous avons effectué nos recherches zoogéographiques dans la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse qui s'étend de 4°37' à 4°53' long. Est et de 50°14' à 50°28' lat. Nord. C'est une région essentiellement agricole. Plusieurs laiteries et quelques brasseries se sont implantées le long des ruisseaux. De nombreuses carrières également exploitent le calcaire abondant dans cette partie de la Belgique. Ces carrières se situent essentiellement dans la vallée de la Molinee, mais aussi dans celle du Burnot et du ruisseau de Fosses. Une fabrique d'eau de javel s'est établie sur ce dernier également. La densité de population humaine augmente lorsque l'on s'approche de la région de Charleroi. Toutes ces activités humaines ont un impact certain sur la qualité des eaux et donc sur la distribution des espèces aquatiques. Nous en discuterons lors de l'interprétation des cartes zoogéographiques.

##### 4-1-1. Le réseau hydrographique.

Nous avons étudié la répartition géographique de quelques espèces d'Invertébrés aquatiques. Les recherches se cantonnent au milieu d'eau courante. Nous n'allons donc pas nous attarder sur les milieux d'eau stagnants pourtant relativement abondants dans la région.

La figure 3 montre le réseau hydrographique sur lequel porte notre étude. Deux groupes de cours d'eau se distinguent : d'abord les affluents de la Sambre dont les principaux sont : le Landoir (C), le ruisseau de Floeffe (D), le r. de Janmart (E), le r. de Godronval (F) et le r. de Fosses (G). Le deuxième ensemble de cours d'eau groupe les affluents de la Meuse dont : la Marlagne (H), le Grand Ri (J), le Burnot (L), le r. d'Annevoie (M) et la Molinee (N).

Si nous considérons la zonation écologique des eaux courantes de ILLIES et BOTOSANEANU (1963), ces cours d'eau appartiennent au rithron. Leur pente est de 1 à 3% et la plupart d'entre eux ne montrent

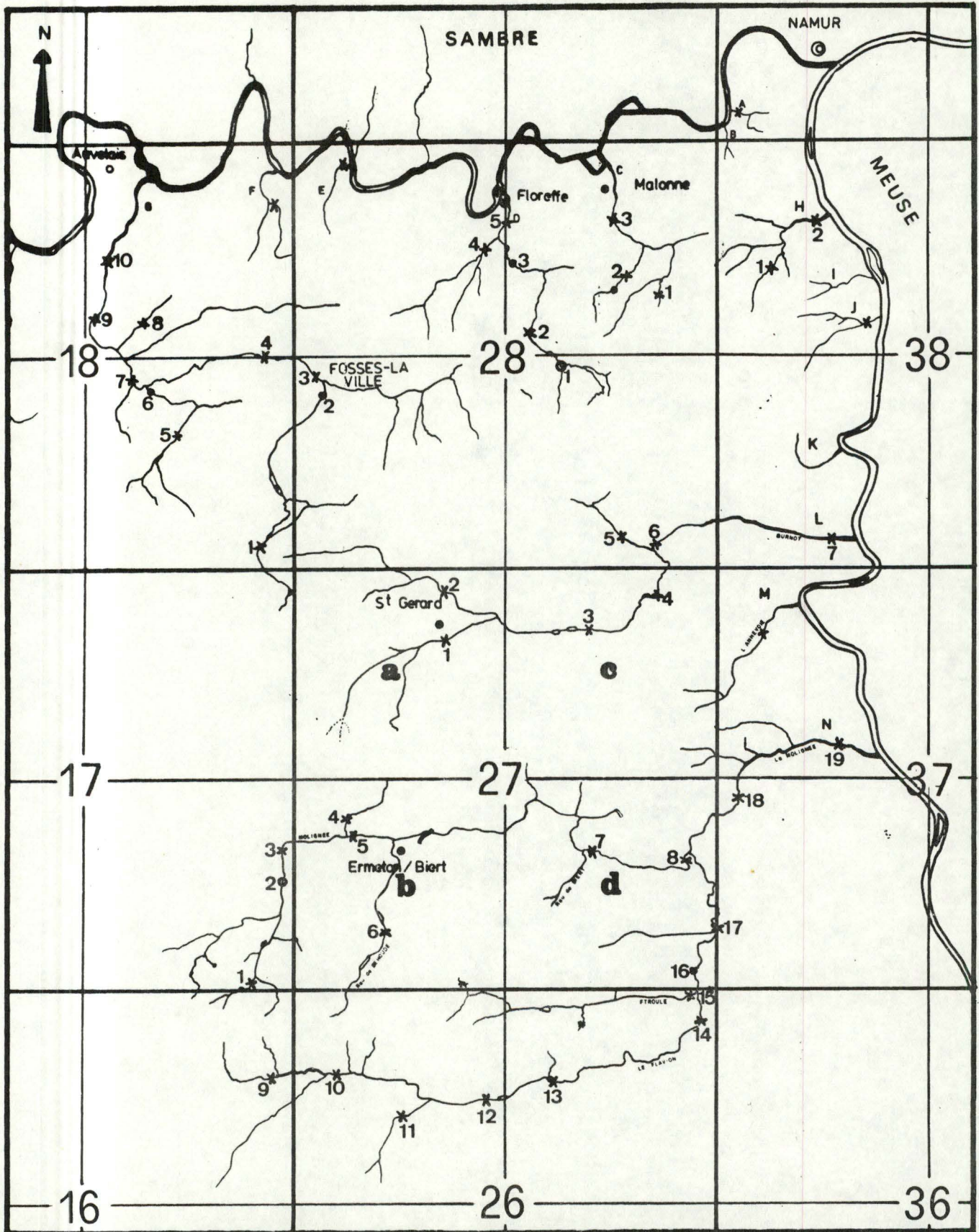


fig. 3 - Réseau hydrographique étudié, superposé au réseau U.T.M.

légende : ● stations d'octobre 75  
 • stations de décembre 75  
 x stations de mars-avril 76

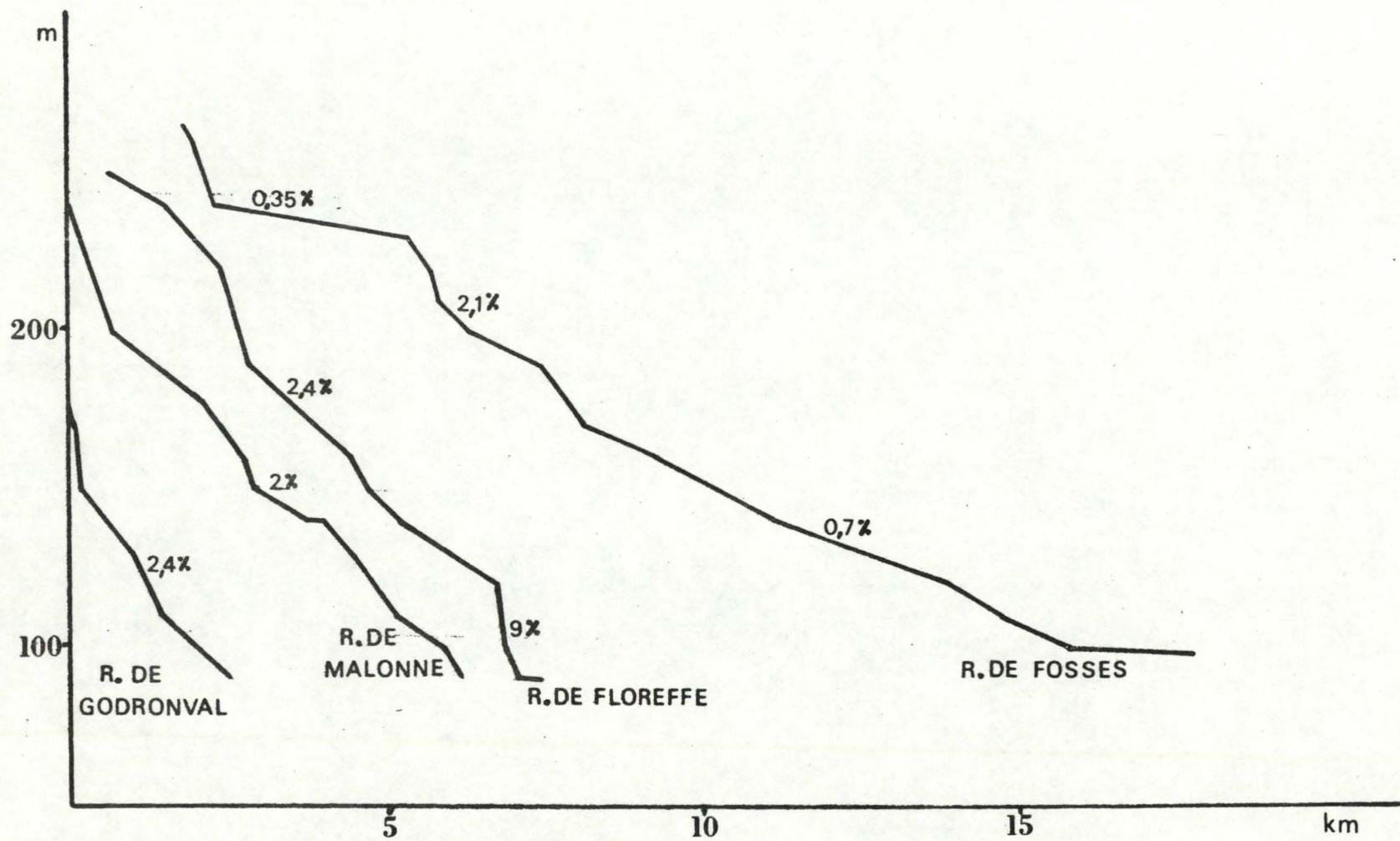


fig. 4a - Profils longitudinaux des affluents de la Sambre



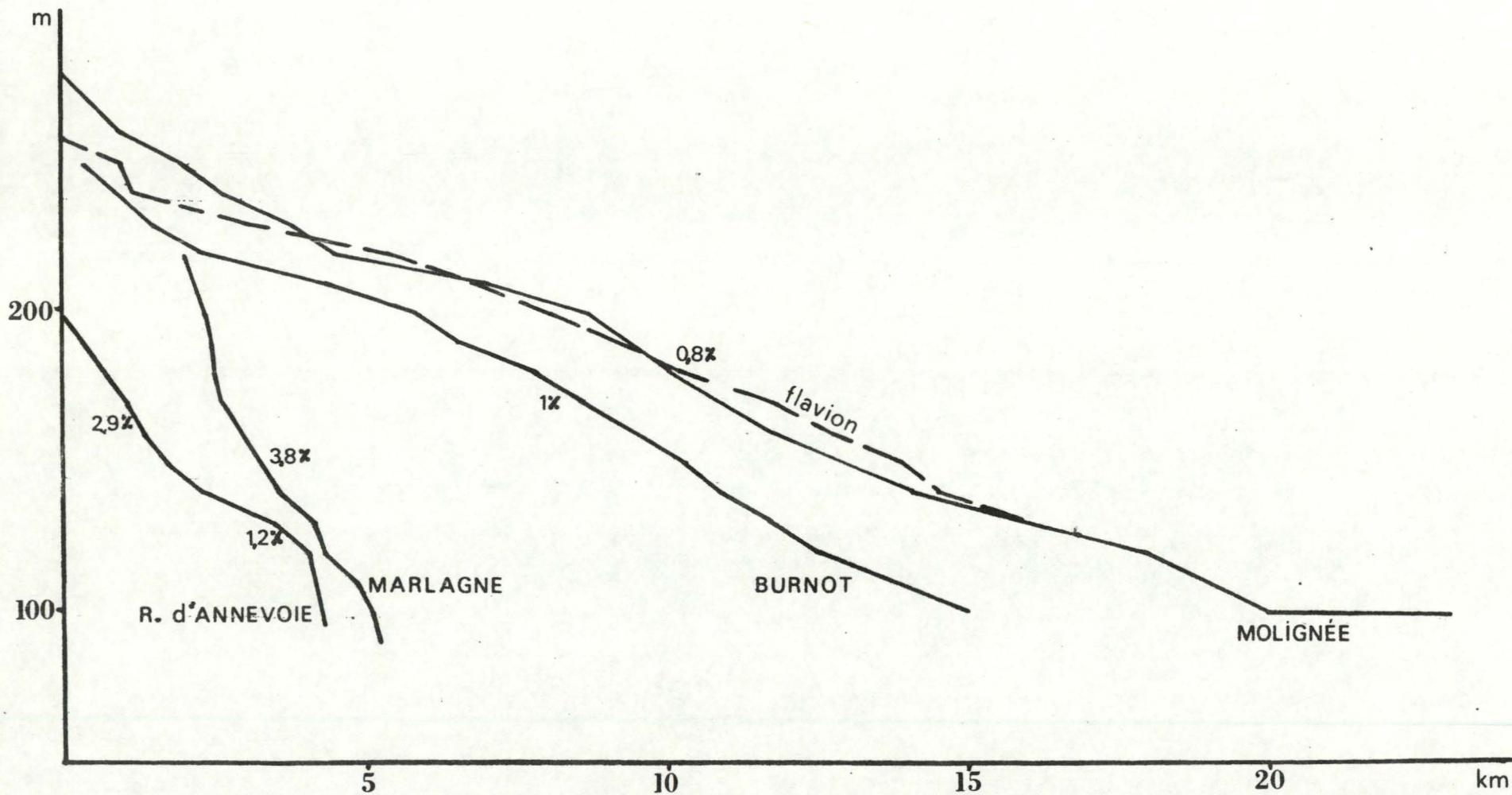


fig. 4b - Profils longitudinaux des affluents de la Meuse.

pas de rupture très marquée (fig. 4 a et b). La hauteur d'eau maximale observée dans la région est de l'ordre de 1,50 m et se situe dans le cours inférieur de la Molinee. La largeur des ruisseaux de la région varie de 50 cm pour les plus petits à 5 m pour la Molinee. Les substrats sont différents selon les cours d'eau et selon leur degré de pollution organique ou mécanique. Le ruisseau de Fosses, par exemple, contient des mousses (Fontinalis) et des algues dans son cours supérieur. Mais la pollution, augmentant très vite, élimine les végétaux sur une partie du cours d'eau jusqu'à ce que l'autoépuration naturelle permette leur recolonisation. Le bassin de la Molinee, par contre, est riche en végétaux aquatiques (Fontinalis antipyretica L. ex Hedw., Ranunculus fluitans Lam., Cladophora sp.) et les quelques points de pollution (organique et mécanique) n'ont qu'un impact restreint sur la composition floristique et faunistique. Une restriction est à faire cependant pour le cours supérieur du Flavion qui a un faible débit et reçoit des charges organiques importantes à partir des fermes, abondantes dans cette région.

Tous ces facteurs (substrat, charges organiques etc...) ont un impact certain sur la faune et nous essayerons de discuter la distribution des espèces étudiées en fonction de ces différents éléments.

#### 4-1-2. Aperçu géologique et lithologique.

La carte géologique et lithologique de Belgique (fig. 5) met en évidence des couches de terrain orientées Est-Ouest. La région est constituée d'une alternance de couches de calcaire, de grès et schistes. Deux sommets de 300 m se situent à 1 km au Nord de Flavion. Une bande large et longue occupe pratiquement le centre de la région étudiée (crête de la Marlagne). Elle est constituée par l'affleurement des grès durs de l'Eodévonien (ed). De là s'écoulent la plupart des ruisseaux qui font l'objet de notre étude (le r. de Fosses, le r. de Floreffe, le Landoir, la Marlagne et le Burnot).

Les rivières se présentent de deux façons différentes par rapport à l'allongement des affleurements rocheux. Ainsi, les affluents

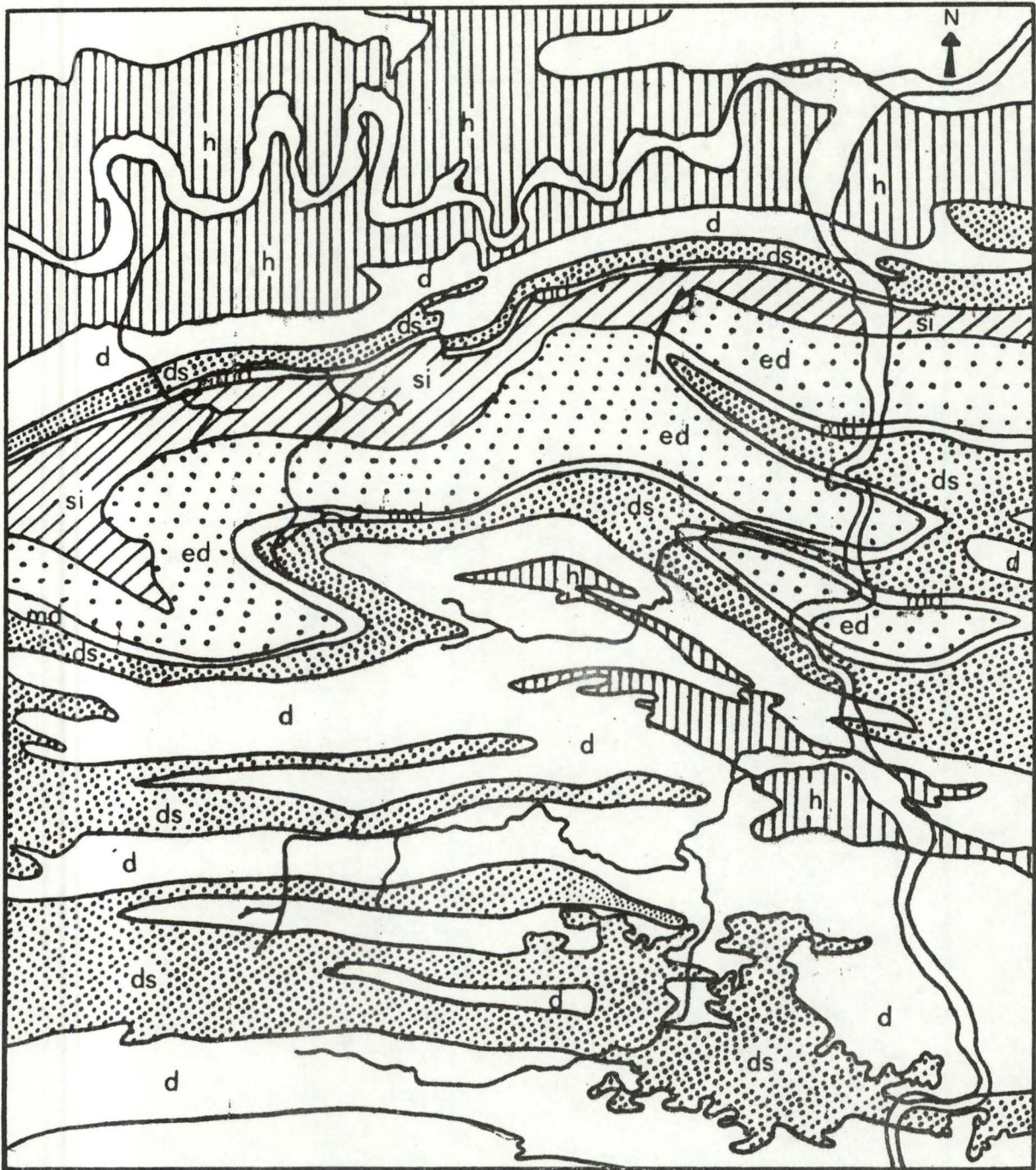





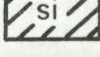
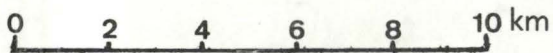


fig. 5 - Carte géologique et lithologique de la région  
Namur - Auvélais - Flavion - Anhée

schistes, grès, houille		Houiller
calcaire		Dinantien
schistes, <u>grès micacés</u>		Dévonien supérieur
schistes, grès <u>calcaire</u>		Mésodévonien
grès durs		Eodévonien
schistes		Silurien

échelle : 1 : 160.000



réf : carte géologique de Belgique  
1 : 160.000

de la Sambre paraissent-ils, pour la plupart, recouper transversalement une majorité de couches afférentes. Les affluents de la Meuse, au contraire, restent localisés dans des types lithologiques homogènes (rivières subséquentes), ce qui confère à ces eaux des propriétés différentes de celles des affluents de la Sambre (pH par exemple). La Molinee s'écoule pratiquement toujours dans les calcaires. Nous y avons d'ailleurs observé de nombreux tufs calcaires. Notons que le r. de Fosses, affluent de la Sambre présente un caractère mixte.

#### 4-1-3. La végétation.

La région est encore relativement riche en forêt mais malheureusement, peu sont maintenues dans leur état naturel. En effet, de nombreuses plantations de conifères ont été effectuées, ce qui peut influencer la qualité des eaux (acidification) et donc avoir un impact sur leur faune. Nous avons tenté de classer très schématiquement nos différentes stations selon les types de végétation aérienne rencontrés (tableau I). Nous constatons que six types de stations se dégagent avec pour chacune, les conséquences que le milieu environnant entraîne au point de vue de l'altération des eaux naturelles : épandage d'engrais dans les prairies et les vergers, acidification possible par les conifères, apports organiques et altération des berges en milieu urbain.

Végétation Ruisseaux	Feuillus	Feuillus + conifères (feuillus +++)	Feuillus + conifères (conifères +++)	Prairies	Vergers	Milieu urbain
r. de Fosses (G)	5-6-7-8	1.		10		2-3
Godronval (F)		x				
Jammart (E)				x		
r. de Floreffe (D)		1-4	2	5	2	
Landoir (C)	2	1				3
A	x					
Marlagne (H)	2			1		
G <sup>d</sup> Ri (J)	x					
Burnot (L)		2-4-7	3	1		
r. d'Annevoie (M)	x					
Molignée (N)		1-4-8-11-12-15-16-17		2-5-6-7- 10-14		9

Tableau I : Types de végétation rencontrés aux différentes stations (1 à 17 et x correspondent aux stations renseignées fig. 3)

#### 4-1-4 Aperçu climatique.

Cette région de l'Entre-Sambre-et-Meuse reçoit en moyenne 850 à 900 mm d'eau par an. La température moyenne de l'air est de 9 - 9,5°C. Le maximum moyen diurne de la température de l'air est de 14°C et le minimum de 4,5 - 5°C. Les vents dominants soufflent dans la direction S.O. - N.E. (PONCELET et MARTIN, 1947)

#### 4 - 2. Matériel et méthode.

Comme il nous est impossible dans le cadre d'un mémoire de considérer l'entièreté de la faune des cours d'eau de la région, il a fallu choisir certaines espèces d'Invertébrés en fonction de différents critères. Il est évidemment indispensable que l'espèce soit présente dans la région étudiée, et qu'elle soit assez répandue mais non ubiquiste pour pouvoir tirer quelques conclusions à partir de sa carte de répartition. En d'autres termes, il faut que sa tolérance vis-à-vis de la pollution et autres facteurs ne soit pas trop grande. Une dernière exigence s'impose enfin, à savoir que l'espèce soit macroscopiquement identifiable, c'est-à-dire qu'elle ne demande pas un travail systématique trop laborieux tel que microdissection etc... Il nous a donc fallu avoir une idée globale de la faune des cours d'eau étudiés avant de choisir ces espèces. En août - septembre 1975, nous avons effectué une première tournée générale de la région. Un travail de détermination a suivi, ce qui nous a permis de choisir quelques espèces en fonction des critères énoncés ci-dessus.

Notre essai cartographique concerne donc les taxa suivants :

- Plathelminthe Tubellarié : Dugesia gonocephala (Dugès)
- Annélides Clitellates Hirudinées : Erpobdella ostoculata (L.)  
Helobdella stagnalis (L.)
- Mollusques Gastéropodes Basommatophores : Lymnaea peregra (Müll.)  
forma Ovata (Drap.)  
Ancylus fluviatilis (Müll)

- Mollusque Gastéropode Prosobranche : Potamopyrgus jenkinsi (Smith)
- Mollusque Bivalve Eulamellibranche : Pisidium amnicum (Müll.)
- Arthropodes Insectes :
  - Ephéméroptères : Ephemera danica Müll.  
Paraleptophlebia spp.
  - Trichoptères : Goera pilosa Fab.  
Odontocerum albicorne Scop.
  - Coléoptères : Helmis maugéi Bedel  
Limnius sp.

Nous avons ensuite déterminé un mode de prélèvement uniforme à toute la région. Nous avons décidé de prendre comme mesure commune la durée et la distance de prélèvement. Après quelques essais dans divers cours d'eau, il est apparu que une demi heure de prélèvement sur 50 m de rivière suffisait pour avoir une bonne idée qualitative et semi-quantitative (abondance relative) de la faune. Nous ne prétendons pas, par ce simple procédé, avoir éliminé toutes sources d'erreur vu que de nombreux facteurs peuvent interférer tels que : intensité de prélèvement, comportement de la faune, courant de la rivière etc... (FROST et al., 1971). Cependant, il nous semble que les recherches n'étant que qualitatives, ces différents facteurs sont de moindre importance. Le matériel utilisé est simple : un filet métallique à mailles de 1 cm et un filet tissé à mailles de 1 mm.

#### 4 - 3. Cartographie et essais d'interprétation.

Pour quelques unes des espèces étudiées, nous avons pu récolter des données bibliographiques ou des observations concernant leur répartition au niveau de la Belgique. Mises sur carte, ces données peuvent nous renseigner des aires de répartition préférentielles, caractérisées par la végétation, l'altitude, la proximité de la mer etc... Cependant, une grande prudence s'impose dans l'interprétation de ces cartes. En effet, puisque ce sont des renseignements obtenus par des naturalistes divers ayant fait des observations de manière passive pour la plupart, nous n'avons en fait que des renseignements très incomplets et limités aux carrés prospectés. Un carré blanc peut donc signifier autant "absence de l'espèce" que "lieu non visité".

D'autre part, beaucoup de données antérieures à 1950 concernent des régions aux alentours des villes et ceci pour la simple raison que l'on se déplaçait à cette époque moins qu'actuellement. Il est donc normal que le nombre d'observations soit supérieur là où la densité de population humaine était plus forte.

Une dernière remarque que nous ferons avant de présenter nos résultats est la suivante : des connaissances zoogéographiques à propos d'une espèce ne renseignent rien de son écologie. En effet, la présence de cette espèce dans un carré déterminé ne renseigne pas son biotope ni son microhabitat. Par contre des connaissances écologiques peuvent aider dans une étude zoogéographique : connaissant le biotope, le microhabitat des espèces étudiées, nous pouvons orienter nos recherches plus efficacement vers tel ou tel milieu. Cette méthode de travail présente cependant le danger de passer à côté de réalités, si nous nous sommes fixé, comme norme de départ, que telle espèce n'occupe que tel type de milieu. Pour notre part, nous avons réduit au minimum cette source d'erreur en essayant de visiter tous les types de substrats au niveau de chaque station.

En ce qui concerne l'établissement des cartes de répartition dans la zone étudiée, nous insistons sur le fait que nous n'avons prospecté que dans les ruisseaux se situant à l'Ouest de la Meuse. Donc, si



une espèce semble absente des affluents Ouest, cela ne veut pas dire qu'elle est absente des carrés situés sur la Meuse. Il se peut qu'elle soit présente dans la Meuse elle-même ou dans les affluents Est.

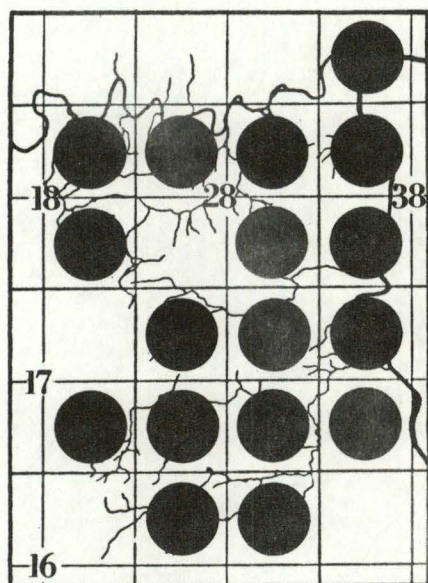
Dans les commentaires de cartes que nous faisons pour chaque espèce, nous renseignons des stations par une lettre et un chiffre qui correspondent aux annotations de la fig. 3.

#### 4-3-1. Dugesia gonocephala

Nous nous sommes basée sur les caractères suivants pour la détermination spécifique : tête triangulaire portant deux cornes latérales et deux yeux éloignés du bord, face dorsale gris foncé et face ventrale plus pâle.

Nous n'avons pas pu obtenir suffisamment de renseignements pour dresser la carte de répartition belge de cette espèce. Nous savons cependant que c'est une espèce rhéophile, occupant les cours d'eau de montagne à une altitude inférieure à 300 m et les cours d'eau rapides de plaine (PATTEE et al., 1973). C'est une espèce relativement sténotherme dont la température optimale se situe entre 15° et 20°C. (fig.2)

La carte de distribution que nous avons dressée pour cette espèce dans la région étudiée (carte 1) montre qu'elle y est très répandue. Nous avons constaté également qu'aux stations où elle était présente, elle s'avérait relativement abondante. Elle semble confinée cependant dans des milieux peu pollués. C'est ici que la zoogéographie doit se compléter d'observations écologiques. En effet, en consultant uniquement la carte de distribution qui a été établie, nous pourrions conclure que D. gonocephala est présente dans tous les types de milieux, des plus pollués (r. de Fosses) au moins pollués (Flavion). Ce n'est cependant pas le cas et ce type d'interprétation erronée est due au fait que, dans un même carré, se trouvent deux ruisseaux à degrés de pollution différents. Par exemple, le carré 18 c (fig. 3) groupe l'embouchure du r. de Fosses très pollué et le r. de Godronval non pollué. Une recherche écologique plus fine se révèle donc utile pour compléter nos informations. Nous avons effectué ce type de recherche dans le



Carte 1 - Dugesia gonocephala

bassin du r. de Fosses. Nous en présentons les résultats à la fin du présent travail.

Les individus de l'espèce D. gonocephala se trouvent généralement sur la face inférieure des pierres ou dans les végétaux. La disparition de ce microhabitat en zone polluée pourrait expliquer partiellement la disparition de l'espèce à certaines stations.

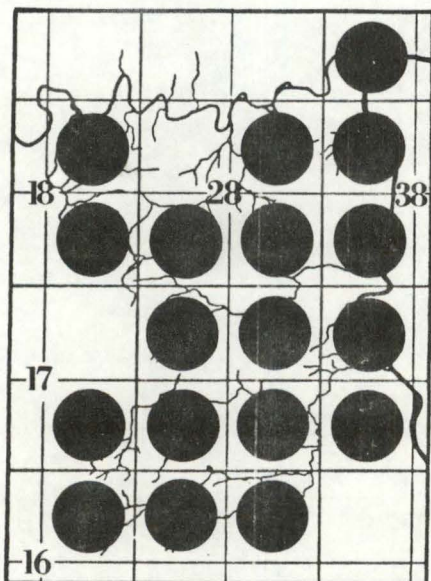
#### 4-3-2. Erpobdella octoculata.

Nous reconnaissons cette espèce aux caractères suivants : la présence de 4 paires d'yeux sur la partie céphalique, la constance dans la largeur des segments, la couleur grisâtre du corps et la présence de traces noires sur la face dorsale.

Cette espèce est largement répandue en Europe et est presque toujours la sangsue la plus abondante dans les cours d'eau (ELLIOTT, 1973 a). Son cycle de vie est de deux ans. Les individus matures apparaissent de avril à octobre, la copulation a lieu en juin-juillet.

Les cocons sont déposés sur des supports solides et l'éclosion a lieu de août à fin octobre. L'activité augmente durant la nuit. Cette espèce est peu soumise à la dérive grâce à son système d'accrochage très efficace. C'est une espèce carnivore : elle se nourrit de chironomidés de larves de Simulium, de trichoptères, de petites Erpobdella et de cocons. Les facteurs affectant la distribution et l'abondance de E. octoculata sont inconnus. En Angleterre, cette espèce est répandue dans des habitats très divers : eau dure et douce, eau courante et eau stagnante. Dans les eaux courantes, elle est très abondante et une grande densité de population est associée à un degré modéré de pollution organique. La disponibilité de la nourriture semble être un facteur important, les chironomidés constituant la plus grande partie de celle-ci (ELLIOTT, 1973 b).

Si nous consultons la carte de distribution de cette espèce dans la région étudiée (carte 2), nous vérifions en effet sa large répartition. Elle est présente autant dans les milieux très pollués (r. de Fosses) que dans les ruisseaux presque inaltérés (Moligné), dans les cours d'eau rapides et lents, près des sources ou dans le cours inférieur. Elle semble cependant attachée à un substrat caillouteux, elle est donc absente d'un fond trop boueux qui élimine son microhabitat préférentiel. Ainsi expliquons-nous son absence du r. de Jammart (carré 28 a).

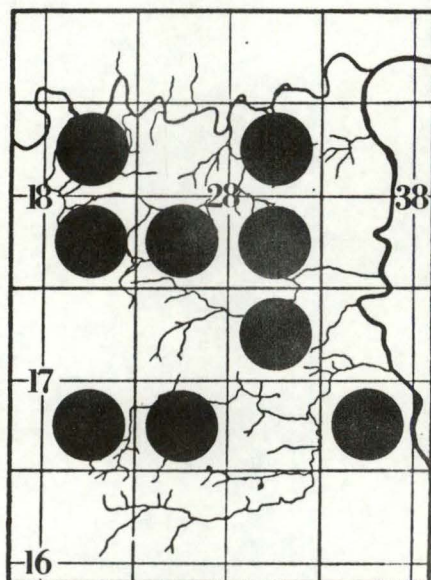


Carte 2 - Erpobdella octoculata

4-3-3. Helobdella stagnalis

Les caractéristiques systématiques utilisées sont les suivantes : présence de deux yeux sur le segment céphalique et d'une tache chitineuse réduite sur la partie antérieure de la face dorsale. Cependant, c'est une espèce pour laquelle nous avons éprouvé quelques difficultés à reconnaître sur le terrain. Aussi, examinons-nous souvent un lot d'Hirudinées au laboratoire pour nous assurer la bonne détermination systématique.

C'est une espèce apparemment assez commune, cependant moins abondante que E. octoculata. D'après nos observations sur le terrain, elle nous semble eurybionte : elle colonise en effet les milieux très pollués tels que le cours inférieur du r. de Fosses ainsi que les milieux relativement exempts de pollution comme le cours inférieur du Flavion (carte 3). La pollution ne semble donc pas le facteur limitant pour H. stagnalis. Elle peut cohabiter avec E. octoculata. Un substrat caillouteux semble lui suffire et l'absence de végétaux ne semble pas la gêner. En effet les stations de Falisolle (G 10) et de Malonne (C 3) où l'espèce a été trouvée, sont très polluées et le substrat n'y est plus constitué que de pierres recouvertes de vase organique. Elle se trouve aussi à des stations où les végétaux restent présents (Fontinalis, algues) et dont le cours rapide permet une bonne oxygénation. Elle est présente dans les ruisseaux de toute taille : ruisselets de 50 cm de largeur comme ruisseaux de 4 m. Son absence apparente du cours inférieur et moyen du Flavion nous reste inexplicée : les stations visitées sur ce ruisseau trouvent pourtant à peu près leur équivalent dans d'autres ruisseaux où l'espèce a été trouvée, équivalence du moins au point de vue des facteurs abiotiques : topographie, substrat etc... Un facteur biotique pourrait peut-être expliquer la rareté relative de H. stagnalis dans le bassin de la Molinee mais il ne nous a pas été possible de l'isoler. Nous avons pourtant trouvé l'espèce au sein de biocénoses très riches et très diversifiées ainsi que dans des milieux altérés aux biocénoses simplifiées où ne subsistaient que E. octoculata et L. peregra. Une erreur de détermination systématique est d'ailleurs toujours suspecte dans un tel cas. Cette explication reste cependant peu probable vu



Carte 3 - Helobdella stagnalis

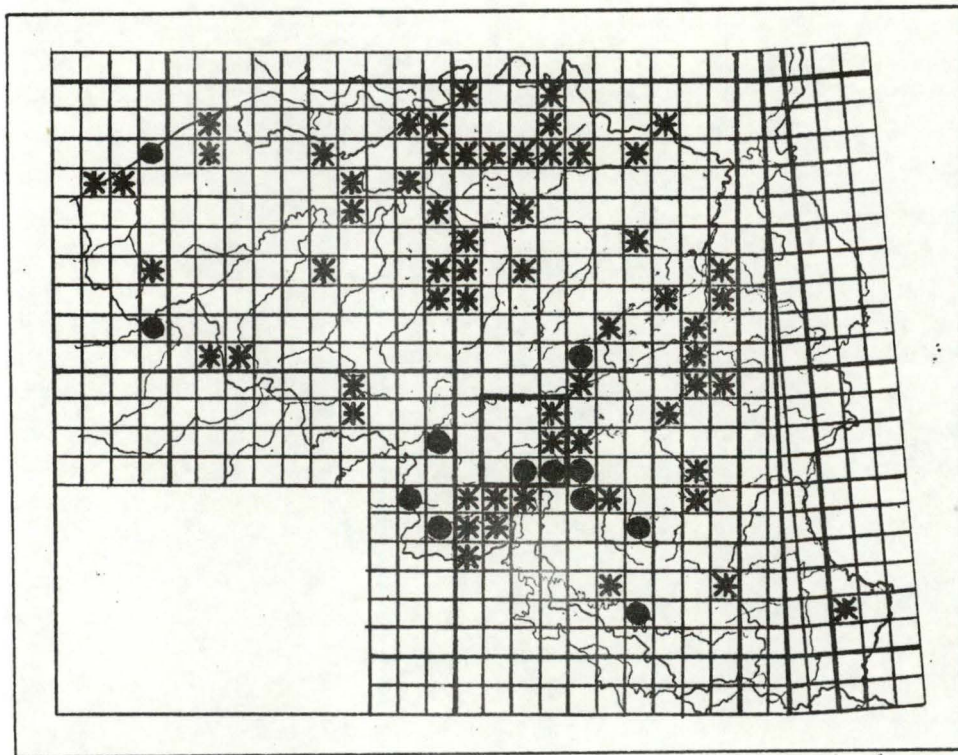
que sept stations ont été visitées et aucune d'elles ne s'est avérée héberger H. stagnalis.

#### 4-3-4. Lymnaea peregra forma ovata

Nous avons utilisé les caractéristiques suivantes comme base de notre détermination spécifique : quatre ou cinq tours de spire, le dernier très grand, bord columellaire oblique et linéaire.

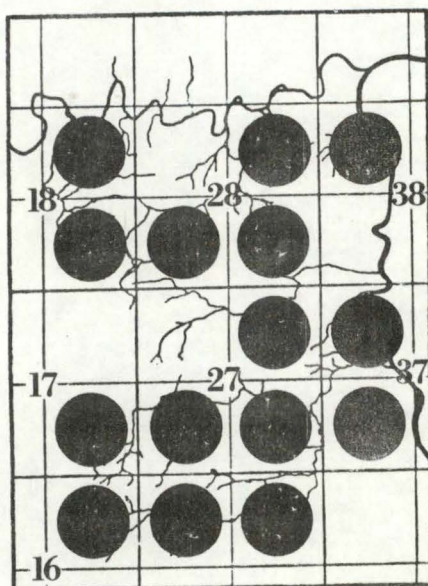
Nous avons pu obtenir, à l'institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, des renseignements concernant les captures de Mollusques.

Conformément au code U.T.M., les renseignements sont notés par un astérisque (\*) sur les cartes de répartition (carte 4 a) lorsque ces captures sont antérieures à 1950. et par un point noir (●) lorsqu'elles sont postérieures à 1950. Nous avons dû être très prudente lors de la consultation des fichiers rassemblant ces renseignements. En effet, beaucoup de communes répertoriées correspondaient à des lieux de récolte de tests calcaires uniquement. Ces localités ne pouvaient donc pas être renseignées comme lieux de présence de l'espèce en



Carte 4a - Répartition belge de Lymnaea peregra (Müll) forma ovata (Drap) (d'après les données de l'I.R.S.N. et de naturalistes).

\* : données antérieures à 1950  
 ● : données postérieures à 1950



Carte 4b - Lymnaea peregra forma ovata

question puisque les tests pouvaient être apportés par la dérive. D'autre part, si l'espèce était présente à un moment donné à l'endroit déterminé, elle a pu être éliminée par un facteur externe tel que la pollution par exemple. En tous cas, au moment de l'observation, nous ne pouvons pas considérer que l'espèce est présente si nous n'observons pas d'individus vivants. Nous ne renseignons donc ici que les localités où des individus vivants ont été capturés ou observés. La même remarque est d'ailleurs valable pour nos propres prélèvements : la présence de tests calcaires n'a aucune valeur zoogéographique. Ceci est vrai pour tous les Mollusques. En ce qui concerne les observations postérieures à 1950, nous avons rassemblé les données de l'Institut et celles de certains naturalistes avec lesquels nous étions en rapport.

Les Lymnaeidae ont des représentants dans toutes les parties du monde. Ils vivent dans les eaux stagnantes, troubles où abondent toutes sortes de déchets organiques. Cette tolérance résulte du fait que les animaux prélèvent leur oxygène en surface (GRASSE, 1960). SEVO (1972) renseigne L. peregra dans la région littorale : dans la végétation des berges de canaux, au bord de surfaces d'eau stagnante et sur le bord de certains étangs. Sa répartition en Belgique peut sembler uniforme (carte 4a) si nous ne perdons pas de vue que tous les carrés n'ont pas été visités. Elle est présente en effet à la côte, en Campine, dans le Hainaut, aux alentours de Bruxelles, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et en Ardenne.

Dans la région que nous étudions, nous avons trouvé cette espèce dans la plupart des stations visitées (carte 4b). Nous constatons que nos observations complètent utilement les données recueillies jusqu'ici pour l'Entre-Sambre-et-Meuse. En effet, la carte 4a ne renseigne l'espèce dans aucun des carrés 16-17-18-27-28. Nous pouvons également confirmer sa présence dans les carrés 37 et 38. Ce mollusque est à notre avis une espèce Eurybionte : elle est présente à Falisolle (G 10) où seuls subsistent E. octoculata, H. stagnalis et des Tubificidae ; à Malonne où les macroinvertébrés benthiques ne sont plus représentés que par E. octoculata, A. fluviatilis et H. stagnalis. L. peregra paraît être, dans cette région du moins, le mollusque le

plus résistant aux pollutions organiques. L'espèce occupe également les milieux peu affectés : elle est abondante dans tout le bassin de la Molinee. Le substrat paraît peu exclusif : on la trouve sur les cailloux, dans la vase et dans les végétaux. Ni au niveau zoogéographique, ni au niveau écologique, nous avons pu isoler de facteurs particuliers qui peuvent expliquer sa distribution. C'est une espèce eurytope à large valence écologique. Elle illustre bien le fait que "la valence écologique règle d'une manière directe, les possibilités d'expansion des êtres vivants" (DAJOZ, 1972).

#### 4-3-5. Ancylus fluviatilis.

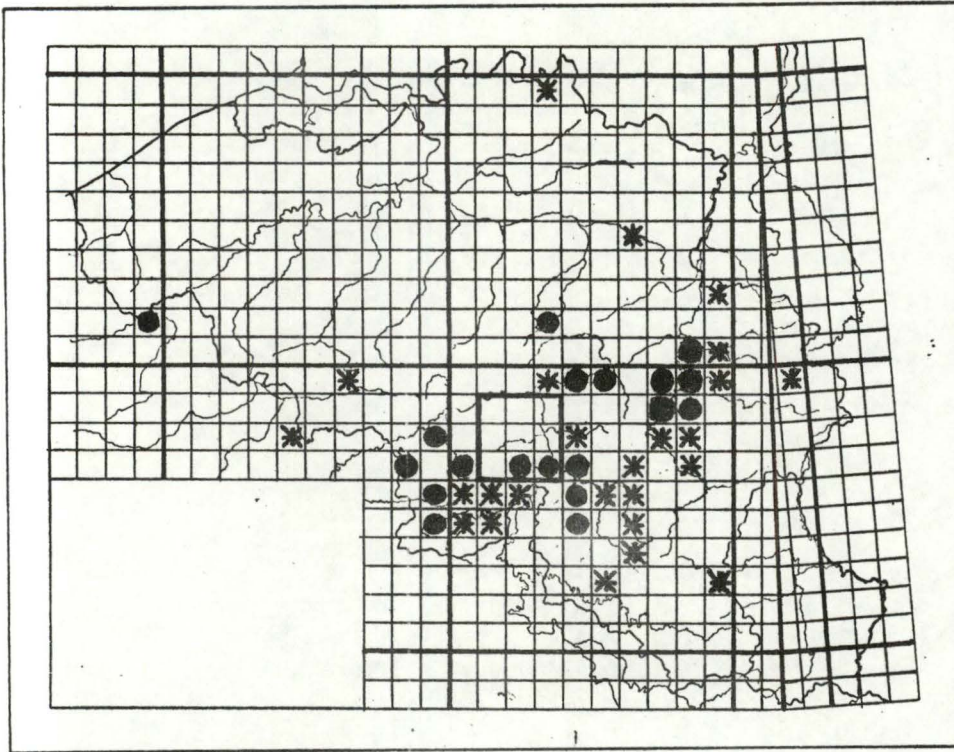
Nous reconnaissons A. fluviatilis aux caractères systématiques suivants : coquille capuliforme, sommet à peu près sur la ligne médiane.

Les Ancylidae ont également des représentants dans toutes les parties du monde. A. fluviatilis s'avère moins tolérant à une charge organique que L. peregra, en raison du fait que sa respiration est tégumentaire et branchiale. Cette espèce exigerait une eau non polluée (GRASSE, 1960). Sa nourriture est constituée d'algues surtout, parfois de lichens aquatiques (CALOW, 1973).

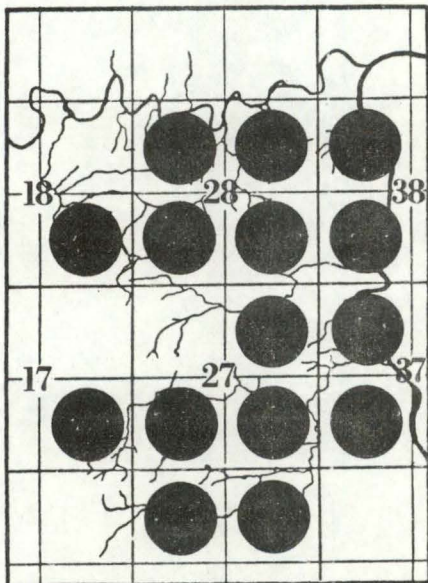
Au niveau de la Belgique (carte 5a), sa répartition ne paraît pas uniforme, l'espèce semble plus abondante au Sud du sillon Sambre-et-Meuse, sans doute parce qu'elle affectionne plus les eaux courantes que les eaux calmes ou peu courantes (canaux).

Dans la région que nous avons étudiée, l'espèce est très répandue et en général assez abondante (carte 5b). Notre étude zoogéographique complète ici aussi les données actuelles en ce qui concerne la répartition belge de cette espèce. En effet, la carte régionale la renseigne dans les carrés 17-27-37-18-28-38. Sa résistance aux pollutions nous paraît moins grande que celle de L. peregra mais l'espèce ne reste absolument pas confinée dans les eaux pures. Elle est présente à Malonne (C3) où la pollution organique est élevée, elle a cependant disparu de la station de Falisolle (G10). Son substrat est constitué de cailloux ; ce facteur n'est cependant pas, à notre avis le seul qui puisse limiter sa répartition. Son absence aux stations





Carte 5a - Répartition belge de Ancyclus fluviatilis (Müll)  
 (d'après les données de l'I.R.S.N. et de naturalis-  
 tes).



Carte 5b - Ancyclus fluviatilis.

de la Marlagne (H) et du r. de Godronval (F) nous reste inexplicée : ce sont tous deux des ruisseaux non pollués du moins aux endroits de prélèvements, au cours rapide, offrant un substrat favorable et une nourriture abondante. Ce sont des ruisseaux du type montagnard, à microclimat plus froid que la majorité des cours d'eau de la région. Peut-être est-ce un facteur défavorable à A. fluviatilis.

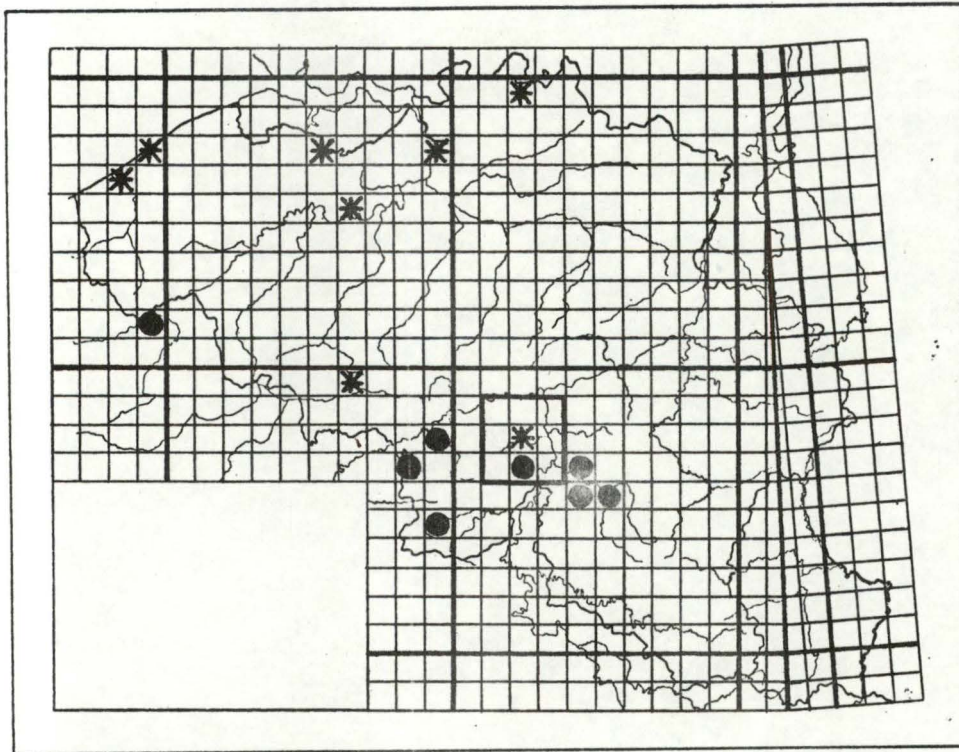
#### 4-3-6. Potamopyrgus jenkinsi

Nous avons utilisé les caractéristiques systématiques suivantes pour la détermination spécifique : coquille cônica et allongée, sommet obtu, opercule corné, animal grisâtre.

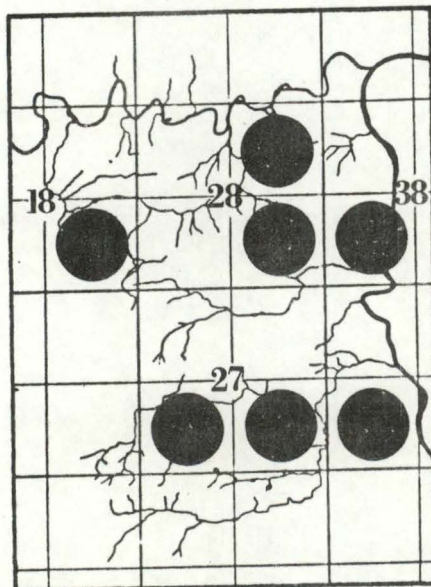
P. jenkinsi est un gastéropode aquatique, il colonise des eaux extrêmement variées, douces et saumâtres (supportant, au moins temporairement ; des salinités de 25g/l.). Les populations les plus denses s'observent dans les eaux stagnantes ou à courant faible, douces ou légèrement saumâtres. L'espèce est commune dans les vasières oligo-saumâtres de nombreux estuaires. Elle a une tendance grégaire. Elle s'accommode de substrats variés : vase, sable, cailloux et elle pullule fréquemment sur les supports végétaux. Enfin, au point de vue alimentaire, c'est un détritivore. L'espèce est ovovivipare et sans doute parthénogénétique (REAL, 1971).

P. jenkinsi est un hydrobiidae récent pour l'Europe continentale. De plus il constitue un exemplaire intéressant du passage de l'eau saumâtre à l'eau douce : c'est vers 1890 que cette espèce effectue ce passage en Angleterre. Puis, elle se répand très rapidement dans les eaux douces anglaises et plus tard dans toute l'Europe occidentale. (GRASSE, 1960). Son expansion rapide a certainement été favorisée par sa très grande euryhalinité et son eurythermie (REAL, 1971).

Sa répartition en Belgique semble relativement restreinte (carte 6a) mais en observant la carte, le fait suivant nous a frappé : la majorité des observations antérieures à 1950 (année 1930) se situent au Nord du pays le long de la côte et de l'estuaire de l'Escaut.



Carte 6a - Répartition belge de Potamopyrgus jenkinsi (Smith)  
(d'après les données de l'I.R.S.N. et de naturalis-  
tes).



Carte 6b - Potomapyrgus jenkinsi.

La majorité des observations récentes concernent les régions plus éloignées. Cet élément peut n'être que le résultat d'un manque d'informations sur cette espèce mais il pourrait aussi illustrer sa progression rapide à l'intérieur du continent.

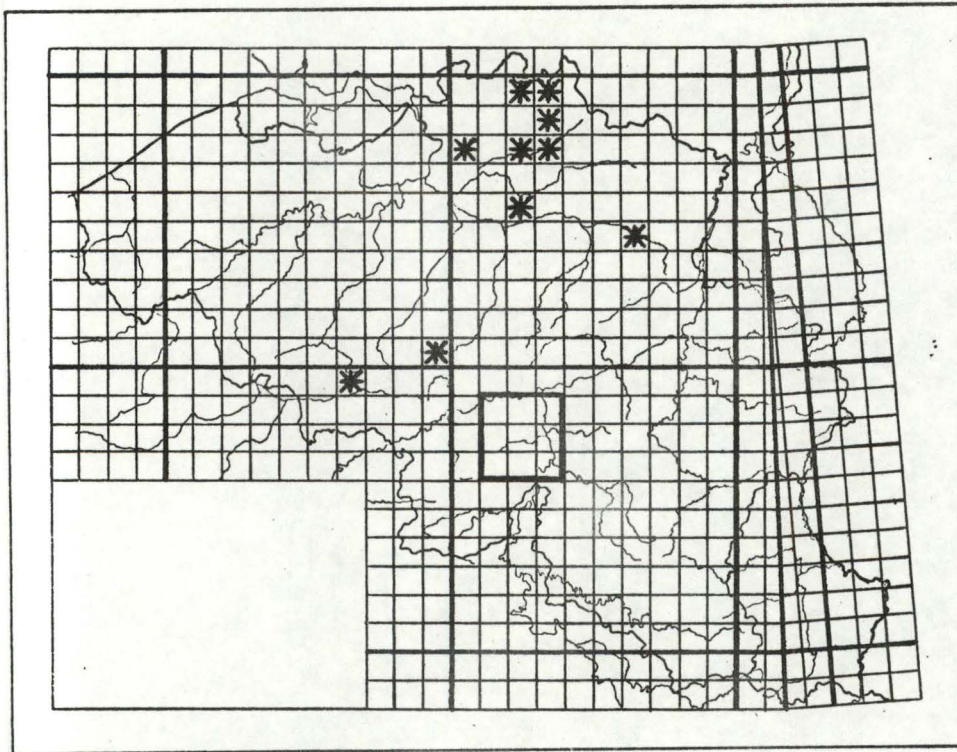
Au niveau de la région qui nous concerne, l'espèce est représentée irrégulièrement (carte 6b). Cette carte confirme la présence de P. jenkinsi dans le carré 27, dans lequel l'espèce avait été renseignée avant 1950. La carte régionale la renseigne également dans les carrés 18-28-38. Elle est particulièrement abondante à la station D5 sur le ruisseau de Floreffe. Nous y avons d'ailleurs pu vérifier le comportement grégaire de l'espèce. C'est une station moyennement polluée. Le ruisseau coule dans une prairie. L'oxygénation est assurée par une cascade de 4-5 m de haut juste en amont de l'endroit de prélèvement et par un cours turbulent. Le substrat est essentiellement caillouteux avec quelques végétaux. Nous n'avons pas isolé le facteur particulièrement favorable qui permette une telle prolifération de l'espèce : beaucoup d'éléments de cette station se retrouvent dans d'autres où pourtant, l'espèce est moins prolifique : substrat, débris organiques (l'espèce est détritivore), oxygénation.

#### 4-3-7. Pisidium amnicum.

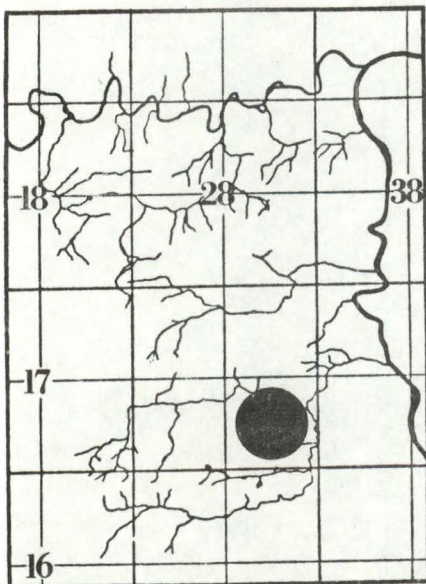
Nous avons utilisé les caractéristiques suivantes pour la détermination spécifique : bivalve à sommet déplacé vers l'arrière, la région antérieure plus longue que la région postérieure, taille de 10-11 mm.

GRASSE (1960) renseigne les phaeridae comme étant largement répandus en Europe. Cependant, la répartition belge de P. amnicum ne semble pas très étendue (carte 7a)

En ce qui concerne notre recherche au niveau régional (carte 7b), cette espèce n'est présente que dans une seule station. Remarquons toutefois que nous avons choisi P. amnicum pour des raisons d'identification facile sur le terrain : seule espèce du genre à avoir une



Carte 7a - Répartition belge de Pisidium amnicum (Müll)  
(d'après les données de l'I.R.S.N.)



Carte 7b - Pisidium amnicum.

taille atteignant le centimètre. Le point mis sur la carte renseigne une capture et une détermination certaine de l'espèce. D'autres captures de Pisidium ont été faites ailleurs mais nous n'étions pas certaine de la détermination spécifique, nous hésitions entre P. amnicum et P. casertanum (Poli). Aussi avons-nous préféré n'indiquer que les captures spécifiques certaines. Au niveau d'une région aussi restreinte, il apparaît, en effet, préférable de baser notre étude zoogéographique sur un taxon spécifique plutôt que générique. Les problèmes rencontrés en cours de ce travail ne sont donc pas exclusivement zoogéographiques. Ils relèvent aussi de l'écologie et de la systématique.

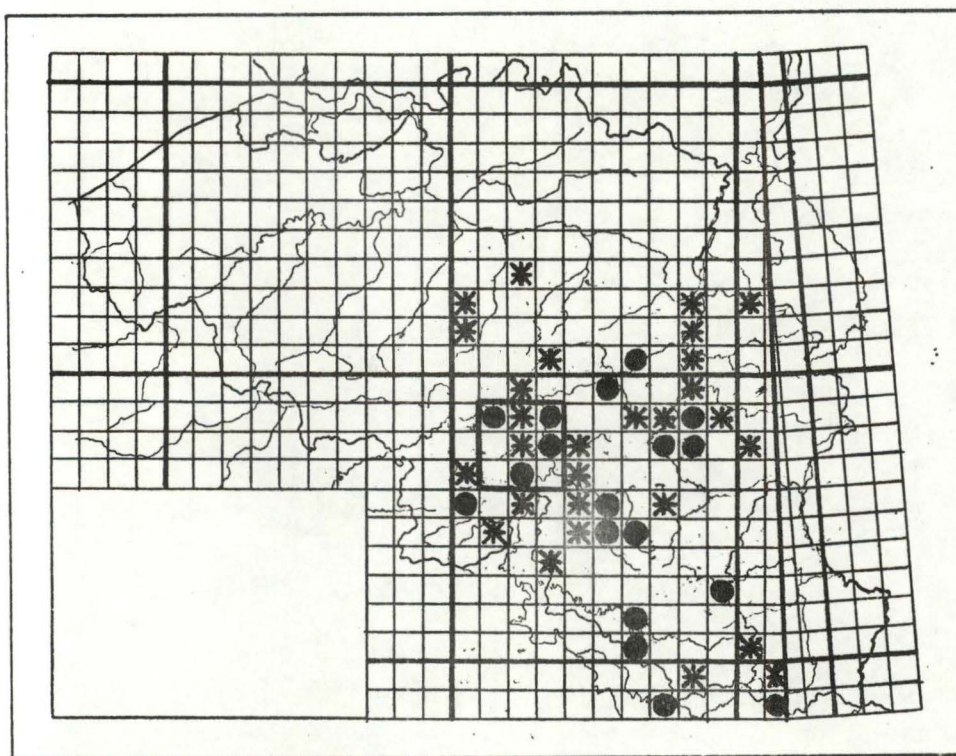
#### 4-3-8. Ephemera danica.

La caractéristique systématique utilisée est la présence de branchies constituées de deux filaments finement frangés chez la larve. Nous nous sommes contentée de la recherche des stades larvaires de l'espèce.

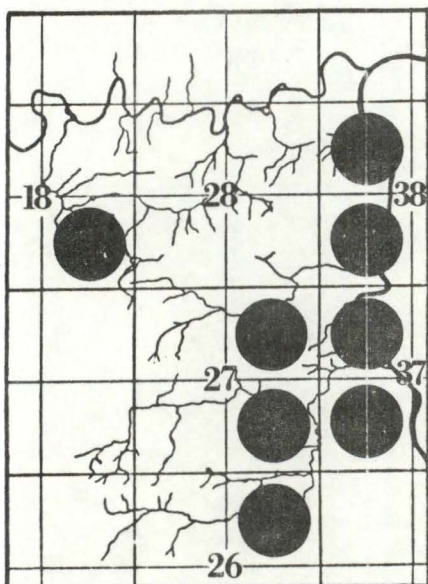
VERNEAUX (1973) considère E. danica comme une espèce peu significative du point de vue typologique. ILLIES (1967) l'associe au rithron et au potamon. Sa période de vol se situe entre mi-avril et mi-octobre. Au stade larvaire, c'est une espèce détritivore qui se développe à la faveur des accumulations de débris végétaux ou de dépôts organiques fins recouvrant les supports (base des mousses, racines d'arbres immergées). Elle s'avère cependant très sensible aux pollutions, même strictement organiques (sans doute en liaison avec le déficit en oxygène de l'eau intersticielle et l'apparition de composés toxiques) (VERNEAUX, 1973).

ILLIES (1967) renseigne sa présence dans toute l'Europe jusqu'à l'Oural sauf en Grèce où elle peut être attendue mais n'avait pas encore été observée.

Nous avons obtenu des renseignements concernant la répartition des Epheméroptères en Belgique à l'Institut Royal des Sciences Naturelles.



Carte 8a - Répartition belge de *Ephemera danica* Müll.  
(d'après les données de l'I.R.S.N.)



Carte 8b - *Ephemera danica*.

E. danica semble confinée dans la moitié Sud de la Belgique (carte 8a), la plupart des récoltes s'étant effectuées au sud du sillon Sambre et Meuse.

Nos observations au niveau de la région étudiée confirment les données concernant les carrés FR 18-26-27-37-38. (carte 8b). La disparition de l'espèce du carré FR 28 pourrait s'expliquer par l'augmentation de la pollution surtout dans les affluents de la Sambre. Cependant la capture renseignée dans le fichier de l'Institut s'est effectuée à Arbre en 1943. Or nous avons fait des prélèvements dans cette localité (L6) et le milieu ne nous est pas paru tellement altéré. Une flore aquatique tapisse encore le lit du ruisseau ; cependant, une berge est artificielle (mur) et donc restreint le nombre de niches propres à E. danica. A notre avis, ce n'est pas la raison pour laquelle elle aurait été éliminée car il subsiste encore de nombreux microhabitats qui pourraient lui convenir. La capture de 1943 peut d'ailleurs être celle d'un adulte (nous ne le savons pas). Or les adultes se déplacent le long du cours d'eau. Ne travaillant que sur les larves, nous faisons donc peut être une erreur par défaut sur les observations antérieures.

L'absence de E. danica du r. de Floreffe (D) et du Landoir (C) peut s'expliquer par le degré élevé de pollution dans les parties avales ou par l'absence d'un substrat favorable (D1). En ce qui concerne le cours moyen du Flavion et de la Molinee, nous nous attendions à trouver cette espèce : cours d'eau non pollué, débris organiques, oxygénation etc... Par contre, les premiers km du Flavion ne sont pas propices à l'installation de E. danica, une vase trop abondante se développe à la suite de rejets organiques d'exploitations agricoles ou à la suite d'altérations telles que le curage.

#### 4-3-9. Paraleptophlebia spp.

Ici aussi nous ne considérons que les stades larvaires des espèces et nous prenons comme base systématique pour la détermination, la présence de branchies formées de deux filaments non élargis à la base.



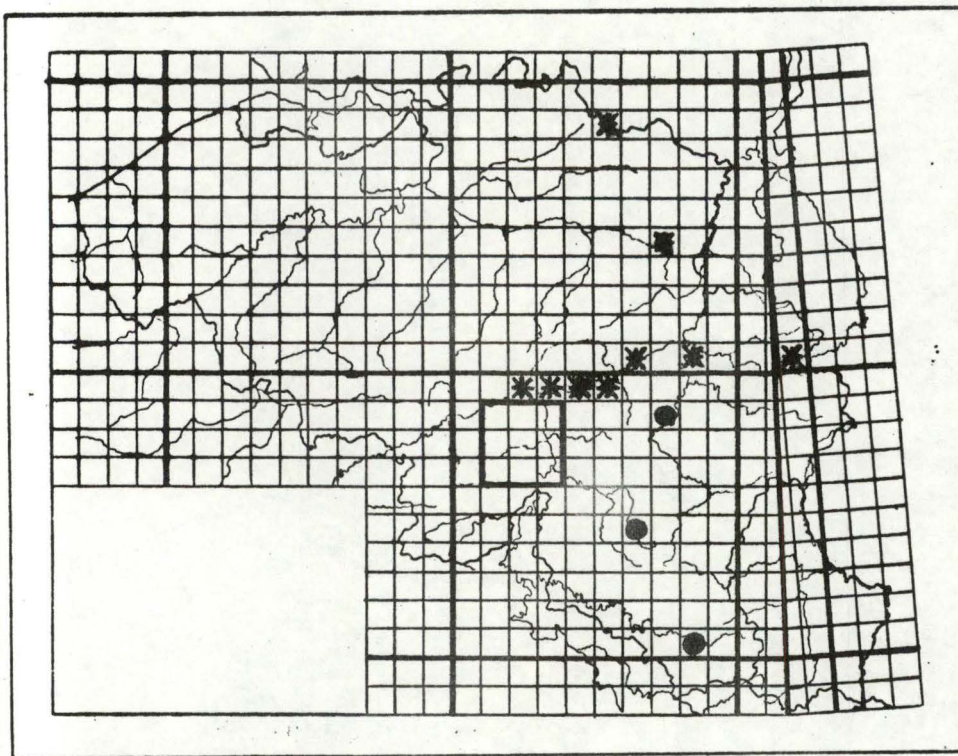
Nous avons choisi, à l'origine, comme espèce P. submarginata (Steph.) mais au cours du travail, nous hésitions, dans la détermination de beaucoup d'individus, entre cette dernière espèce et P. tumida Bengtss. Un problème de systématique s'est donc à nouveau posé et nous avons préféré travailler au niveau du genre plutôt qu'au niveau spécifique. Ce manque de précision ne nous semble d'ailleurs pas très important dans l'optique où nous avons effectué cette recherche zoogéographique. En effet, notre objectif était, au départ, d'étudier la répartition de certains invertébrés aquatiques en relation avec le degré de pollution, or après vérification des déterminations au laboratoire, nous avons constaté que P. tumida cohabitait souvent avec P. submarginata.

ILLIES (1967) renseigne P. submarginata dans le rhithron et le potamon tandis que ILLIES et BOTOSANEANU (1963) ne renseignent la famille des Leptophlebiidae que dans le rhithron. VERNEAUX (1973) associe P. submarginata à des ruisseaux forestiers, froids et de basse altitude, sa distribution semblant liée à la température.

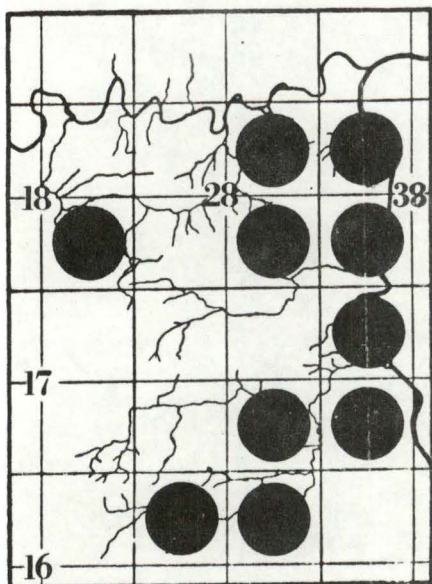
P. submarginata est présente dans toute l'Europe jusqu'à l'Oural sauf en Suède où elle n'a pas encore été trouvée mais peut être attendue, et dans la Péninsule ibérique d'où l'on n'a pas suffisamment de données.

La carte de répartition belge concerne l'espèce P. submarginata (carte 9a) qui semble répandue surtout dans la moitié Est du pays. Comparons cette dernière carte avec la carte de répartition du genre Paraleptophlebia, obtenue au niveau de notre région (carte 9b). Nous pourrions nous étonner du fait que ce genre paraît assez répandu alors que, au niveau de la Belgique, nous renseignons peu de captures. Ceci peut avoir trois explications :

- ou bien, il s'agit de P. tumida dans notre région et P. submarginata serait en effet moins répandue.
- ou bien, il s'agit bien de P. submarginata et le peu de renseignements au niveau de la Belgique trahit un manque d'intérêt vis-à-vis de cette espèce.
- ou bien encore, nous avons cumulé sur la carte régionale des données



Carte 9a - Répartition belge de Paraleptophlebia submarginata (Steph.) (d'après les données de l'I.R.S.N.)



Carte 9b - Paraleptophlebia spp.

concernant plusieurs espèces (P. submarginata et P. tumida) et nous ne pouvons pas les comparer aux données d'une seule espèce.

Le genre Paraleptophlebia nous paraît en tous cas lié à des ruisseaux ou secteurs de ruisseaux peu ou pas pollués et au cours rapide et turbulent. Il est particulièrement bien représenté dans le ruisseau "la Marlagne" à la station H2. C'est une station très particulière : vallée très encaissée dont les versants sont couverts de forêts jusqu'aux berges du ruisseau, microclimat froid, cours très rapide et turbulent (oxygénation), substrat caillouteux avec quelques mousses, hauteur d'eau très faible (5-10cm), largeur de 50 cm. Nous vérifions ici les caractéristiques d'un biotope favorable à Paraleptophlebia, énoncés par VERNEAUX.

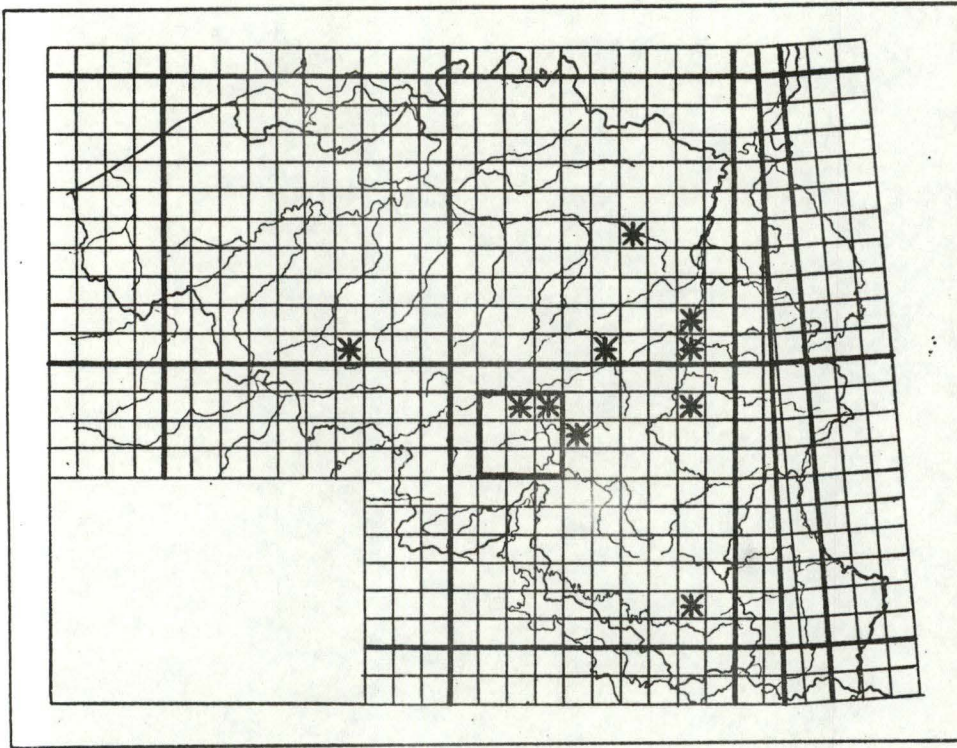
#### 4-3-10. Goera pilosa.

Nous prenons comme base de la détermination spécifique, d'une part, le fourreau larvaire, d'autre part la larve elle-même. Le fourreau est constitué d'un cône avec des expansions aliformes faites de petites pierres. La larve a le corps jaune, le mésonotum montre deux paires d'écussons chitineux et le métanotum 3 paires d'écussons.

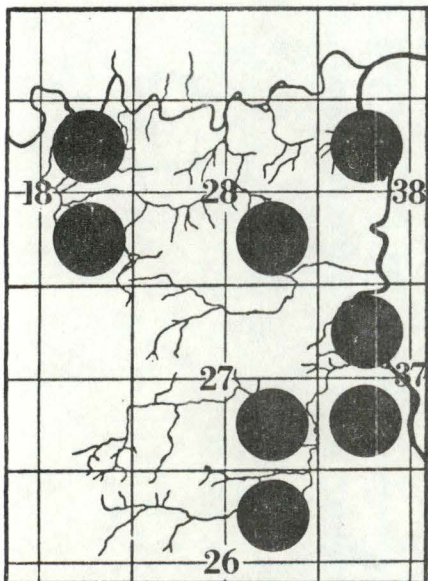
VERNEAUX (1973) place G. pilosa dans le groupement attaché au cours inférieur de la Loire (France). L'auteur précise cependant que cette espèce est en fait relativement peu discriminatoire au point de vue typologique, qu'elle est largement distribuée le long d'un cours d'eau. ILLIES (1967) attache l'espèce au limnion (eaux stagnantes), au rhithron et en potamon.

La répartition européenne de G. pilosa est très large : quasi toute l'Europe jusqu'à l'Oural. Sa présence dans le Caucase, en Islande et en Grèce reste douteuse (ILLIES, 1967).

Nous avons mis sur carte la répartition belge connue de cette espèce (carte 10a), données obtenues de l'"Essai d'un Catalogue des Trichoptères de Belgique" (MARLIER, 1949). Les astérisques signifient donc ici "données bibliographiques" antérieures à 1950. Nous n'avons pas pu obtenir de données récentes relatives à la répartition de cette



Carte 10a - Répartition belge de Goera pilosa Fab.  
(d'après MARLIER, 1949)



Carte 10b - Goera pilosa.

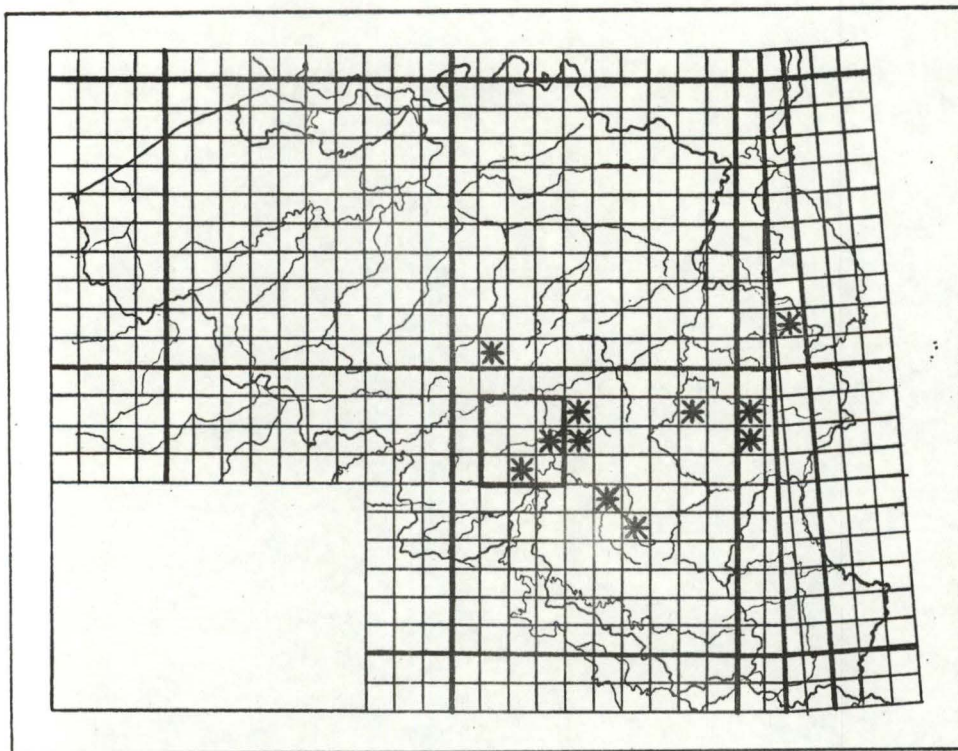
espèce en Belgique. Mais on pourrait s'attendre, à notre avis, à ce qu'elle y soit largement répandue. Deux arguments nous permettent d'avancer cela : d'abord la répartition européenne de cette espèce est très large ; d'autre part, nous l'avons trouvée assez souvent au niveau de la région étudiée. En effet, les carrés FR 18-28-38-27-37-26 se sont avérés colonisés par G. pilosa. (carte 10b)

D'après nos observations de terrain, c'est une espèce attachée à un milieu peu pollué, à courant rapide, à bonne oxygénation et à substrat caillouteux. Nous l'avons trouvée autant près des sources (G1) que dans le cours inférieur des ruisseaux (N19). Sa présence dans le carré 18C ne provient pas, comme on pourrait le croire à première vue, du r. de Fosses beaucoup trop pollué dans ce secteur pour pouvoir être colonisé par G. pilosa. Sa présence provient plutôt d'une observation sur le r. de Godronval (F) non pollué à l'endroit du prélèvement. Nous illustrons à nouveau ici la complémentarité entre la zoogéographie et l'écologie. La raison de l'absence de cette espèce du cours supérieur de la Molinee et du Flavion reste obscure : de nombreux fourreaux vides ont été trouvés dans la Molinee mais nous ne pouvons pas renseigner ces stations sur la carte. (cfr. cas des tests calcaires de Mollusques). Cela veut dire que l'espèce était présente en ces lieux récemment, mais qu'elle a été éliminée peut être par une pollution ponctuelle récente, dont nous n'avons pas en connaissance.

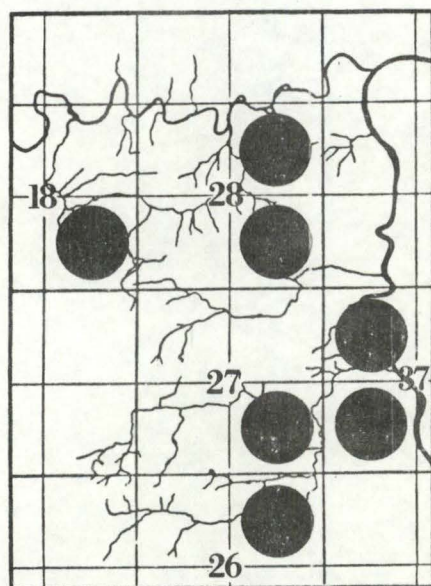
#### 4-3-11. Odontocerum albicorne.

Les caractéristiques systématiques utilisées pour reconnaître la larve de cette espèce sont les suivantes : le fourreau en grains de sable, cône et légèrement courbé portant une petite pierre à l'extrémité. La larve montre sur son métanotum deux lignes chitineuses, l'antérieure plus large que la postérieure, et deux points chitineux latéraux.

O. albicorne est plus attaché, d'après VERNEAUX (1973), au cours moyen des rivières mais n'a pas non plus une grande valeur typologique. L'espèce est largement distribuée des sources à l'embouchure. Etant plus ou moins détritivore, elle prospère en aval des apports



Carte 11a - Répartition belge de Odontocercus albicorne Scop  
(d'après MARLIER, 1949)



Carte 11b - Odontocercus albicorne.

organiques sans pour cela pouvoir supporter une pollution proprement dite. Sa valence écologique est relativement large (espèce euryèce). Sa période de vol s'étend de mi-avril à fin septembre (VERNEAUX, 1973). Le régime alimentaire du stade larvaire est omnivore (ELLIOTT, 1970).

Sa présence en Europe est certaine jusqu'en Pologne (ILLIES, 1967).

Les renseignements relatifs à sa répartition en Belgique sont rassemblés sur la carte 11a et sont tous antérieurs à 1950. Nous n'avons pas obtenu de renseignements plus récents. Mais, comme pour G. pilosa, nous pouvons nous attendre à une distribution plus large que celle que nous renseignons ici. En effet, nous l'avons trouvée relativement répandue dans notre région : FR 18-28-27-26-37 (carte 11b). Cependant, il se pourrait que la région au Sud du sillon Sambre-et-Meuse soit plus favorable à cette espèce que le Nord du pays. Les observations étant relativement pauvres, nous ne pouvons rien affirmer de précis.

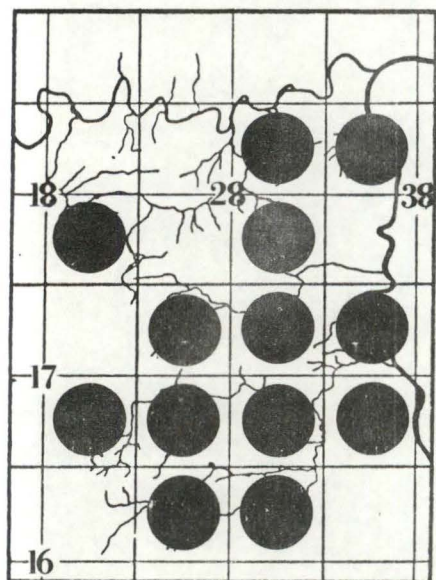
Les stations où nous avons trouvé O. albicorne sont en général caractérisées par une végétation assez abondante, une eau bien oxygénée, non polluée mais contenant cependant une certaine charge organique (partie aval de la Molinee). Les individus sont fixés sur des supports caillouteux. L'espèce ne colonise pas les milieux vaseux qui l'éliminent par manque de support probablement.

#### 4-3-12. Helmis maugéi.

Notre recherche zoogéographique s'est basée uniquement sur la larve de ce coléoptère, l'adulte étant trop difficile à identifier avec certitude. La larve se caractérise par une section transversale triangulaire. Les segments thoraciques montrent des expansions latérales. Deux segments abdominaux sont plus clairs que le reste du corps.

Nous n'avons pas obtenu beaucoup de renseignements bibliographiques en ce qui concerne cette espèce, ni de son écologie, ni de sa répartition géographique. Nous savons seulement que ILLIES et BOTOSANEANU (1963) l'attachent à l'épipotamon

Dans notre région, l'espèce est très répandue et relativement abondante (carte 12). Elle semble cependant cantonnée dans des milieux peu pollués et supporter une charge organique moyenne. Les stations où nous l'avons trouvée, présentent pour la plupart un courant rapide, un substrat caillouteux, une bonne oxygénation. Elle ne semble pas marquer de préférence pour une zone particulière des ruisseaux. Elle serait donc uniformément répartie le long d'un cours d'eau (du moins appartenant au rhithron) et sa disparition refléterait une modification de l'environnement (pollution organique). Un substrat caillouteux ou végétal lui paraissant indispensable, nous nous sommes étonnée de son abondance relative à la station L3 du Burnot. Cette station est caractérisée par une eau très turbide, quelques cailloux émergent d'un dépôt de 20 cm d'argile provenant de l'érosion des berges. H. maugéi peut donc survivre dans des milieux peu favorables en migrant sur la face supérieure des cailloux (adaptation éthologique).



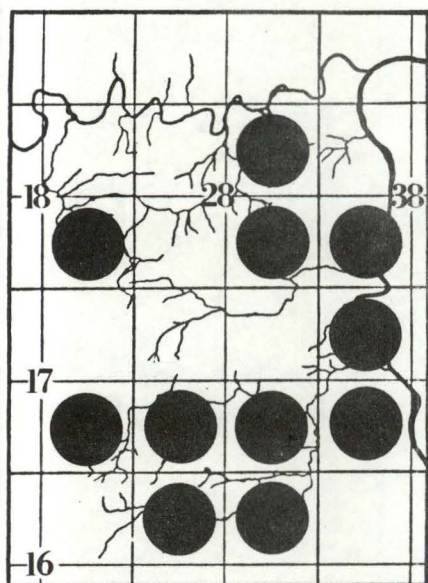
Carte 12 - Helmis maugéi



4-3-13. Limnius sp.

Les caractéristiques systématiques utilisées sont celles de la larve : abdomen cylindrique, faces ventrale et dorsale de couleur grisâtre uniforme, pas de poils sur la face dorsale, pas de ligne latérale continue.

Le type de répartition que nous avons pu mettre en évidence dans la région (carte 13) à propos de ce genre est un peu semblable à celui de H. maugéi dont nous venons de parler. Ces coléoptères cohabitent souvent mais paraissent avoir un microhabitat différent. Limnius occuperait préférentiellement les herbiers (algues surtout) alors que Helmis se trouve sur les cailloux. La morphologie des larves reflète d'ailleurs bien ces types différents d'habitats : la larve d'Helmis est fortement aplatie dorso-ventralement, présentant ainsi une surface minimale au courant, et limite ainsi sa dérive. La larve de Limnius, par contre, s'accrochant à la végétation, possède des pattes relativement plus robustes que Helmis et a une section transversale ronde. Le genre Limnius paraît lié à un degré faible de pollution organique et mécanique, sans doute par le biais des végétaux : une charge organique pas trop élevée (parties avalées de la Molinee et du Burnot) peut favoriser certaines algues et donc maintenir Limnius. Par contre, une pollution mécanique (naturelle ou non) élimine les végétaux et par là, éliminerait Limnius. Par comparaison des cartes de répartition de H. maugéi et de Limnius, nous pourrions penser que ces deux taxa ont une fréquence pratiquement semblable dans la région. Cependant, les stations à Limnius sont en fait moins nombreuses que les stations à Helmis. Cela peut s'expliquer par une exigence supérieure de Limnius, mais ce peut-être également une erreur d'observation sur le terrain, la faune colonisant les végétaux aquatiques étant moins accessible que la faune pétricole.



Carte 13 - Limnius sp

#### 4-3-14. Discussion

Si nous considérons l'ensemble des cartes régionales, la plupart des espèces choisies sont relativement abondantes. Nous avons essayé d'interpréter ces cartes en fonction de données bibliographiques sur la répartition belge et l'écologie des espèces et en fonction de nos observations de terrain.

Du point de vue zoogéographique, nous avons pu affirmer ou confirmer seulement la présence des espèces dans les carrés visités. Au stade actuel des connaissances zoogéographiques en ce qui concerne ces espèces nous n'avons pas pu mettre en évidence l'effet de facteurs particuliers (abiotique ou biotique) qui régleraient une quelconque répartition belge. De vagues hypothèses ont été parfois suggérées : distribution préférentielle de Ephemera danica au Sud du sillon Sambre et Meuse (§ 4-3-8), distribution non uniforme de Ancylus fluvialis en raison de sa préférence pour les eaux courantes (§ 4-3-5). Ces hypothèses restent cependant très discutables, aucun argument ne pouvant les appuyer.

Les cartes de répartition régionales n'ont pas la prétention de refléter dans tous les cas la distribution réelle des espèces étudiées. Nous sommes en effet bien consciente de certaines possibilités d'erreurs de prélèvements et de déterminations systématiques. Elles constituent cependant un échelon supplémentaire dans l'échelle de nos connaissances zoogéographiques.

Nous avons vu en effet que pour toutes les espèces étudiées, les résultats au niveau régional confirment ou complètent les données au niveau de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

L'interprétation des répartitions observées s'est souvent basée sur l'écologie des espèces, c'est qu'aucun élément strictement zoogéographique ne nous est apparu clairement comme, par exemple, l'orientation des ruisseaux par rapport aux couches géologiques. En fait, nous avons souvent basé nos commentaires de cartes sur le facteur pollution parce que nous croyons que, dans la majorité des cas, c'est la cause prépondérante des changements de biocénoses. A ce point de vue, deux espèces nous paraissent très résistantes aux pollutions organiques, ce sont Erpobdella octoculata et Lymnaea peregra. Ancylus fluviatilis paraît plus résistant aux pollutions que ne le laissent prévoir les quelques données bibliographiques. Helobdella stagnalis semble également adaptée à une eau riche en matières organiques. Les autres espèces supportent une charge organique moyenne mais sont éliminées par la pollution.

Nous sommes donc souvent descendue au niveau de la station pour nuancer et tenter d'expliquer la répartition régionale des espèces. Ce fait illustre la relation étroite qui existe entre l'écologie et la zoogéographie. Nous avons déjà discuté le cas de Dugesia gonocephala dans le carré FR 18c (cfr p.36). Nous avons voulu pousser plus loin l'étude de l'impact des pollutions sur la macrofaune aquatique. Nous avons choisi le r. de Fosses pour cette étude parce qu'il subit, le long de son cours, des altérations parfois très profondes, d'origine organique. Il présente, d'autre part, une faculté d'autoépuration. Nous présentons brièvement les résultats de nos observations dans le chapitre qui suit.

#### 4 - 4. Etude détaillée du ruisseau de Fosses.

Le r. de Fosses est le plus altéré des ruisseaux de la région étudiée. Il présente une biocénose beaucoup moins diversifiée que le bassin de la Molinee, même dans la partie supérieure de son cours, en amont des pollutions. Cette observation pourrait avoir deux explications possibles : la première est la densité de population humaine le long du r. de Fosses supérieure à celle de la Molinee (d'où sources plus importantes de pollution organique). La deuxième explication réside dans le fait que le r. de Fosses constitue un milieu à morphologie plus uniforme que le bassin de la Molinee (profondeur peu variable, substrat caillouteux ou vaseux, peu d'herbiers).

Pour une étude zoogéographique de ce niveau, nous avons choisi le découpage du réseau U.T.M. en carrés de 1 km de côté. Nous avons vu que la Belgique est divisée en carrés de 100-50-10 km (cfr. p. 5). Chaque carré de 10 km est divisé ici en carrés de 1 km. La carte 14 représente le découpage du r. de Fosses selon le réseau U.T.M. de 1 km. Horizontalement (de gauche à droite) et verticalement (de bas en haut), ces carrés sont numérotés de 0 à 9. Chacun est dénommé par deux paires de chiffres pour rappeler le carré de 10 km dont il fait partie. Par exemple (carte 14), le carré 17-85, fait partie du grand carré 18, de 10 km de côté, et c'est le numéro 7 sur l'horizontale et 5 sur la verticale.

Nous avons suivi le cours du r. de Fosses en faisant des prélèvements tous les km. Nous avons tenté d'indiquer sur la carte 14 les principaux points de pollution et leur impact le long du ruisseau. Ces indications ne sont que relatives, aucune analyse approfondie n'ayant été faite, et les zones "blanches" ne signifient pas non plus zones non polluées. De plus, nous n'avons pas suivi le ruisseau sur toute sa longueur, certains points de pollution peuvent ainsi nous échapper. Nous maintenons cependant ce schéma pour aider à la compréhension des interprétations que nous donnerons à propos de la répartition des espèces.

Dugesia gonocephala (Carte 15)

De nombreuses stations sont dépourvues de cette espèce. Aussi avons-nous pensé préalablement que D. gonocephala pouvait être zoogéographiquement (et donc naturellement) absente de tout le ruisseau étudié. La suite de notre étude a démenti cette hypothèse : l'espèce est bien présente dans le bassin mais elle a été éliminée presque totalement par la pollution. Nous estimons, que par sa disparition, elle illustre bien le degré d'altération du ruisseau. Elle n'est signalée en effet qu'en deux points : dans l'affluent Sud du ruisseau en amont de Vitrival, source de pollution. Cette station est tout à fait intacte et abrite une biocénose très diversifiée. Elle est aussi présente en amont de Fosses apparaissant ainsi après qu'une certaine auto-épuration ait amélioré la qualité des eaux en aval du premier point de pollution.

Helobdella stagnalis. (Carte 16)

La répartition de cette espèce nous est plus difficile à interpréter : elle est présente dans des milieux peu pollués avec végétaux aquatiques, courant fort et oxygénation constante (carré 19-81). Un substrat très vaseux lui convient également pour peu que quelques cailloux émergent de la vase (carrés 20-81 et 21-84). Elle supporte une pollution organique assez importante (carré 15-87). Elle est absente cependant de la station la plus intégrale du ruisseau (carré 17-83). C'est donc une espèce qui n'apparaîtrait que si l'eau est chargée organiquement. Elle s'avère assez résistante à la pollution organique mais est éliminée par la pollution chimique (carré 15-85).

Erpobdella octoculata et Lymnaea peregra (cartes 17 et 18)

Leurs répartitions au niveau du r. de Fosses confirment ce que nous avons déjà observé au niveau de la région : ce sont des espèces très résistantes aux pollutions organiques. Elles sont présentes jusque dans les eaux  $\alpha$  mésosaprobies. Elles s'avèrent ici résistantes également à la pollution chimique causée par la fabrique d'eau de ja-

vel à Claminforge (carré 15-85). Les deux espèces sont absentes de la station la moins polluée du bassin (carré 17-83) peut être à cause de facteurs biotiques, la biocénose étant très diversifiée à cet endroit : certaines espèces qui exigent un milieu plus oligosaprobe seraient favorisées par rapport à celles qui supportent, et peut-être exigent, une charge organique.

Ancylus fluviatilis (carte 19)

Les observations confirment ici la tolérance assez grande que montre cette espèce vis-à-vis de la pollution organique. Nous la trouvons en effet à Fosses (carré 20-84). Mais elle est plus productive dans les milieux peu ou pas pollués (carré 17-83).

Potamopyrgus jenkinsi (carte 20)

Sa répartition, irrégulière et presque occasionnelle dans le r. de Fosses, semble refléter une mauvaise adaptation aux eaux très polluées.

Ephemera danica et Paraleptophlebia spp (cartes 21 et 22)

Ce sont deux taxa liés aux eaux relativement oligosaprobies. La recherche d'un biotope riche en matières organiques est comblée, chez E. danica, dans le carré 17-83 par la présence de microhabitats favorables. La station est en effet constituée assez clairement d'une "mosaïque de biotopes" (ILLIES et BOTOSANEANU, 1963), mosaïque dans laquelle E. danica trouve un substrat adéquat pour son établissement (débris organiques).

Goera pilosa et Odontocerum albicorne (cartes 23 et 24)

Ces deux espèces sont peu répandues dans le r. de Fosses, probablement à cause de la pollution qui altère la plus grande partie du cours d'eau.

Helmis maugei et Limnius sp (cartes 25 et 26).

Ces deux taxa semblent également liés à des milieux peu pollués qu'ils trouvent dans la partie supérieure du ruisseau et dans l'affluent Sud.

Notes sur quelques espèces de poissons.

Certains renseignements partiels concernant la répartition de quelques espèces piscicoles le long du r. de Fosses ont été obtenus par la technique de pêche électrique.

La Loche, Nemacheilus barbatulus (L.), se montre très résistante aux pollutions. Elle est en effet présente à Fosses (carré 20-84), station très polluée par les décharges organiques urbaines. Elle est d'ailleurs répartie assez largement dans le cours d'eau.

L'Epinoche, Gasterosteus aculeatus L., semble également relativement résistante ; elle est présente dans le carré 19-85.

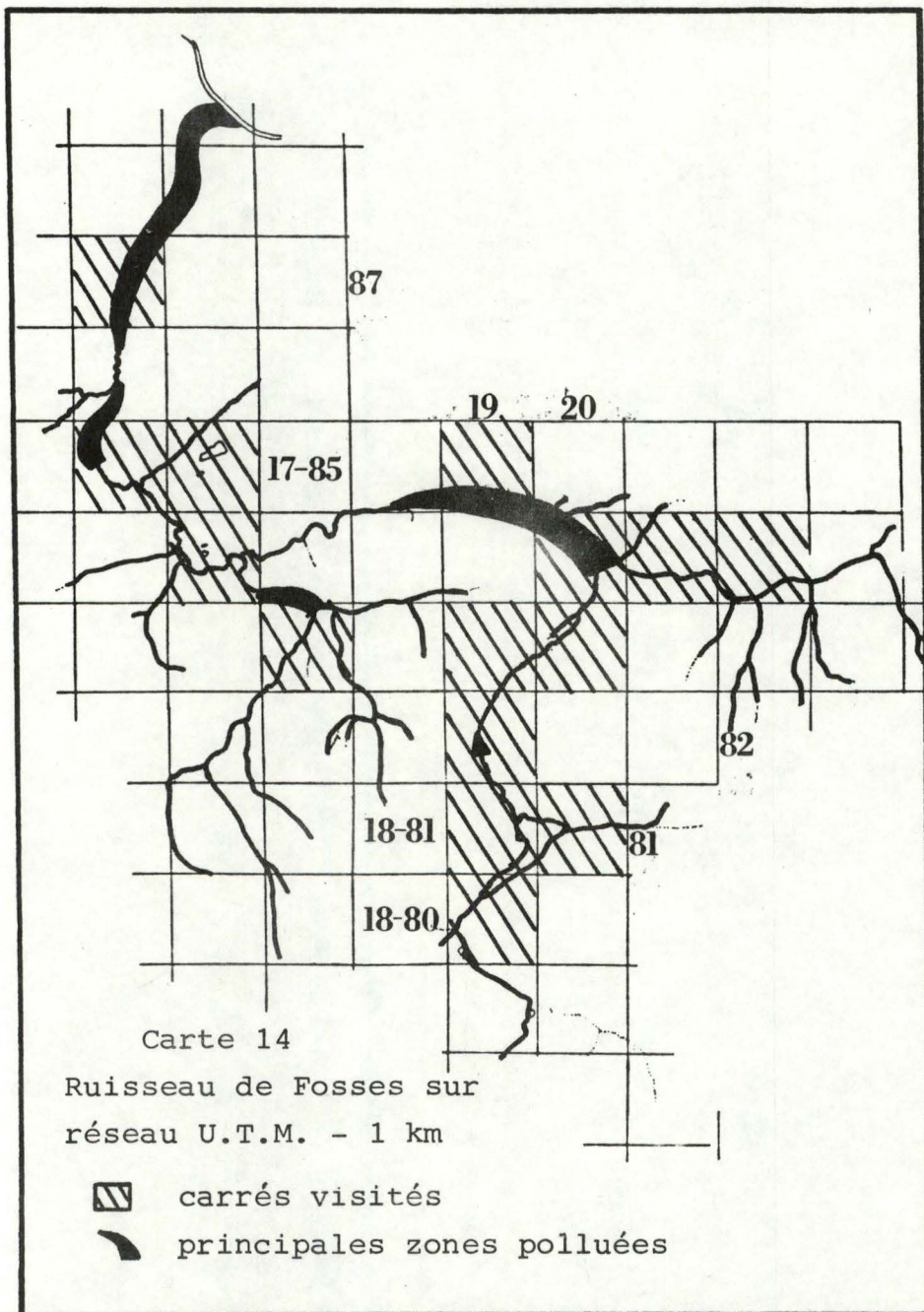
Le Gardon, Rutilus rutilus (L.), et le Goujon, Gobio gobio (L.), seraient moyennement résistants. Ces deux espèces sont absentes à Fosses mais réapparaissent en 16-84 après une zone d'auto-épuration.

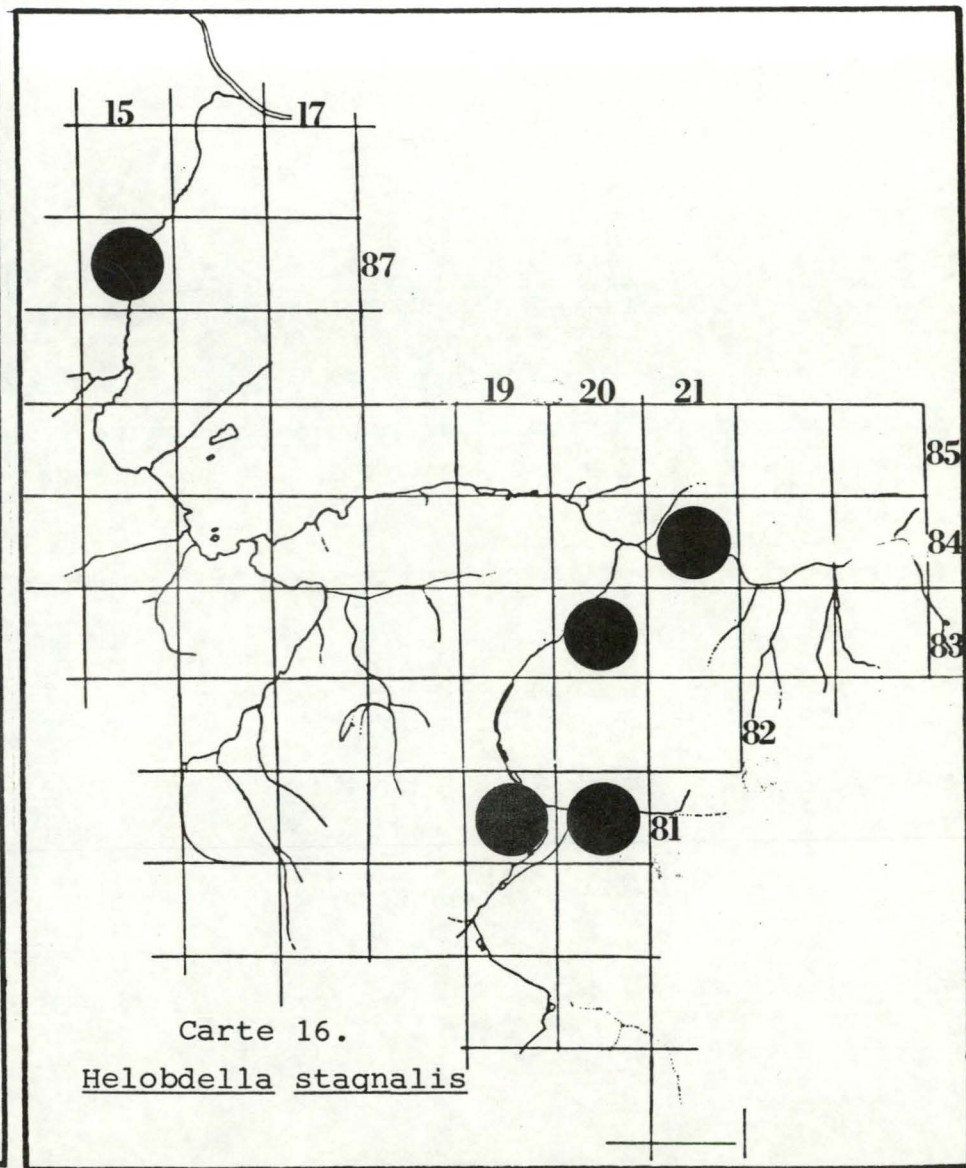
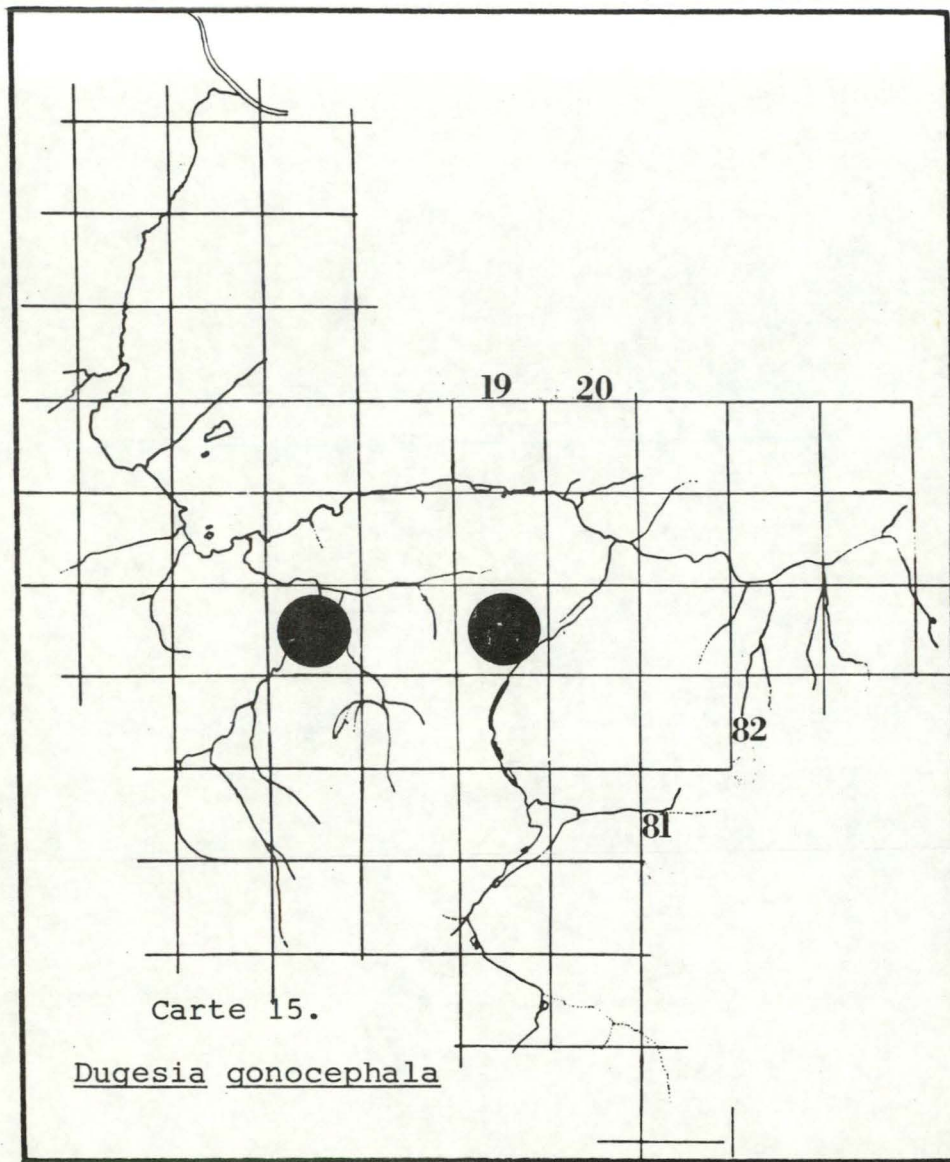
En conclusion, notre étude zoogéographique, à l'aide du réseau U.T.M. 1 km, nous permet de discerner parmi les espèces étudiées, quatre degrés de tolérance aux pollutions : E. octocolata et L. peregra s'avèrent très résistantes aux pollutions organiques et chimiques ; H. stagnalis et A. fluviatilis se révèlent relativement tolérants aux pollutions organiques ; beaucoup d'espèces semblent demander une certaine charge organique sans qu'on puisse parler de pollution, ce sont D. gonocephala, P. jenkinsi, E. danica, G. pilosa, O. albicorne, H. maugei et Limnius sp ; seul le genre Paraleptophlebia semble exiger une eau pure et bien oxygénée.

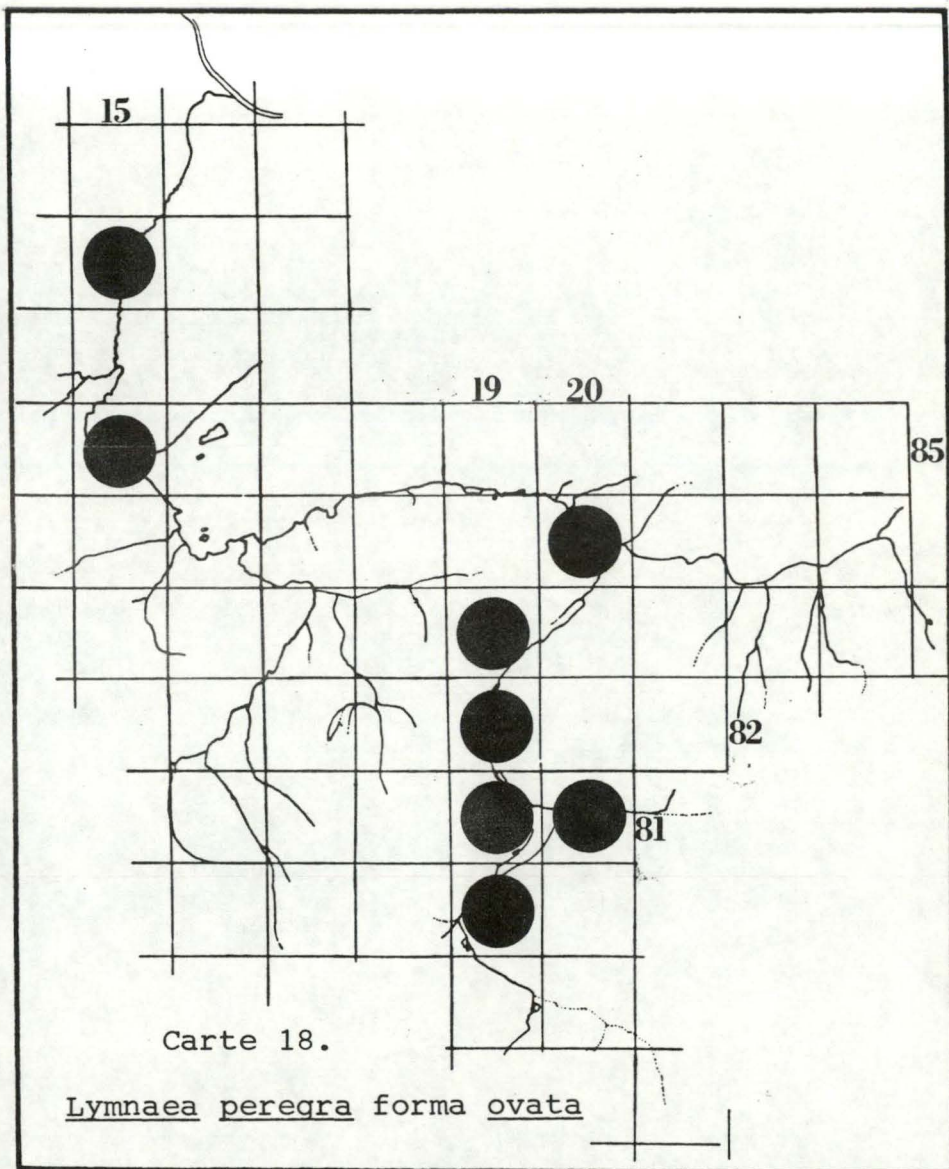
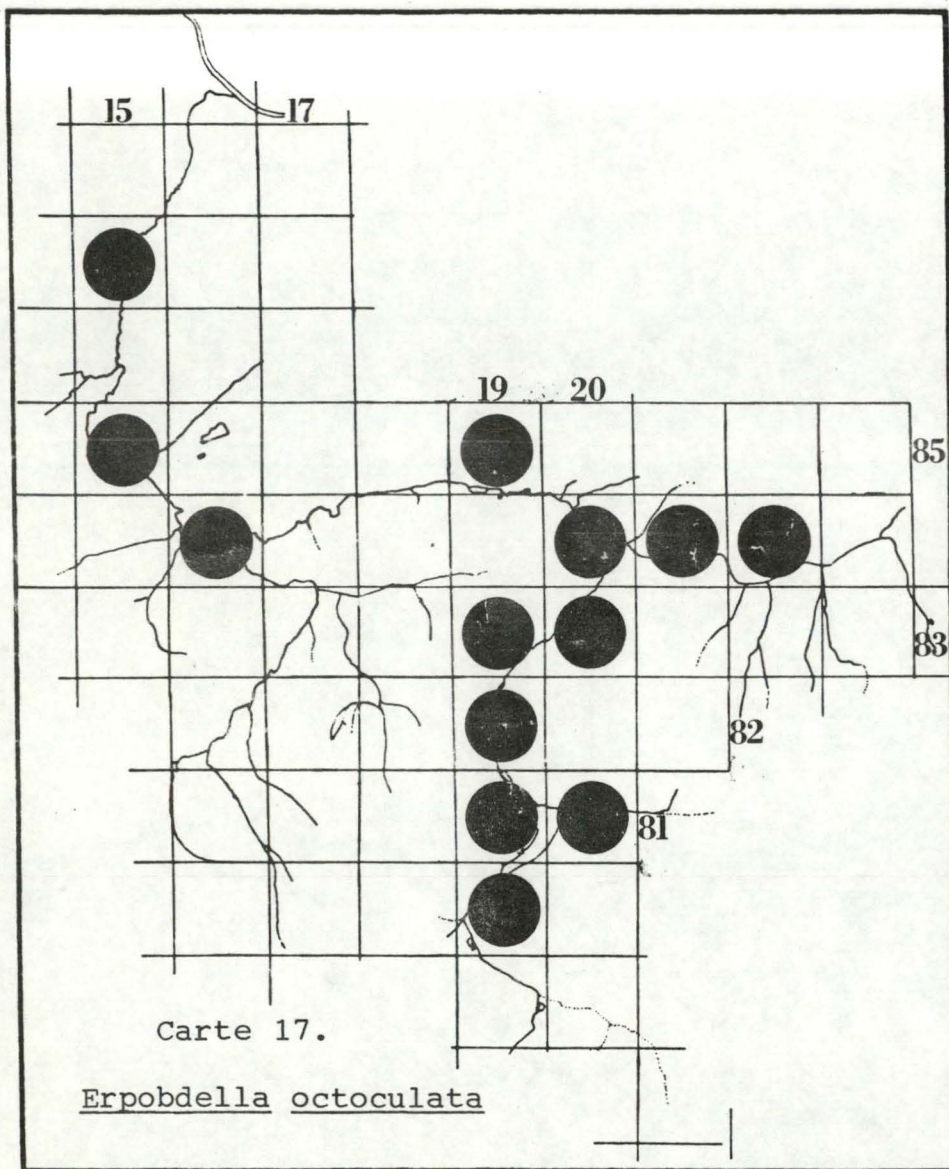
Nos observations au niveau du réseau U.T.M. de 1 km confirment donc et complètent nos observations au niveau supérieur (U.T.M. 5km). Le découpage en carrés de 1 km permet de localiser, avec plus de précision, les différentes sources de pollution le long du cours d'eau et de concrétiser leur impact sur la faune. En effet, d'après nos résultats obtenus en ce qui concerne la répartition des espèces dans le réseau U.T.M. 5 km, aucune pollution grave ne paraissait affecter le r. de Fosses. Par notre étude sur le réseau de 1 km, nous pouvons mettre en évidence les différentes sources d'altération, la persistance de la pollution le long du cours d'eau et les capacités d'adaptation des organismes vis-à-vis de ces différents degrés de pollution.

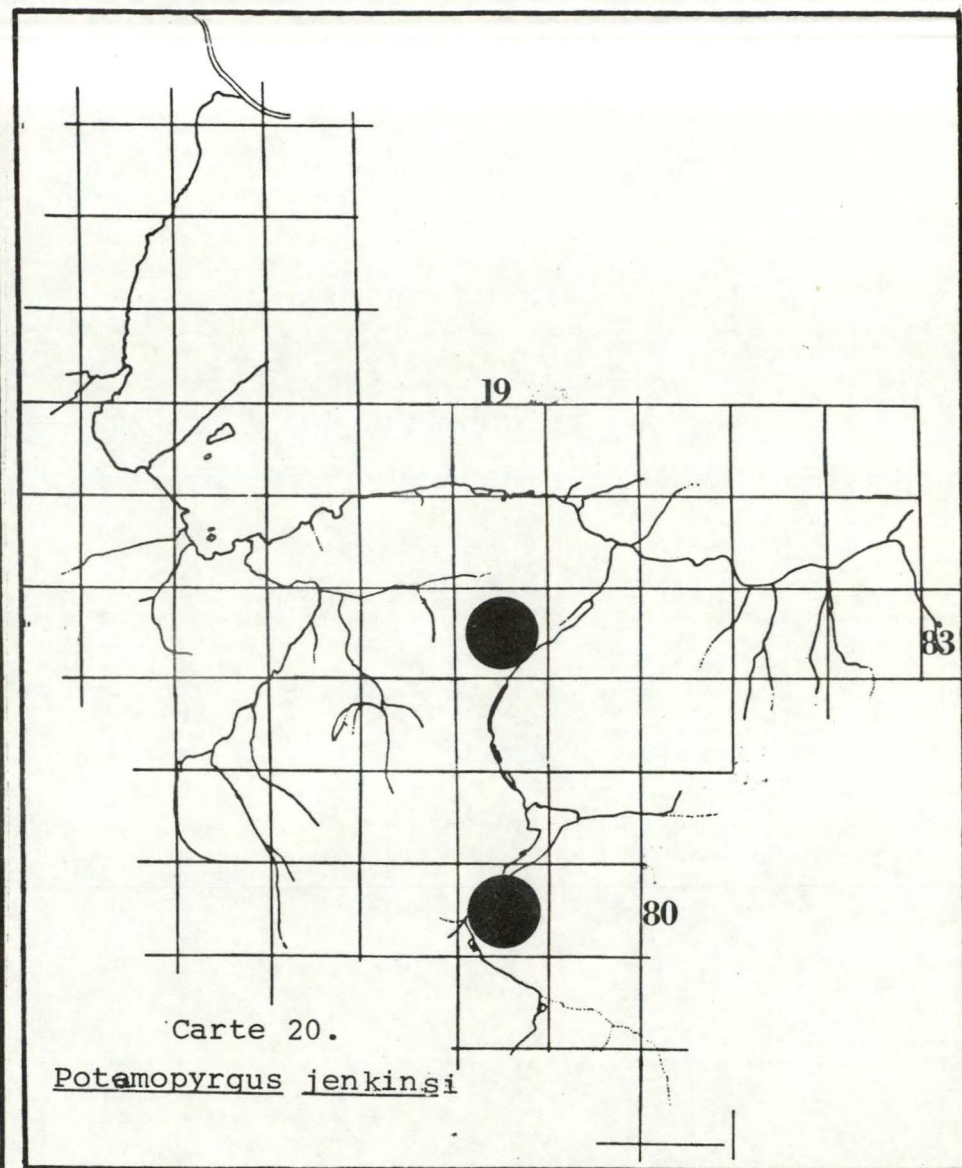
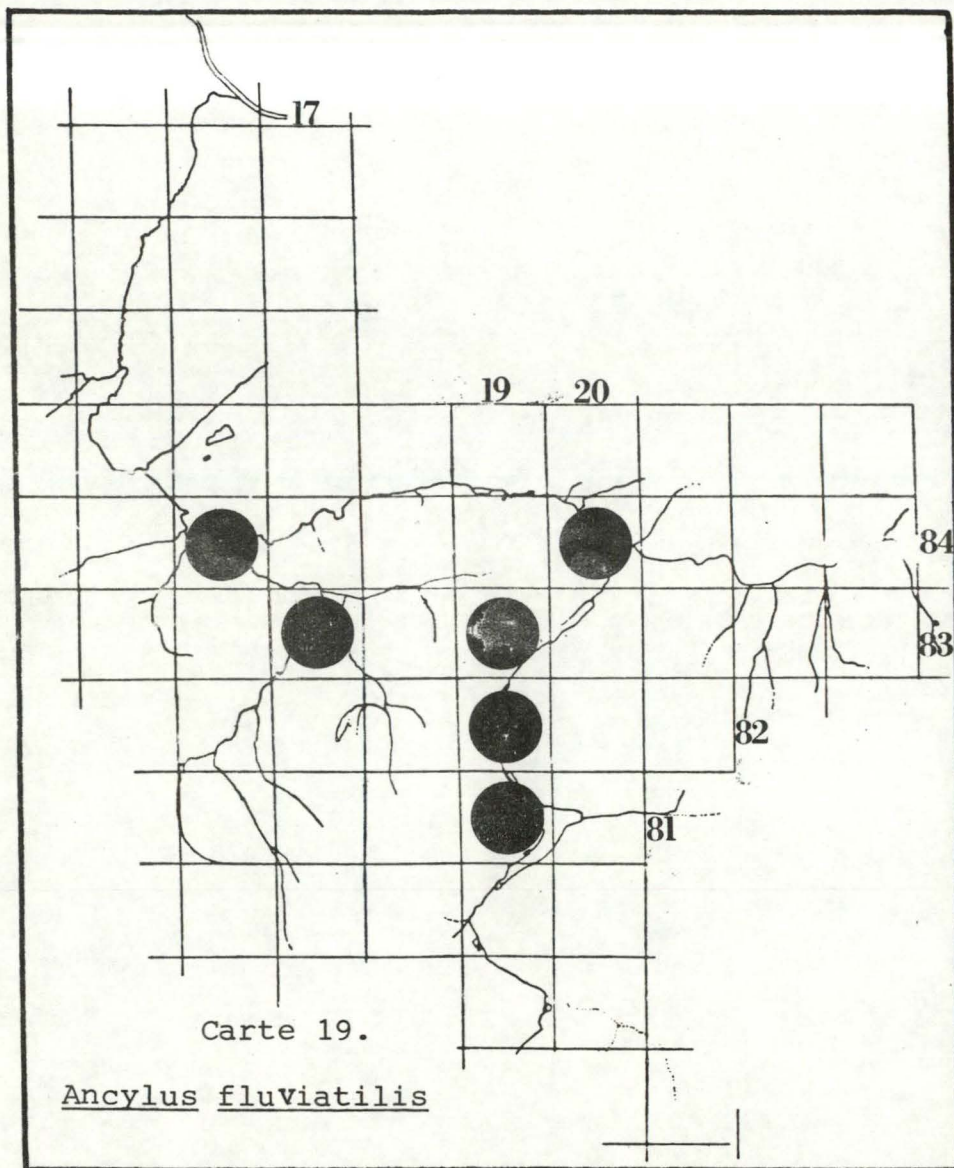
Les méthodes zoogéographiques ont donc un grand intérêt en écologie. La cartographie est un procédé simple, didactique et utile pour mettre en évidence l'impact de facteurs écologiques sur la faune. Notre étude sur le r. de Fosses ne concerne que le facteur pollution. Cependant, ce type d'approche est aussi valable pour l'étude de l'influence de bien d'autres facteurs sur la faune : la végétation, les extensions urbaines, la densité de population humaine etc... Les mêmes méthodes biogéographiques s'appliquent également en botanique.

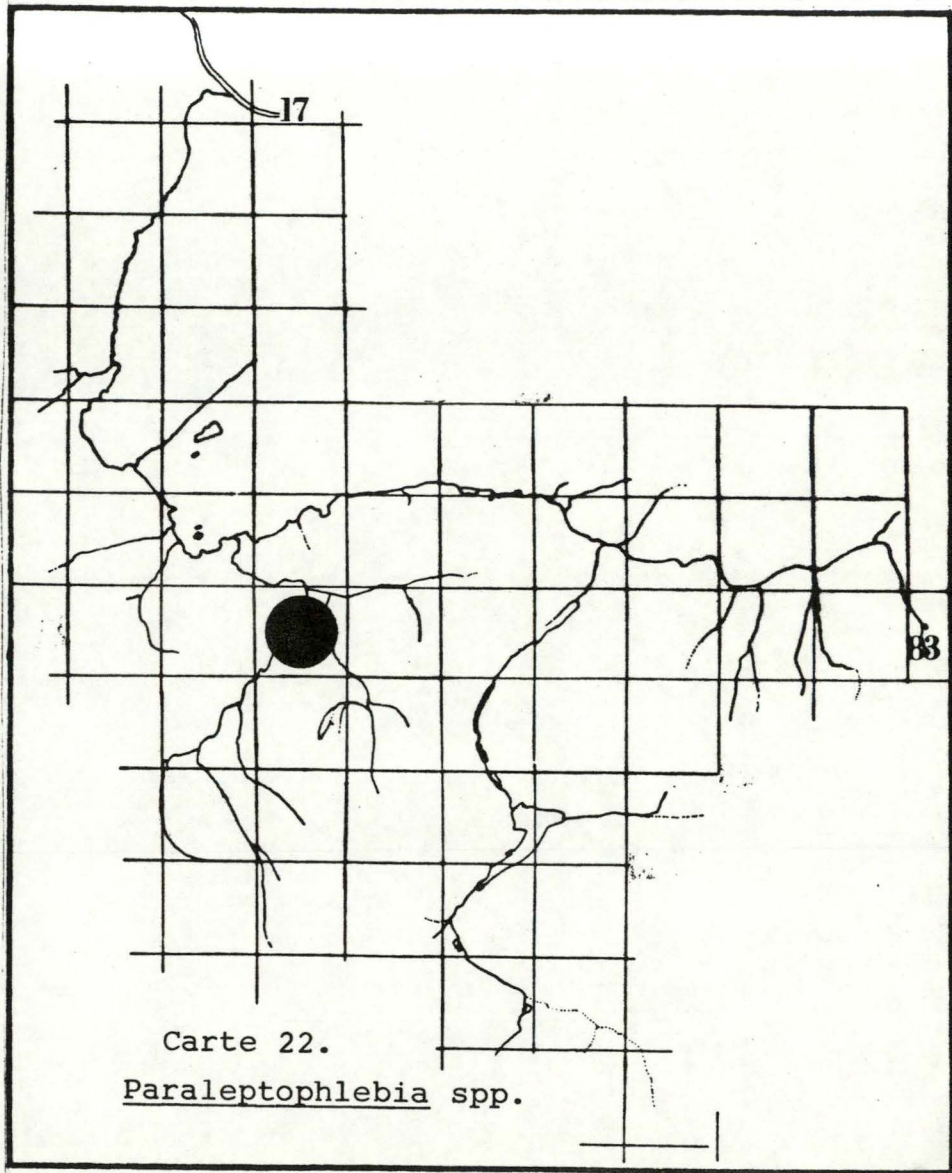
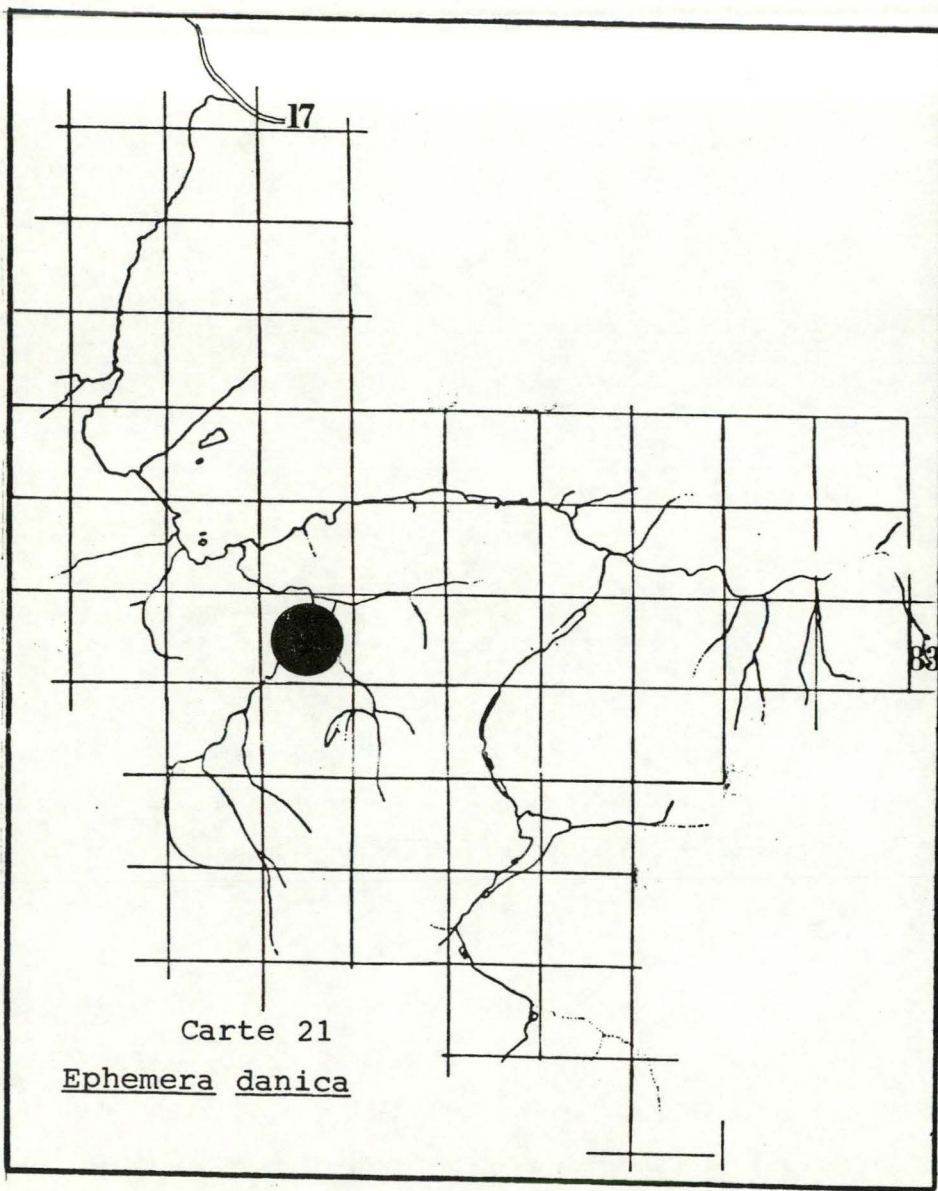


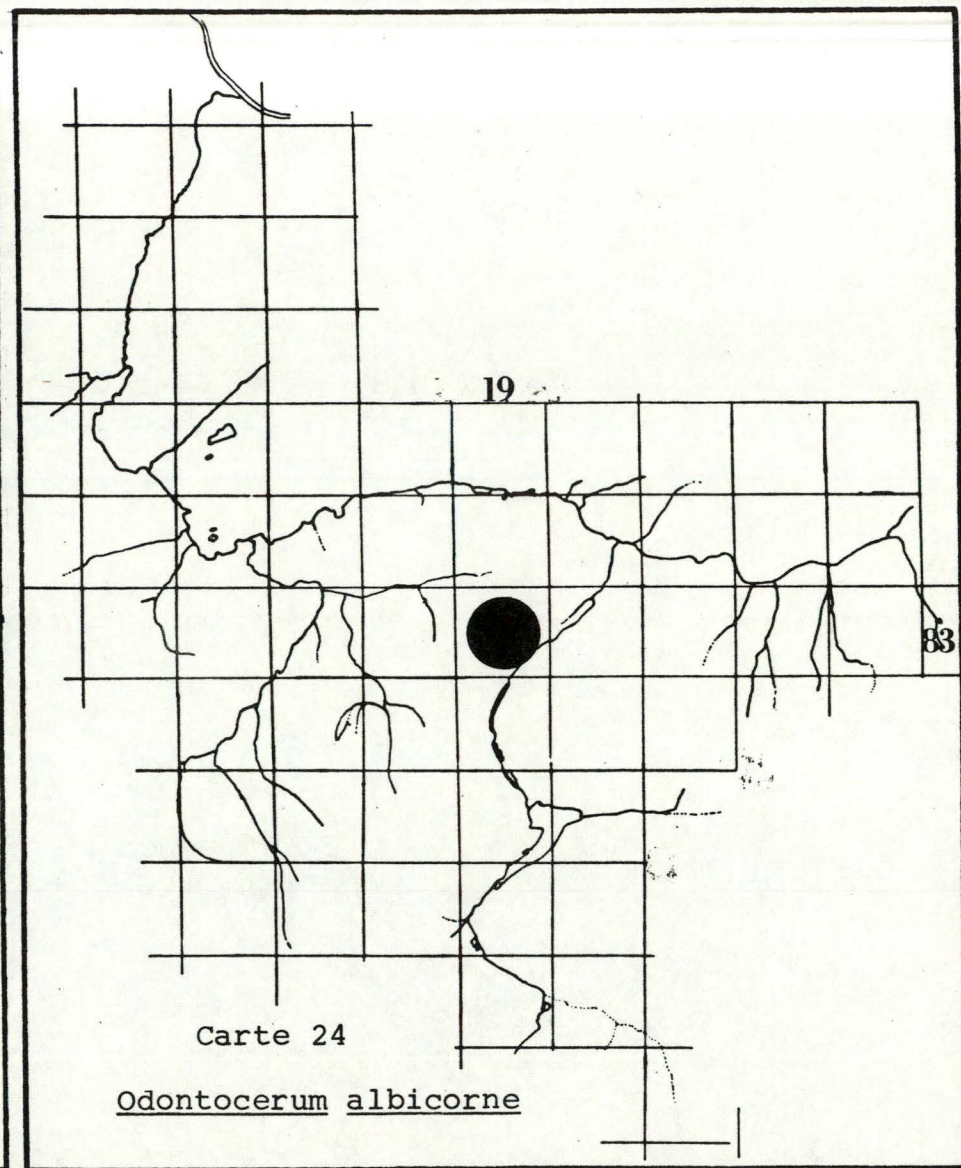
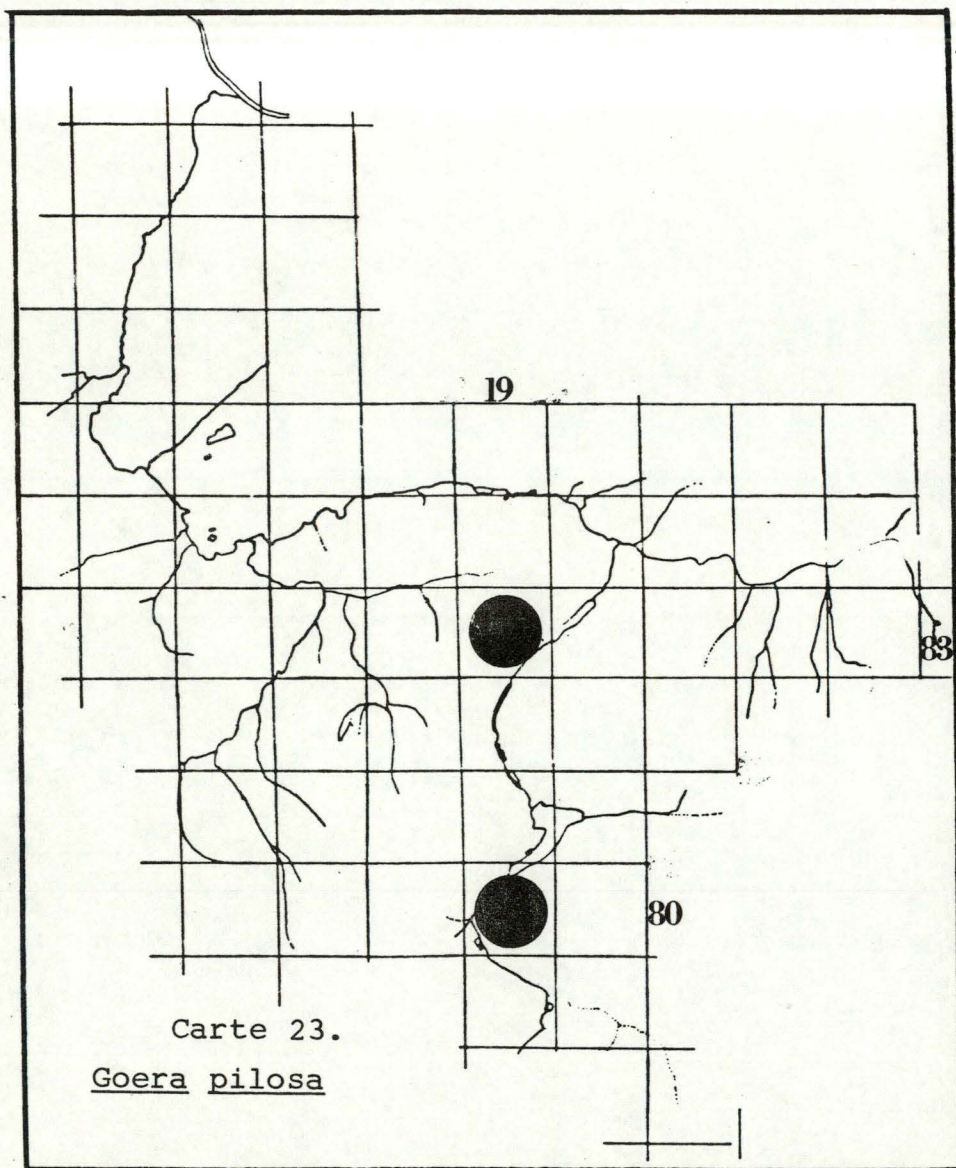


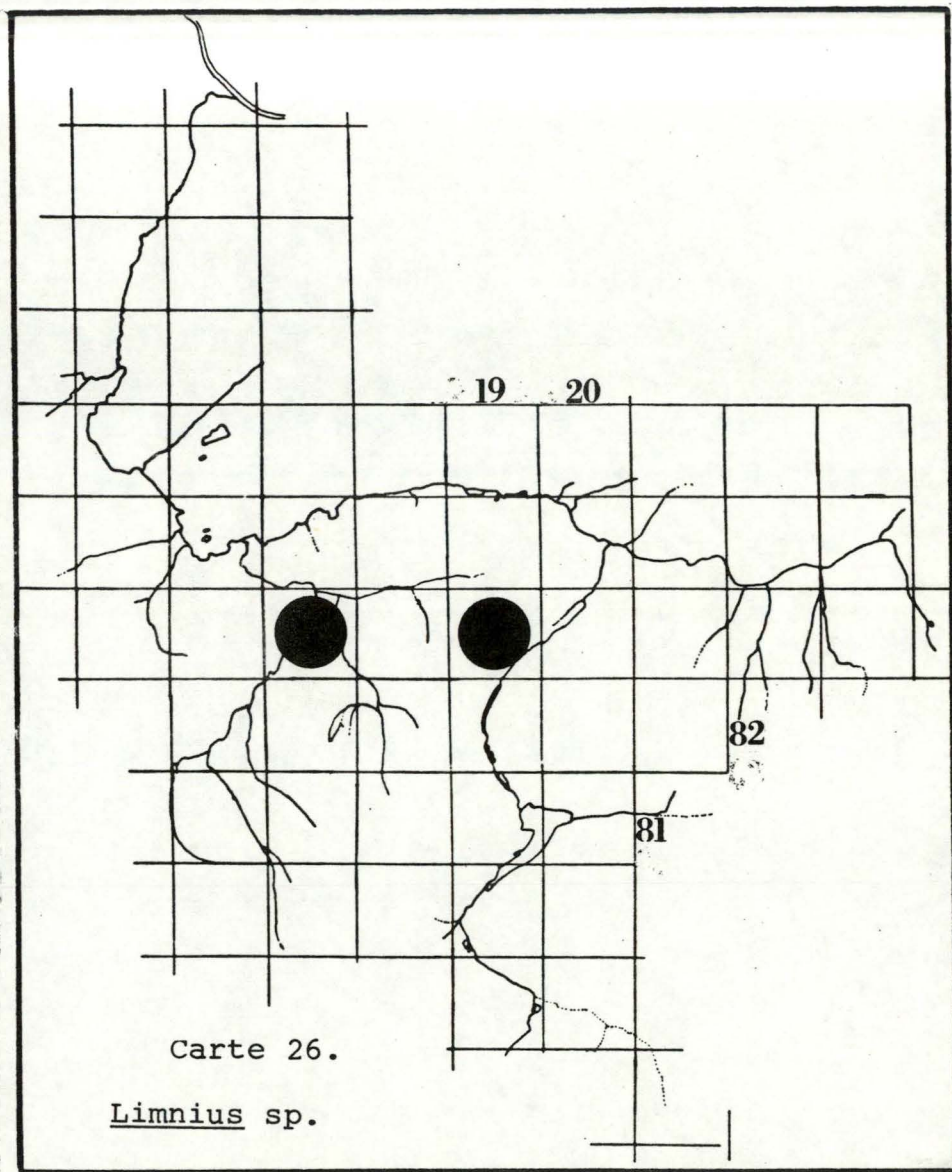
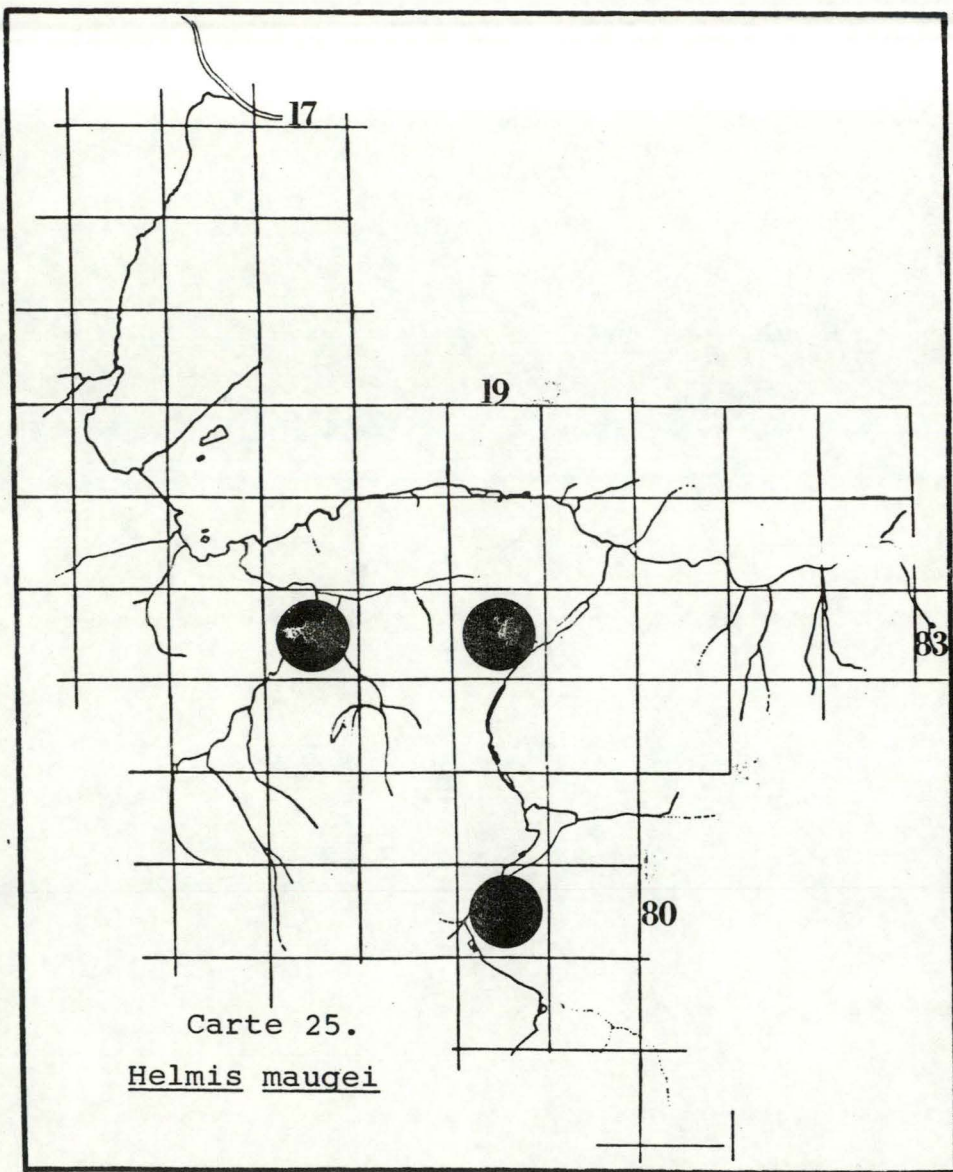












## V. Discussion et conclusion.

Notre travail consiste en l'étude de la répartition géographique de quelques macroinvertébrés aquatiques dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Dans une première partie, nous avons essayé de rassembler les principaux facteurs qui peuvent affecter la répartition de la faune dulcicole. Nous avons considéré quelques facteurs abiotiques (la température, l'oxygène, le substrat et la dérive) et quelques facteurs biotiques (l'alimentation, la compétition, la niche et la valence écologiques). Le but de cette analyse bibliographique était de discuter l'impact éventuel de ces différents facteurs sur les résultats de notre recherche zoogéographique. L'espèce intègre tous les éléments de l'environnement. Sa présence et son abondance en un endroit sont les résultantes de tous ces facteurs, à tel point qu'il est souvent difficile d'en isoler un.

Dans une deuxième partie, nous présentons les résultats de notre recherche zoogéographique. Nous utilisons, à cet effet, les cartes à réseau du type U.T.M. à carrés de 5 km de côté. La région prospectée s'étend de la Meuse au ruisseau de Fosses d'une part et de la Sambre à la Molignée d'autre part. Cette région comprend des cours d'eau relativement diversifiés quant à leurs caractéristiques physiques et morphologiques (longueur, pente, débit, substrat). Par exemple, la Molignée montre une morphologie plus hétérogène que le r. de Fosses. Nous avons observé parallèlement des biocénoses différentes selon les milieux rencontrés ; la Molignée abrite une biocénose plus riche et plus diversifiée que le r. de Fosses. D'autre part, les différents cours d'eau présentent des degrés de pollutions différents, la molignée étant beaucoup moins polluée que le r. de Fosses. Cet éventail de biotopes est d'un intérêt tout particulier pour une étude zoogéographique. Nous pouvons ainsi mettre en évidence certains facteurs de l'environnement, naturels ou non, susceptibles d'interférer sur la répartition des animaux.

Le premier objectif de notre étude était l'élaboration de cartes de distribution, dans la région considérée des espèces suivantes :



Dugesia gonocephala (Dugès), Erpobdella octoculata (L.), Helobdella stagnalis (L.), Lymnaea peregra (Müll.) forma ovata (Drap.), Ancylus fluviatilis (Müll.), Potamopyrgus jenkinsi (Smith), Pisidium amnicum (Müll.), Ephemera danica Müll., Paraleptophlebia spp., Goera pilosa Fab., Odontocerum albicorne Scop., Helmis maugei Bedel et Limnius sp.

Le second objectif que nous nous étions fixé était de tenter une interprétation de ces cartes en fonction des données que nous avons pu recueillir à propos de la répartition belge des espèces, et en fonction des connaissances écologiques que nous en avons.

Nous avons constaté que beaucoup de nos cartes de répartition régionale augmentaient efficacement les connaissances zoogéographiques dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Notre travail n'a d'ailleurs peut être que cette prétention.

Les commentaires de cartes ont fait appel à quelques éléments abiotiques. La température est un facteur, à notre avis, peu important dans une région si restreinte. Les variations d'altitudes sont, en effet, trop faibles pour pouvoir déterminer une zonation thermique au niveau de nos ruisseaux. Néanmoins, la température peut agir même au niveau de la station. Si le ruisseau traverse deux écosystèmes différents, forêt et prairie par exemple, les microclimats peuvent être totalement différents, et la biocénose modifiée. Nous avons signalé une possibilité d'interférence du facteur température sur la répartition du genre Paraleptophlebia.

Le substrat constitue un élément très important dans la distribution de la faune dulcicole. Nous avons souvent fait le rapport entre l'absence d'espèces et la qualité du substrat aux stations correspondantes. Le substrat agit comme élément discriminatif, mais son altération a souvent, comme causes premières, les pollutions organiques et mécaniques. Certaines espèces, L. peregra par exemple, sont peu exigeantes dans le choix du substrat, aussi trouve-t-on ces espèces uniformément réparties au niveau des stations et le long des cours d'eau.

La dérive n'a pas affecté, à notre avis, les résultats de notre recherche zoogéographique. En effet, un apport exogène lors d'un pré-

lèvement est permis dans un travail de ce type, puisque c'est la présence des espèces dans le carré de 5 km que nous recherchons et non leur présence à la station-même. La vitesse du courant peut influencer la répartition ou la microrépartition de certaines espèces. Ainsi, A. fluviatilis semble, à l'échelle du pays, coloniser préférentiellement la haute Belgique car il affectionne davantage les eaux courantes que les eaux à courant lent.

Les facteurs biotiques sont certainement d'un grand intérêt pour une étude zoogéographique. L'alimentation est l'élément que nous avons le plus facilement mis en évidence. E. danica, détritivore, colonise des ruisseaux pas trop pollués, cependant chargés de matières organiques. Son microhabitat est constitué de débris végétaux ou de gravier fin. A. fluviatis, détritivore également, semble beaucoup plus résistant aux pollutions que E. danica. Nous ne pouvons cependant pas affirmer ici que la valence écologique de A. fluviatilis est plus large que celle de E. danica. En effet, au niveau de leur microlocalisation, ces deux espèces supportent peut être des conditions équivalentes.

La répartition des espèces résulte également des compétitions interspécifiques. En effet, la colonisation d'un milieu est le fruit d'invasions et de retraites successives au cours du temps et les modifications des aires de répartition sont souvent lentes et peu perceptibles. Dans une biocénose, chaque espèce essaie de tirer le meilleur parti de son environnement au détriment d'autres espèces moins adaptées. Dans notre étude zoogéographique, nous n'avons pas pu mettre en évidence ce facteur de compétition. Une telle recherche est plutôt du ressort d'une étude en zoogéographie dynamique. Nous avons cependant observé que des espèces mieux adaptées aux pollutions (E. octoculata et L. peregra) prospéraient en des endroits pollués et disparaissaient parfois de milieux à biocénose très diversifiée. Nous pensons que la compétition interspécifique peut jouer un rôle à ce niveau : elle serait plus favorable aux espèces exigeantes dans les milieux peu altérés et aux espèces résistantes dans les milieux plus altérés.

Des adaptations éthologiques semblent parfois favoriser le maintien de certaines espèces en des endroits apparemment défavorables. Tel est le cas de H. maugei qui résiste à l'envasement en se mainte-

nant sur la face supérieure des cailloux. La larve de cette espèce montre également une adaptation morphologique vis-à-vis du courant par un aplatissement dorso-ventral. Cependant, nous n'avons pu que constater le fait, rien ne nous permet d'affirmer que, seules, ces adaptations sont responsables du maintien de l'espèce dans le milieu.

La végétation aérienne influence la distribution des espèces dans la mesure où elle crée des conditions particulières à certaines stations. Une forêt, le long d'un ruisseau, maintient un microclimat légèrement plus frais et plus constant que la prairie. Nous avons déjà cité l'exemple de Paraleptophlebia spp. D'autre part, la végétation des berges abrite souvent une biocénose particulière (E. danica dans les racines d'arbres) et constitue une source de nourriture et un matériel spécifique à certains taxa. Par exemple, des Trichoptères sont favorisés par certains types de végétaux pour la construction de leurs fourreaux. La végétation peut enfin modifier la teneur des eaux en certains éléments chimiques (phosphates, nitrates, acidité etc...). Mais nous n'avons fait aucune mesure physico-chimique. Aussi ne pouvons-nous rien conclure à propos d'un impact quelconque de la végétation aérienne sur la qualité des eaux. La canalisation des ruisseaux dans les zones urbaines provoque une altération très profonde du milieu. La disparition de la flore ripicole élimine tout un groupe d'organismes, et appauvrit dès lors profondément la biocénose. L'uniformisation des rives diminue également la capacité d'auto-épuration du cours d'eau là où justement, l'eau s'est chargée de matières organiques urbaines.

L'examen lithologique de la région a mis en évidence des couches orientées Ouest-Est. Les affluents de la Sambre s'écoulent donc transversalement et les affluents de la Meuse longitudinalement par rapport à ces couches lithologiques. Nous avons observé une différence fondamentale entre ces deux groupes de ruisseaux, les affluents de la Meuse étant beaucoup plus riches que ceux de la Sambre. Mais nous n'attribuons pas cette différence à l'élément lithologique dont nous venons de parler, mais plutôt au fait que la pollution est beaucoup plus élevée au Nord de la région qu'au Sud. La pollution altère certaines zones de ruisseaux de façon tellement profonde qu'il est vain

de chercher l'influence de certains facteurs naturels sur la faune aquatique.

La teneur en oxygène de l'eau est la résultante de nombreux éléments : pollution organique, végétation aquatique, vitesse du courant et turbulence. Nous n'avons fait aucune mesure d'oxygène mais nous avons interprété la répartition des espèces étudiées surtout en fonction de la pollution. A cet égard, le système de représentation U.T.M. de 5 km nous a permis, dans certains cas, de mettre en évidence différents types de distributions. E. octocolata et L. peregra sont eurytopes, colonisant les milieux peu altérés comme les zones très polluées. D'autres distributions sont plus restreintes, les espèces étant moins eurytopes et cependant assez résistantes aux pollutions organiques. Tel est le cas de H. stagnalis. E. danica, Paraleptophlebia spp., G. pilosa et O. albicorne ont une distribution irrégulière et se trouvent surtout dans les affluents de la Meuse, moins pollués que ceux de la Sambre.

La pollution organique interfère sur la répartition des espèces par le biais de la teneur en oxygène de l'eau mais aussi par l'altération du substrat (uniformisation par dépôt de vase organique). Nous avons pu mettre en évidence, par ce système de représentation cartographique, la disparition de certaines espèces des milieux pollués. Quelques espèces, plus résistantes profitent d'un appauvrissement de la biocénose pour augmenter leur biomasse spécifique. Tel est le cas de E. octocolata et L. peregra.

Nous avons vu que des erreurs pouvaient survenir cependant lorsque nous interprétons la répartition de certaines espèces en fonction de la pollution. Ceci est dû à l'utilisation du réseau de carrés de 5km de côté. La présence d'une espèce à une station suffit pour que nous puissions la renseigner dans le carré correspondant. Mais dans un même carré, se trouvent des ruisseaux différents à des degrés de pollution différents. Pour une étude plus approfondie de la résistance des espèces aux pollutions, nous avons utilisé le réseau U.T.M. à carrés de 1 km de côté. Nous avons effectué cette étude sur le r. de Fosses. Ce réseau, plus fin, nous a permis de détailler la distribution des espèces et ainsi, de discerner différents degrés de résistance aux pollutions. Nous avons confirmé certaines données obte-

nues à partir du réseau de carrés de 5 km. Nous classons donc les espèces comme suit :

espèces très résistantes : E. octoculata

L. peregra

espèces moyennement résistantes : H. stagnalis

A. fluviatilis

espèces peu résistantes : D. gonocephala

P. jenkinsi

E. danica

G. pilosa

O. albicorne

H. maugei

Limnius sp.

espèces non résistantes : Paraleptophlebia spp.

Les cartes de répartition le long du r. de Fosses mettent en évidence le fait qu'un degré croissant de pollution entraîne un appauvrissement de la biocénose. Les espèces les plus résistantes prolifèrent en milieu pollué mais finissent par disparaître si la pollution est extrême. Il nous semble donc qu'un degré élevé de pollution s'exprime plus adéquatement par une disparition d'espèces plutôt que par la prolifération de certaines.

L'utilisation des deux types de quadrillage avait donc des objectifs différents. Le quadrillage de 5 km se rapproche plus de la zoogéographie. Nous avons établi des cartes de distribution, c'était le premier but du travail. Nous les avons ensuite commentées en faisant appel à l'écologie. Le quadrillage de 1 km a servi de base à une étude écologique. Cette étude concerne une région plus restreinte et les résultats sont d'un ordre différent. Les répartitions sont directement mises en rapport avec le biotope et l'interprétation écologique est plus précise. Au chercheur de choisir, en fonction des objectifs visés, le système de quadrillage le plus adéquat à son analyse.

En conclusion, outre la classification sommaire des espèces selon leur degré de résistance aux pollutions, nous classons les ruisseaux de la région comme suit :

- très pollué : le r. de Fosses (G)  
( $\alpha$  mésosaprobe)
- moyennement pollués : le Landoir (C) (très pollué dans la partie  
( $\beta$  mésosaprobés) avale)  
le r. de Floreffe.
- peu pollués : le R. Godronval (F)  
(oligosaprobe - la Marlagne (H)  
bes à  $\beta$  mé- le G<sup>d</sup> Ri (J)  
sosaprobés) le Burnot (L)  
le r. d'Annevoie (M)  
la Mollignée (N)

Nos observations zoogéographiques et écologiques nous permettent d'appuyer l'appel lancé par GASPAR, LECLERCQ et WONVILLE (GASPAR et al. 1975) en faveur de la sauvegarde du carré FR 27, groupant les communes de Denée, Maredsous et Falaën.

Au cours de cette étude, nous avons été confrontée à de nombreux problèmes non seulement zoogéographiques mais également écologiques et systématiques. Nous avons également eu le souci, dans l'interprétation des cartes de répartition, de traduire sincèrement notre ignorance devant certains faits plutôt que de "créer" une explication.

Lors de la consultation des données concernant la répartition des espèces en Belgique, nous avons été frappé par le fait que de nombreuses observations sont antérieures à 1950, qu'elles sont rares de 1950 à 1970, mais qu'ensuite, elles reprennent à nouveau. Nous ne pouvons qu'émettre un souhait, c'est que ces recherches zoogéographiques s'intensifient. En effet, outre l'intérêt purement scientifique qui réside dans la connaissance de la faune de notre région et de notre pays, la zoogéographie a de nombreuses applications économiques, sociales et politiques. Les cartes de distribution peuvent mettre en évidence des modifications des aires de répartition des animaux au cours du temps, si des inventaires systématiques sont faits. Ces modifications sont en relation étroite avec les changements de l'environnement : urbanisation, pollution, déboisement, curage etc... Ces altérations influencent la qualité et l'hygiène de notre environ-

nement, et donc notre équilibre.

La méthode zoogéographique permet de mettre en évidence les zones les plus affectées et donc de diriger les efforts d'assainissement vers ces zones. Une étude zoogéographique continue permettrait également de surveiller l'épuration en cours, en fonction ~~et~~ de l'enrichissement de la biocénose.

Toutes ces recherches, analyses et travaux ne se feront certes pas en un jour, mais nous les considérons urgents. Nous souhaitons que la race des naturalistes soit assez résistante aux pollutions car un appel pressant leur est lancé de la part de la nature.

---

Bibliographie.

- ADAM, W. 1960  
Faune de Belgique - Mollusques Vol. 1 : Mollusques terrestres et dulcicoles.  
Inst. Roy. Sc. Nat. Belg., 402 - [16] p.
  
- ALLEE, W.C. and SCHMIDT, K.P. 1962  
Ecological Animal Geography  
Wiley, London, 715 p.
  
- BERTRAND, H. 1954.  
Les insectes aquatiques d'Europe.  
P. Lechevalier, Paris, 547 p.
  
- BOURNAUD, M. et THIBAUT M. 1973.  
La dérive des organismes dans les eaux courantes.  
Ann. Hydrobiol, 4 (1), 11-49.
  
- CALOW, P. 1973.  
Field observations and laboratory experiments on the general food requirements of the species of freshwater snail, Planorbis contortus (Linn.) and Ancylus fluviatilis Müll.  
Proc. Malac. Soc. Lond., 40, 483-489.
  
- CALOW, P. 1975.  
The feeding strategies of two freshwater gastropods, Ancylus fluviatilis Müll. and Planorbis contortus Linn. (Pulmonata), in terms of ingestion rates and absorption efficiencies.  
Oecologia, 20, (1), 33-49.
  
- Dajoz, R. 1972.  
Précis d'écologie  
Dunod, Paris, 434 p.



- ELLIOTT, J.M. 1970.  
The diel activity patterns of caddis larvae (Trichoptera).  
J. Zool., London, 160, 279-290.
  
- ELLIOTT, J.M. 1973 a.  
The life cycle and production of the leech Erpobdella octoculata (L.) (Hirudinea: Erpobdellidae) in a lake district stream.  
J. Anim. Ecol. 42, 435-448.
  
- ELLIOTT, J.M. 1973 b.  
The diel activity pattern, drifting and food of the leech Erpobdella octoculata (L.) (Hirudinea Erpobdellidae) in a lake district stream.  
J. Anim. Ecol., 42, 449-459.
  
- FROST S., HUNI A. and KERSHAW W.E. 1971.  
Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna.  
Can. J. Zool., 49, (2), 167-173.
  
- FURON, R. 1958.  
Causes de la répartition des êtres vivants. Paléogéographie, biogéographie dynamique.  
Evolution des Sciences. Masson et Cie, Paris VI<sup>e</sup>, 166 P.
  
- GASPAR, Ch. 1971.  
Les Fourmis de la Famenne. I Une étude zoogéographique. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., 47, (20), 1-116.
  
- GASPAR Ch., LECLERCQ J. et WONVILLE Ch. 1975.  
Examen synoptique des 784 premières cartes de l'atlas provisoire des insectes de Belgique.  
Ann. Soc. r. Zool. de Belgique, 105, (1-2), 111-128.

- GRASSE, P.P. 1960.  
Traité de zoologie  
Masson et Cie, Paris.
  
- GRESSITT, J.L. 1958.  
Zoogeography of insects.  
Ann. rev. Entom., 3, 207-230.
  
- HAECKEL J.W., MEIJERING M.P.D., RUSSETSKI H. 1973.  
Gammarus fossarum Koch als Fallaubzersetzer in Waldbäcken.  
Fresh. Biol., 3, (3), 241-249.
  
- HEATH J. and LECLERCQ J. 1969.  
Cartographie des Invertébrés européens.  
Circulaire.
  
- HOLLAND, D.G. 1972  
A key to the larvae, pupae and adults of the British Species  
of Elminthidae.  
Fresh. Biol. Assoc., Sc. Publ. n° 26, 58 p.
  
- ILLIES J. et BOTOSANEANU L. 1963.  
Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation  
écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de  
vue faunistique.  
Mit. int. Ver. Limnol., 12, 1-57.
  
- ILLIES, J. 1967.  
Limnofauna europaea.  
Stuttgart, 474 p.
  
- LANGFORD, T.E. 1973.  
The emergence of insects from a British river, warmed by  
power station cooling-water. Part II : The emergence patterns  
of some species of Ephemeroptera, Trichoptera and Megaloptera  
in relation to water temperature and river flow, upstream and

downstream of the cooling-water outfalls.

Centr. Electr. Res. lab., report RD/L/R 1857, 23 p.

- LASCOMBE, Cl. 1971.

Recherches écologiques et biogéographiques sur deux espèces jumelles de Planaires d'eau douce dans la région lyonnaise.  
Thes. 3<sup>e</sup> cycle sc. biol., 106 p.

- LASCOMBE C., PATTEE E. et BORNARD C. 1975.

Le rôle écologique de la température dans la distribution de deux espèces proches parentes de Planaires d'eau douce : Etude expérimentale.

Hydrobiologia, 47, (1), 59-80.

- LECLERCQ, J. 1973.

Cartographie des Invertébrés Européens.  
Mitteilungen 5, Univ. Saarlandes, 18 p.

- LECLERCQ, J. 1975.

La cartographie des Invertébrés européens : l'apport de la Belgique et de Gembloux.

Ann. Soc. Roy. Zool. Belg., 105, (1-2), 87-109.

- LEMEE, G. 1967.

Précis de biogéographie.  
Masson et Cie., Paris VI, 358 p.

- LIBOIS, R. 1975.

Contribution à l'étude des Micromammifère du plateau des Hautes Fagnes.

Mémoire, Liège, 117 p.

- MACAN, T.T. 1970

A key to the nymphs of British Species of Ephemeroptera with notes on their Ecology.

Fresh. Biol. Assoc., Sc. Publ. n° 20, 68p.

- MACAN, T.T. 1971.  
Pollution, enrichment and animal communities.  
Sessional meeting, 11p.
  
- MACAN, T.T. 1974.  
Freshwater Invertebrates.  
in "The Changing Flora and Fauna of Britain" Hawksworth.  
London, 143-155.
  
- MANN, K.H. 1964.  
A key to the British freshwater leeches with notes on their  
Ecology.  
Fresh. Biol. Assoc., Sc. Publ. n° 14.
  
- MARLIER, G. 1949.  
Notes sur les Trichoptères. II Essai d'un Catalogue des Trichop-  
tères de Belgique.  
Bull. et Ann. Soc. Entom. de Belgique, 85, (5-6), 108-134.
  
- MÜLLER, P. 1974.  
Ökologische Kriterien für die Raum - und Stadtplanung.  
Umwelt - Saar 1974, 84 p.
  
- NEBEKER, A.V. 1972.  
Effect of low oxygen concentration on survival and emergence  
of aquatic insects.  
Trans. Am. Fish. Soc., 101, (4), 675-679.
  
- NEVEU, A. 1972.  
Introduction à l'étude de la faune des Diptères à larves  
aquatiques d'un ruisseau des Pyrénées-Atlantiques, le Lissurage  
Ann. Hydrobiol., 3, (2), 173-196.

- PATTEE, E. 1972.  
Coefficients thermiques et écologie de quelques Planaires d'eau douce. 5. La reproduction des espèces jumelles Polycelis nigra et Polycelis tenuis.  
Ann. Limnol., 8 (1), 11-30.
- PATTEE E., LASCOMBE C. and DELOLME R. 1973.  
Effects of Temperature on the Distribution of Turbellarian Triclad.  
Reprint from Effect of Temperature on Ectothermic organisms.  
New York, 201-207.
- PONCELET L., MARTIN H. 1947.  
Esquisse climatographique de la Belgique.  
Mém. vol XXVII, I.R.M. de Belgique.
- REAL G. 1971.  
Ecologie et cycle de ponte dans la région d'Arcachon (Gironde) de Potamopyrgus jenkinsi (E.A. Smith., 1889) Gastéropode Hydrobiidae.  
Haliotis, 1, 49-50.
- ROUSSEAU E. 1921.  
Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'Europe.  
(Morphologie, Biologie, Systématique).  
Entom., 1, 967 p.
- ROUX C. 1975.  
Les variations de la courbe métabolisme | température de Gammarus pulex (L.) et Gammarus fossarum Koch (Amphipodes) sous l'influence de divers facteurs écologiques.  
Crustaceana, 29, (1), 33-48.

- RUSSIER-DELOLME R. 1974.  
Etude comparative de la tolérance aux basses tensions d'oxygène chez deux planaires d'eau douce, Dugesia tigrina et Polycelis felina.  
Ann. Limnol. Toulouse, 10, (3), 311-322.
  
- SERRA-TOSIO, B. 1971.  
Ecologie et biogéographie des Diamesini d'Europe (Diptera Chironomidae)  
Trav. Lab. Hydrobiol. et Pisci Grenoble, 63, 175 p.
  
- SEVO, S. 1972.  
Contribution à l'étude de la faune malacologique dans le "Westhoek"  
Bull. Soc. Ecol., 3, (2), 192-207.
  
- TURRILL W.B., HEWER H.R., ANDERSON M., WILLATTS E.C. 1954.  
The cartographical presentation of biological distributions.  
Symposium, London, 35p.
  
- UDVARDY M.D.F. 1969.  
Dynamic Zoogeography.  
Van Nostrand Reinhold Company, New York, 445 p.
  
- VERNEAUX, J. 1973.  
Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs - essai de biotypologie.  
Mémoire, Univ. Besançon, 257 p.
  
- WALLACE, J.B. 1975.  
Food partitioning in net-spinning Trichoptera larvae : Hydropsyche venularis, Cheumatopsyche etrona, and Macronema zebraetum (Hydropsychidae)  
Ann. Entomol. Soc. Am., 68, (3), 463-472.