

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 2000

Thèse n° 343.

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 6 décembre 2000

par

Pierre GIRY

Né le 26 août 1969 à Brive-la-Gaillarde (Corrèze).

LES BYTHINELLES (MOLLUSQUES) DANS LA
RÉGION DU LIMOUSIN. ÉTUDES
BIOMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES.



EXAMINATEURS DE LA THÈSE

Monsieur DREYFUSS, Professeur Président
Monsieur RONDELAUD, Maître de Conférences Juge
Monsieur VIGNOLES, Maître de Conférences Juge
Monsieur VINCENT, Maître de Conférences Juge

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

FACULTÉ DE PHARMACIE

Année 2000

Thèse n° 343.

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 6 décembre 2000

par

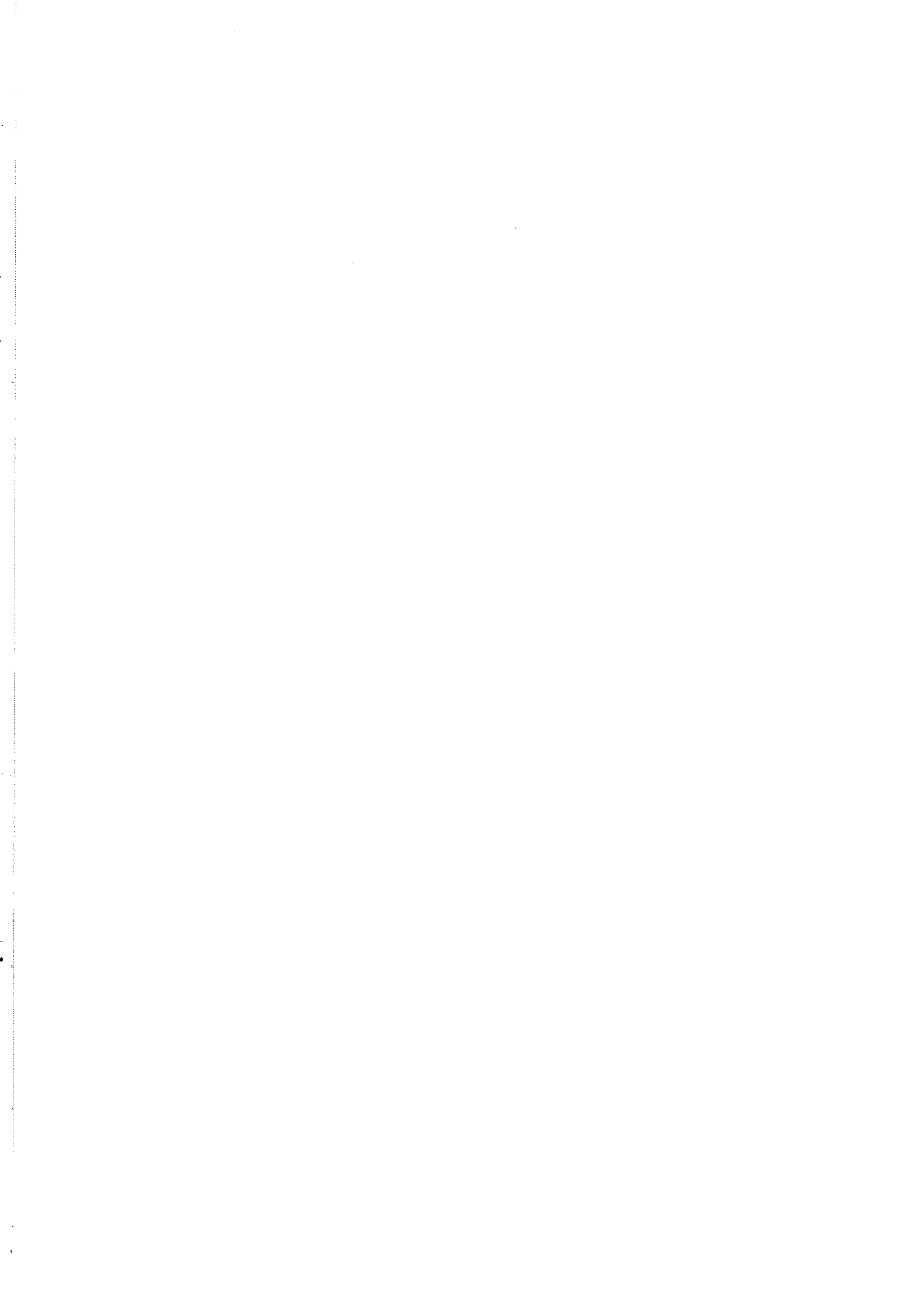
Pierre GIRY

Né le 26 août 1969 à Brive-la-Gaillarde (Corrèze).

**LES BYTHINELLES (MOLLUSQUES) DANS LA
RÉGION DU LIMOUSIN. ÉTUDES
BIOMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES.**

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

Monsieur DREYFUSS, Professeur	Président
Monsieur RONDELAUD, Maître de Conférences	Juge
Monsieur VIGNOLES, Maître de Conférences	Juge
Monsieur VINCENT, Maître de Conférences	Juge



**UNIVERSITE DE LIMOGES
FACULTE DE PHARMACIE**

DOYEN DE LA FACULTE: Monsieur le Professeur GHESTEM Axel

ASSESEURS: Monsieur le Professeur HABRIOUX Gérard
Monsieur COMBY Francis Maître de Conférences

PROFESSEURS:

BENEYTOUT Jean-Louis	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
BERNARD Michel	PHYSIQUE-BIOPHYSIQUE
BOSGIRAUD Claudine	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE PARASITOLOGIE
BROSSARD Claude	PHARMACOTECHNIE
BUXERAUD Jacques	CHIMIE ORGANIQUE CHIMIE THERAPEUTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE
CHULIA Albert	PHARMACOGNOSIE
CHULIA Dominique	PHARMACOTECHNIE
DELAGE Christiane	CHIMIE GENERALE ET MINERALE
DREYFUSS Gilles	PARASITOLOGIE
GHESTEM Axel	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
HABRIOUX Gérard	BIOCHIMIE - BIOLOGIE MOLECULAIRE
LACHATRE Gérard	TOXICOLOGIE
MOESCH Christian	HYGIENE-HYDROLOGIE-ENVIRONNEMENT
LOUDART Nicole	PHARMACODYNAMIE

SECRETARE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse



A notre Président de Thèse

Monsieur le Professeur G. DREYFUSS,
Service de Parasitologie,
Faculté de Pharmacie de Limoges,

*Nous sommes très sensible à l'honneur
que vous nous faites en acceptant
de présider ce Jury de soutenance.*

*Nous avons beaucoup appris à votre
contact par l'intermédiaire de vos cours.*

*Veillez accepter l'expression
de notre profond respect.*



A nos Juges

Monsieur le Dr. D. RONDELAUD,
Maître de Conférences,

Laboratoire d'Histologie,
Faculté de Médecine de Limoges.

Monsieur le Dr. Ph. VIGNOLES,
Maître de Conférences,

Service de Biophysique-Informatique,
Faculté de Pharmacie de Limoges.

Monsieur le Dr. M. VINCENT,
Maître de Conférences,

Laboratoire de Biologie Animale,
Faculté des Sciences de Limoges.

*Nous vous remercions pour vos conseils
et vos critiques lors de la lecture
du prédocument.*

*Veillez agréer l'expression de
notre gratitude respectueuse.*

Nous adressons nos remerciements les plus vifs :

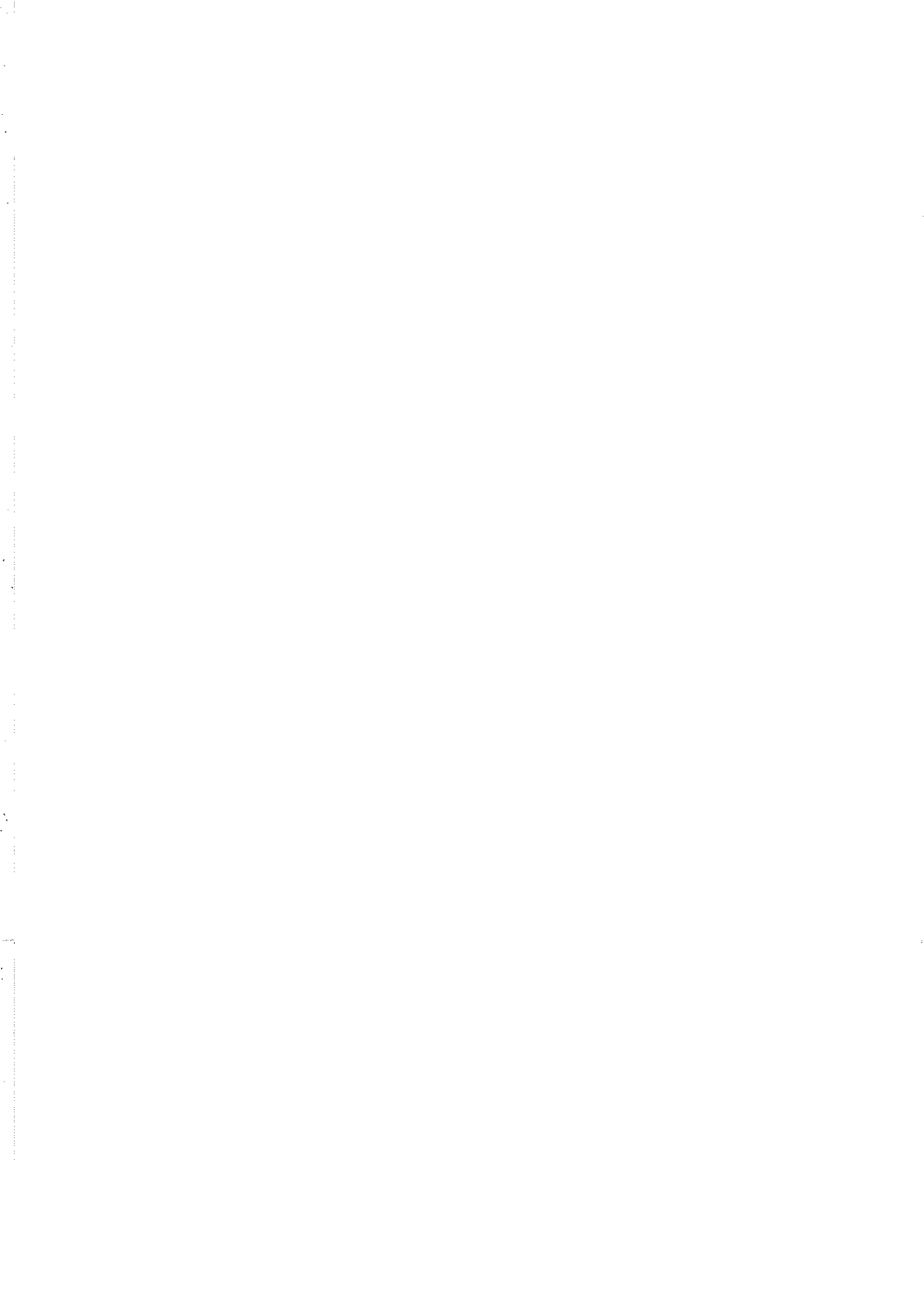
- à M. le Dr. R. BERNASCONI, de Münchenbuchsee (Suisse),

*pour l'identification de plusieurs populations
de bythinelles concernées par ce travail.*

Nous vous sommes particulièrement reconnaissant.

- à M. le Dr. A. BERTRAND, du Laboratoire Souterrain de Moulis (Ariège),

*pour les informations et les données que vous
avez bien voulu nous communiquer. Nous vous
exprimons notre gratitude respectueuse.*



A mon père et ma mère,

*pour leur soutien et leur patience
tout au long de notre cursus universitaire.*

A ma belle-famille,

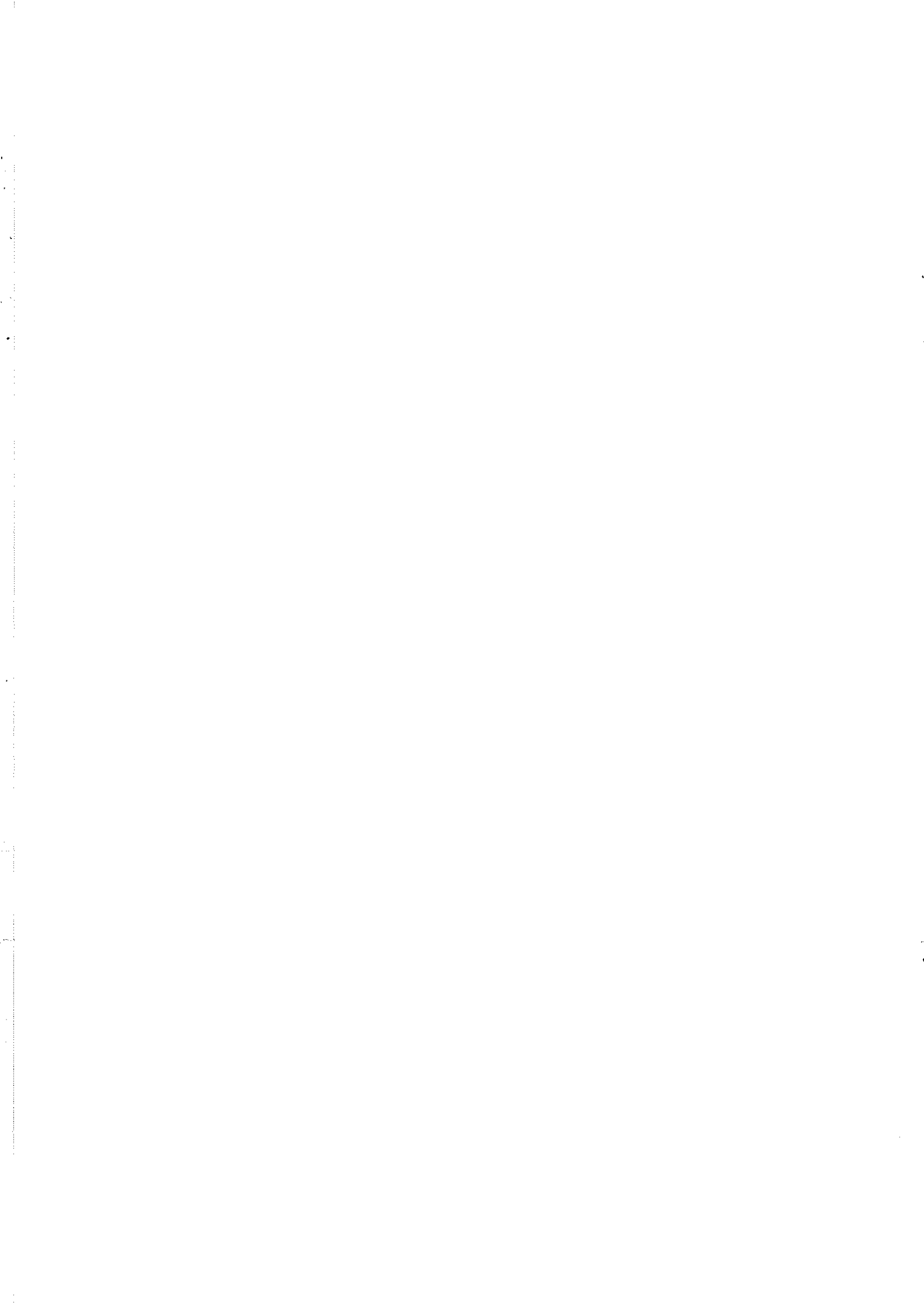
*pour leur soutien au cours de nos
recherches sur le terrain.*

A ma femme,

*qui nous a supporté tout au long de la
réalisation de notre mémoire de thèse.*

A tous les miens,

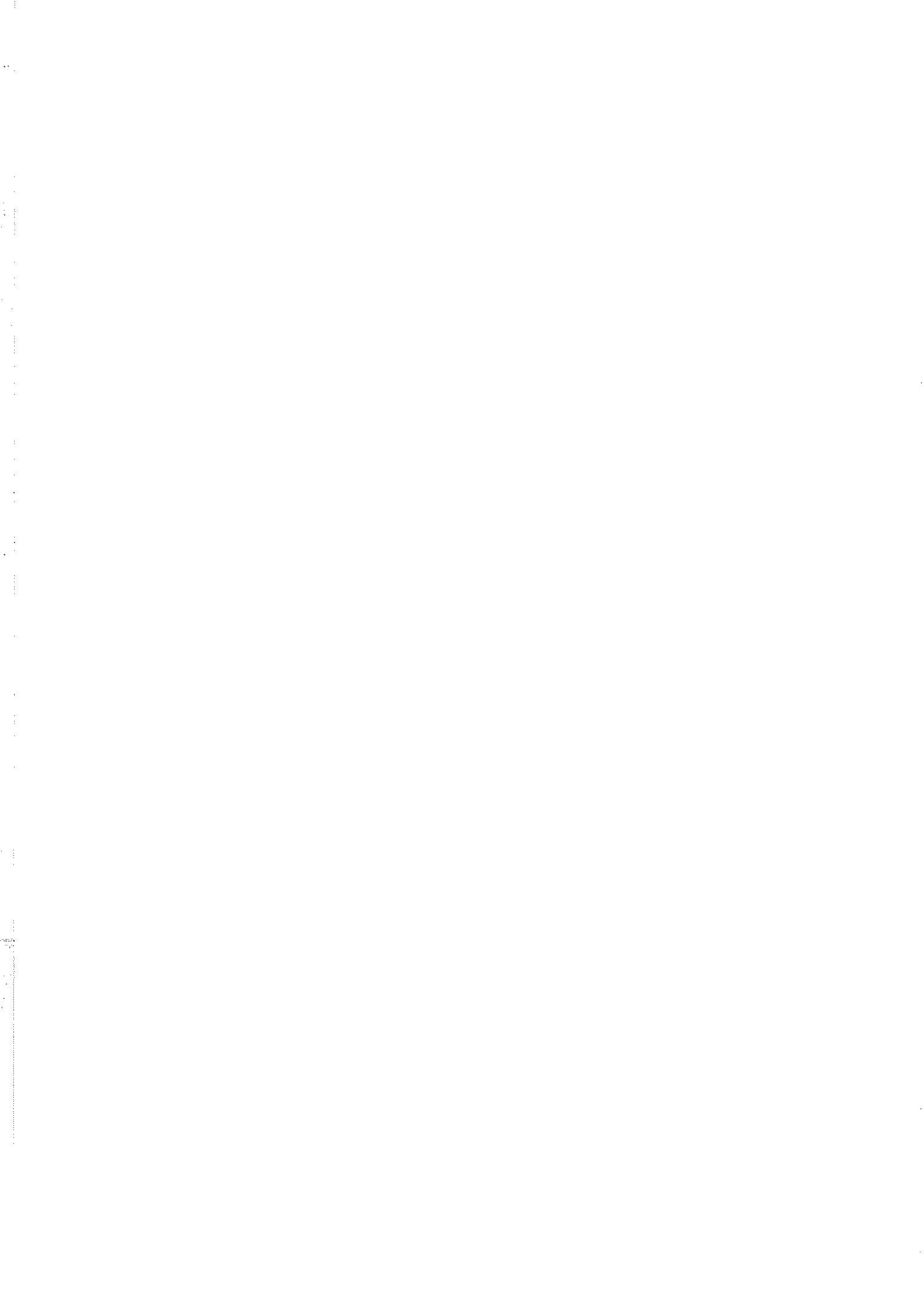
A mes amis.



SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE PREMIER : Les bythinelles	4
I. - Leur position systématique	4
A. Dans l'embranchement des mollusques	4
B. Dans la famille des Hydrobiidae	8
II. - La répartition des bythinelles en France	8
A. D'après la synthèse de Germain (1930/1931)	8
B. D'après des données plus récentes	11
III. - Les caractéristiques biologiques des bythinelles	13
A. Les critères utilisés pour leur identification	12
B. Leurs habitats	16
C. Leur biologie	17
IV. - Les bythinelles dans le Limousin siliceux	19
A. Les problèmes d'identification	19
B. Leur fréquence	21
C. Bythinelles et <i>Lymnaea truncatula</i>	23

	Pages
IV. - Commentaires	23
CHAPITRE DEUXIÈME : Matériel et méthodes	25
I. - Les stations d'étude	25
A. Site de Berneuil	28
B. Site de Fromental	28
II. - Protocole des observations	31
III. - Paramètres étudiés	34
IV. - Tests statistiques	34
A. Analyse de variance	34
B. Analyse factorielle discriminante	34
CHAPITRE TROISIÈME : La croissance des bythinelles dans le temps	36
I. - Variations biométriques interpopulationnelles	36
A. Présentation des résultats	36
B. Interprétation statistique	40
II. - Variations intrapopulationnelles	40
CHAPITRE QUATRIÈME : L'apport de la biométrie pour l'identification des populations de bythinelles	42
I. - Les résultats fournis par l'analyse de variance	42
A. Par rapport au département d'origine	45
B. Par rapport à la population	45
II. - Les résultats fournis par l'analyse factorielle discriminante	51
CHAPITRE CINQUIÈME : Commentaires	53
I. - Synthèse	53
A. Données biométriques	53
B. Biométrie et populations de bythinelles	54
II. - Discussion	54
A. La fréquence des populations de bythinelles sur sol acide	55
B. L'évolution des données biométriques dans le temps	56



	Pages
C. Biométrie et populations de bythinelles	58
D. La biométrie est-elle un critère suffisant pour identifier les populations de bythinelles ?	59
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES	61
BIBLIOGRAPHIE	63
ANNEXE PREMIÈRE	65
ANNEXE DEUXIÈME	72

-oOo-



INTRODUCTION GÉNÉRALE

A l'heure actuelle où de nombreuses données sont disponibles sur Internet, le rôle du pharmacien d'officine dans l'information du public sur les risques de la vie quotidienne est encore prépondérant. Cette action s'exerce en particulier dans le domaine de la santé et il est notoire que ce praticien exerce souvent une fonction dans la prévention à l'égard d'un certain nombre de maladies par les conseils qu'il dispense chaque semaine. Si l'identification des champignons comestibles est bien connue par le public, ce n'est pas la seule et le pharmacien intervient pratiquement pour assurer ou faire réaliser l'identification de certaines plantes, des Invertébrés les plus courants ou encore d'échantillons géologiques.

La distomatose à *Fasciola hepatica*, connue également sous le nom de maladie de la Grande Douve du Foie, fait partie de cette pratique. En effet, si le parasite adulte est hébergé chez un Mammifère, les larves se développent chez un mollusque aquatique et se fixent, à leur sortie, sur un végétal tel que le cresson. Il est donc important de mettre en garde les consommateurs contre a) la récolte de plantes dans la nature (cresson, pissenlit, mâche, ...) pour être consommées sous forme de crudités, et b) contre l'absorption d'eau de boisson contaminée, notamment par les enfants. A côté de ses activités plus traditionnelles, la prévention, qu'exerce le pharmacien, est donc complémentaire de celle qu'assurent les autres professionnels de la santé, notamment les médecins, vis-à-vis du public.



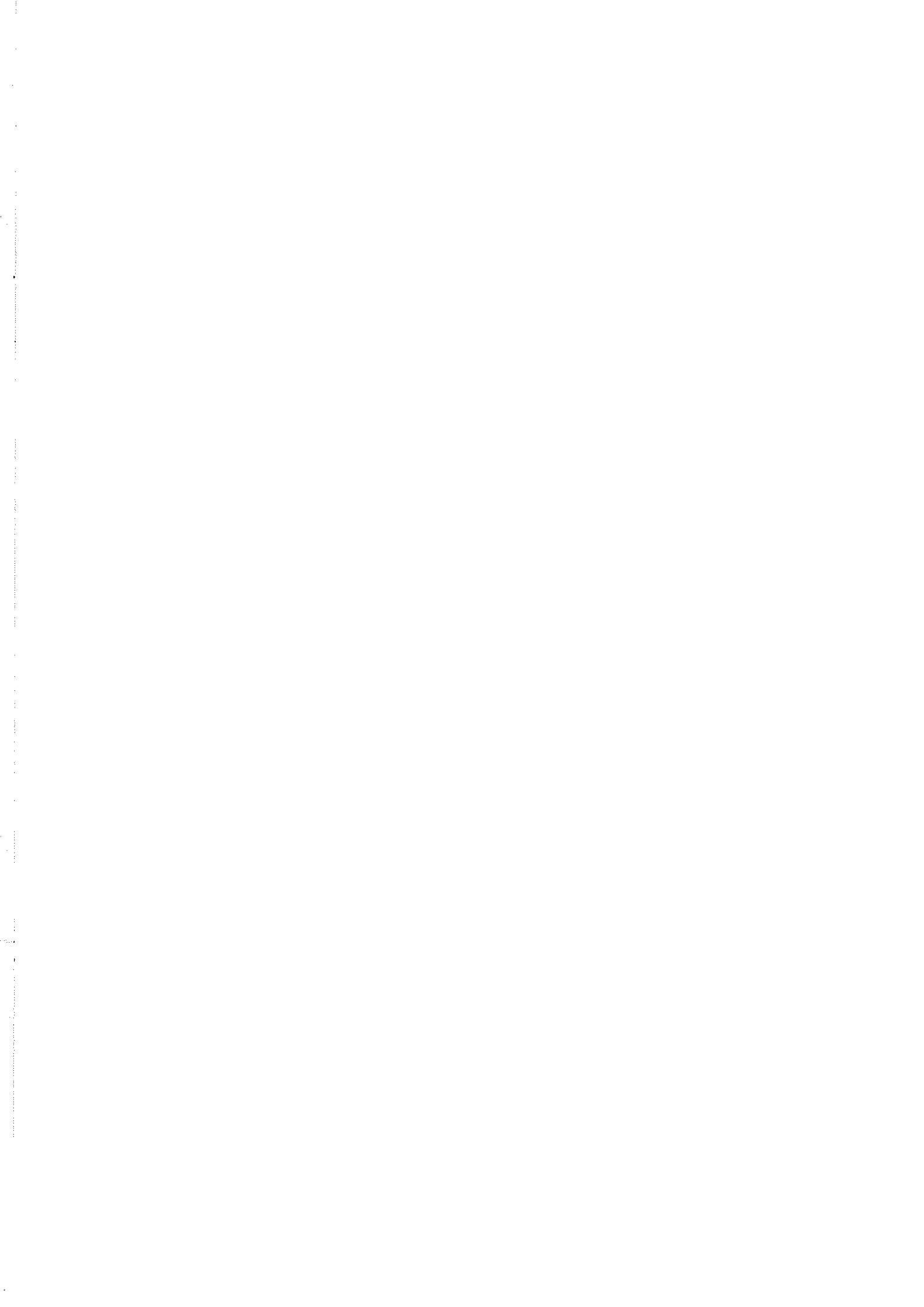
Le mollusque qui intervient dans la transmission de cette parasitose est généralement *Lymnaea truncatula*, plus connue sous le nom vernaculaire de Limnée tronquée. Cette dernière supporte mal la présence d'autres espèces appartenant, soit à la même famille qu'elle (celle des Lymnaeidae), soit à d'autres groupes de mollusques aquatiques. D'après ØKLAND (1990), si d'autres limnées comme *Lymnaea glabra* ou *L. ovata* vivent dans les mêmes habitats que *L. truncatula*, leur présence tend à exclure ce dernier mollusque. C'est l'une des raisons pour lesquelles *L. truncatula* se rencontre à la périphérie d'un système hydrographique en colonisant des milieux dans lesquels les autres espèces ne peuvent pas vivre (MOENS, 1991). C'est ainsi que dans le département de la Haute-Vienne, les habitats préférentiels de *L. truncatula* sont localisés à l'extrémité la plus distale ("aveugle") des rigoles de drainage superficiel ou à celle des rigoles d'écoulement naturel de l'eau dans les prairies marécageuses sur sol acide (VAREILLE-MOREL *et al.*, 1999).

Cependant cette concurrence n'est pas à sens unique. Si des espèces vivant dans les sources, comme les bythinelles, sont présentes, elles tendent à déplacer les éventuelles Limnées tronquées vers l'aval du cours d'eau (VAREILLE-MOREL, 1986). Il existe, de plus, une discordance marquée entre les effectifs de ces deux taxons, avec une densité de plusieurs centaines d'individus au mètre carré pour les bythinelles alors que celle des *L. truncatula* est le plus souvent inférieure à 0,5 mollusque/m² (RONDELAUD, *communication personnelle*). On peut se demander par quel mécanisme agissent les bythinelles pour déplacer les *L. truncatula* lorsque l'on sait que la taille entre les deux espèces n'est pas la même (2 à 3 mm de hauteur pour une bythinelle, 12 mm pour *L. truncatula* adulte). Pour comprendre cette discordance, il nous a paru intéressant de réaliser une étude écologique sur les bythinelles de la Haute-Vienne.

La problématique à l'origine de notre travail de recherche correspond aux deux questions suivantes :

- 1) Les populations de bythinelles vivant sur sol acide ont-elles les mêmes caractéristiques dans leur écologie ?

- 2) Peut-on identifier les espèces locales de bythinelles en se basant sur les seules données biométriques ?



Nous nous sommes proposé de répondre à cette problématique en effectuant au cours de l'année 2000 des prélèvements sur 29 populations de bythinelles vivant dans la région du Limousin et à la mesure de leurs coquilles au laboratoire.

Les résultats obtenus sont regroupés dans ce mémoire de thèse. Pour les présenter, nous avons adopté le plan suivant :

- Le chapitre premier dresse un bilan des connaissances que l'on possède à l'heure actuelle sur les populations françaises de cette famille. Nous y avons inclus, en particulier, les quelques données que l'on possède sur les populations de bythinelles en Haute-Vienne.

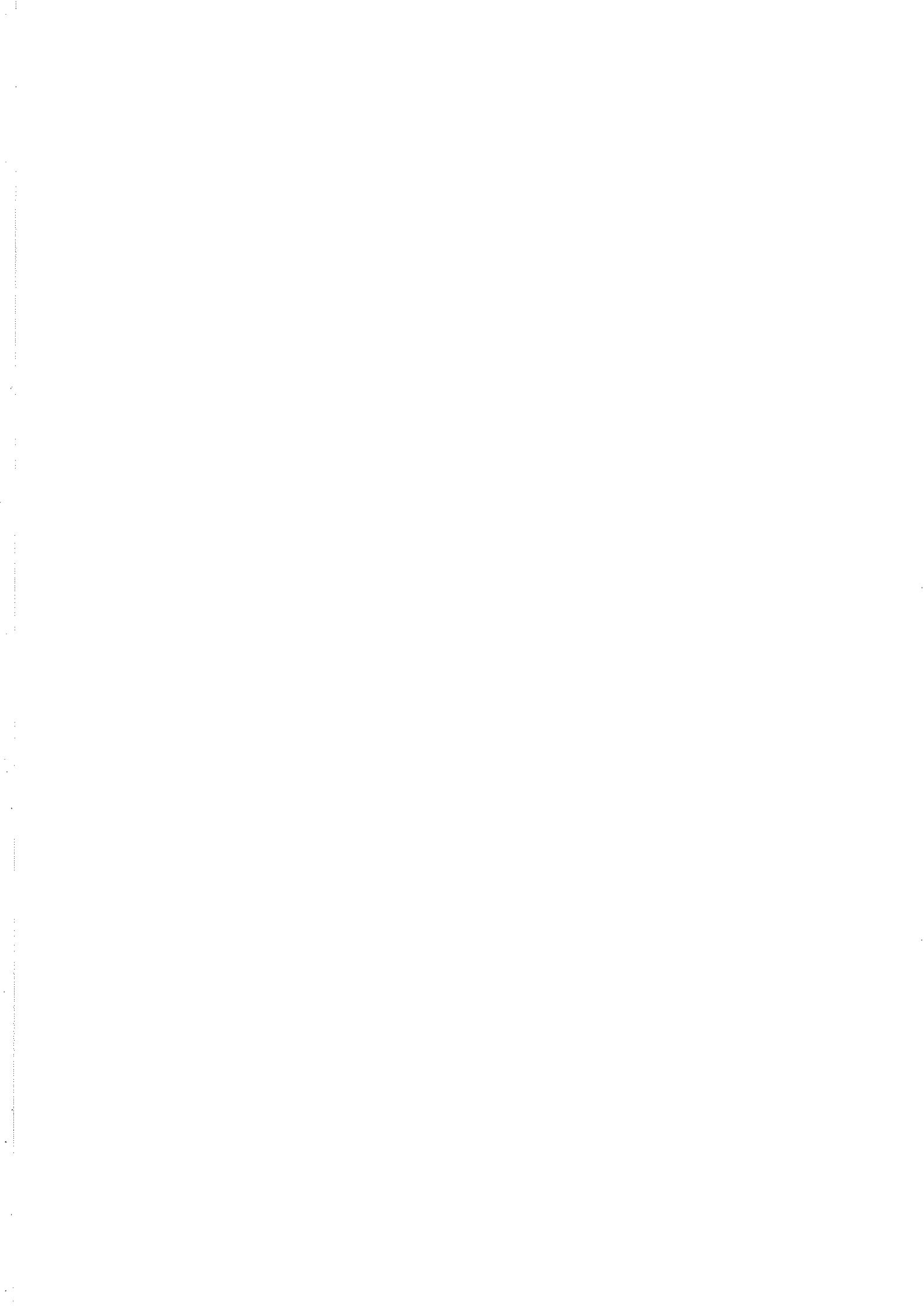
- Le chapitre deuxième présente les stations d'étude, le protocole des investigations, la méthodologie, les paramètres et les tests statistiques utilisés dans ce travail.

- Le chapitre troisième détaille les valeurs des paramètres après leur mesure sur 1200 coquilles de bythinelles appartenant à deux populations.

- Le chapitre quatrième expose les données sur la hauteur et la largeur des coquilles provenant de 29 populations.

- Le dernier chapitre compare les résultats obtenus avec ceux que l'on possède à l'heure actuelle dans la littérature sur ce groupe.

Deux annexes à la fin du mémoire présentent les coordonnées géographiques des stations où vivent les populations de bythinelles et les valeurs moyennes des six paramètres mesurées sur leurs coquilles.



LES BYTHINELLES

Le but de ce chapitre est de présenter les principales caractéristiques d'un groupe, encore mal connu, tant par les chercheurs amateurs que par les spécialistes (malacologues). Nous proposons ici une synthèse des connaissances sur ce groupe des bythinelles bien qu'elles fassent encore l'objet de remaniements à l'heure actuelle, ne serait-ce que pour la nomenclature.

Les deux premiers paragraphes sont consacrés à la position systématique des bythinelles et à leur répartition sur le territoire français. Les principales données biologiques sont fournies dans la troisième subdivision. Le dernier temps de cet exposé est consacré aux populations de bythinelles que l'on rencontre en Haute-Vienne.

I. - LEUR POSITION SYSTÉMATIQUE.

La classification des Mollusques, proposée par GRASSÉ en 1961, évolue au fur et à mesure des découvertes scientifiques. Aussi, les données rapportées dans le paragraphe ci-dessous sont susceptibles de changements selon les auteurs de référence.

A. *DANS L'EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES.*

La position systématique des Hydrobiidae est indiquée sur la figure 1 (page suivante).

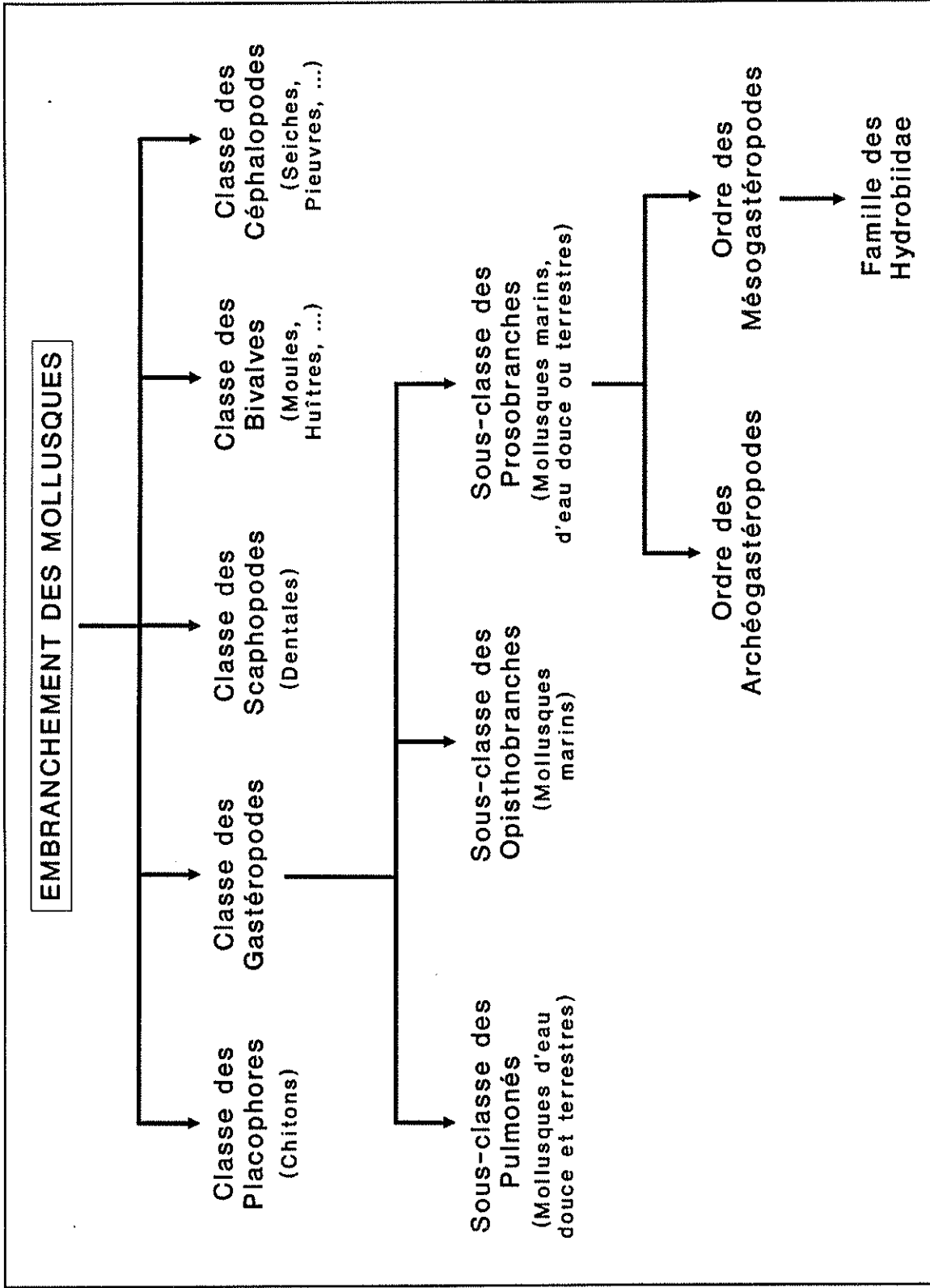


Figure 1.

La place de la famille des Hydrobiidae dans la systématique des Mollusques (d'après GERMAIN, 1930/1931 ; GLÖER et MEIER-BROOK, 1994).

Cinq classes de Mollusques sont reconnues à l'heure actuelle par les auteurs :

- 1) La première est celle des Placophores. Comme le nom du taxon l'indique la coquille de l'animal est constituée par plusieurs plaques calcaires, articulées l'une par rapport à l'autre. L'exemple le plus représentatif est celui des chitons qui vivent dans la zone intertidale (zone de balancement des marées). Ce groupe est le plus primitif du phylum.

- 2) La deuxième, qui nous intéresse dans le cadre de ce travail, est celle des Gastéropodes. La coquille est constituée d'une seule pièce. Elle est le plus souvent spiralée, avec un enroulement dextre ou sénestre selon les espèces considérées. A côté des espèces marines, figure un certain nombre de mollusques terrestres ou aquatiques appartenant aux sous-classes des Prosobranches et des Pulmonés. Les Gastéropodes constituent l'un des plus importants dans l'embranchement des mollusques.

- 3) Les Scaphopodes constituent le troisième groupe. Représentés essentiellement par les dentales, la coquille se présente sous la forme d'un tube arqué. Ce groupe est peu représenté parmi les mollusques. Toutes les espèces de cette classe appartiennent au milieu marin.

- 4) Les Bivalves, encore appelés Lamellibranches, forment un groupe à part. Comme leur nom l'indique, la coquille de ces espèces comprend deux valves reliées entre elles par une charnière conjonctive. Le terme Lamellibranche se réfère au mode de respiration, assuré par de nombreuses lamelles branchiales. Toutes les espèces vivent dans l'eau. Elles regroupent quelques mollusques dulcicoles (comme les pisidies, les sphéries ou les anodontes) mais la plupart d'entre elles sont marines.

- 5) La dernière classe est celle des Céphalopodes. C'est le groupe des calmars, des pieuvres et des seiches. Comme on peut le supposer, ces animaux sont nageurs et possèdent des bras rétractiles au nombre de huit ou dix selon les espèces. La plupart d'entre eux ont un endosquelette plus ou moins développé. Parmi les taxons figurant dans cette classe, les pieuvres seraient les représentants les plus évolués d'un point de vue phylogénétique.

Comme on peut le constater, l'embranchement des Mollusques est très diversifié car il regroupe des espèces qui diffèrent par leur évolution, leur coquille et leur type d'habitat.

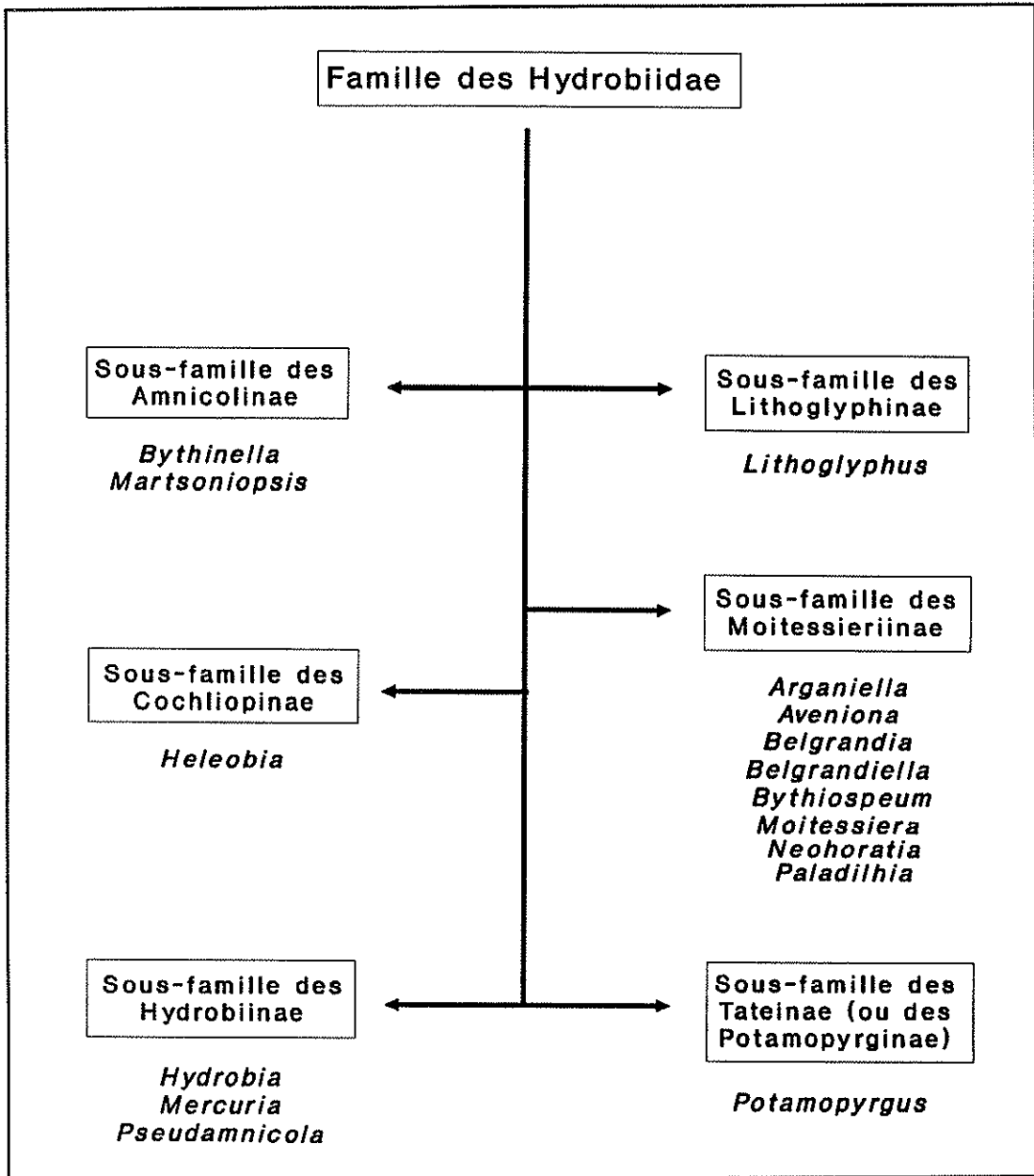


Figure 2.

Liste provisoire des genres qui appartiennent à la famille des Hydrobiidae (d'après GLÖER et MEIER-BROOK, 1994; BERTRAND et JOURDE, 2000).

B. DANS LA FAMILLE DES HYDROBIIDAE.

La plupart des représentants figurant dans ce taxon ont changé de classification au cours du siècle écoulé. Comme la position systématique de ces espèces n'est pas la même selon les auteurs qui l'ont étudiée, nous avons dressé, sur la figure 2, une liste des sous-familles et des principaux genres.

De nombreux genres¹ font partie des Hydrobiidae, avec des espèces dulcicoles ou vivant en eau saumâtre.

Parmi les premières, figurent des animaux appartenant aux genres *Belgrandia*, *Bythinella* et *Moitessiera* (pour ne citer que les plus abondants en espèces). Toutes ces espèces sont de petite taille, avec une coquille ne dépassant pas 5 mm de hauteur.

A ces représentants, il faut associer le genre *Hydrobia* sensu stricto, qui ne comporte que des espèces vivant en eau saumâtre.

Ce qui frappe dans cette famille, c'est la multiplicité des genres qui en font partie alors que les familles proches des Bithyniidae, des Valvatidae et des Viviparidae n'en comportent qu'un seul.

II. - LA RÉPARTITION DES BYTHINELLES EN FRANCE.

Les informations rapportées dans ce paragraphe ne sont qu'indicatives et seront probablement à revoir en fonction des données fournies par les chercheurs.

A. D'APRÈS LA SYNTHÈSE DE GERMAIN (1930/1931).

Le tableau I (page suivante) présente les espèces identifiées par cet auteur en fonction de leur répartition.

¹ - La systématique des Hydrobiidae est à l'heure actuelle en cours de révision. Aussi les informations rapportées dans ce paragraphe peuvent-elles évoluer en fonction des critères proposés par les spécialistes de cette famille dans les années à venir.

Espèce		Répartition en France
Espèces assez communes	<i>B. abbreviata</i>	Nombreux sites en France
	<i>B. brevis</i>	Dans l'Est et le Midi
	<i>B. ferussaci</i>	Dans le Sud-ouest
	<i>B. reyniesi</i>	Dans les Pyrénées
	<i>B. viridis</i>	Dans l'Est
Espèces présentes dans certains sites	<i>B. anianensis</i>	Hérault
	<i>B. armoricana</i>	Loire-Atlantique
	<i>B. bicarinata</i>	Dordogne
	<i>B. bourguignati</i>	Aube
	<i>B. carinulata</i>	Côte-d'Or
	<i>B. conoidea</i>	Midi
	<i>B. darrieuxi</i>	Pyrénées-Atlantiques
	<i>B. desmoulinsi</i>	Dordogne
	<i>B. opaca</i> et formes voisines ^a	Sites peu nombreux dans divers départements
	<i>B. perrisi</i>	Midi
	<i>B. pupoides</i>	Ain, Corse
	<i>B. pyrenaica</i>	Hautes-Pyrénées
	<i>B. rufescens</i>	Dordogne, Pyrénées
	<i>B. saxatilis</i>	Midi
<i>B. schmidtii</i>	Meuse	
<i>B. sorgica</i>	Vaucluse	
<i>B. turgida</i>	Est de la France	

^a. *B. curta*, *B. eutrepha*, *B. gaudefroyi*, *B. ligurica* et *B. rubiginosa*.

Tableau I.
Les espèces de *Bythinella* que GERMAIN (1930/1931) a colligées dans sa revue sur les mollusques aquatiques en France.

Vingt-sept espèces (en comptant celles qui sont voisines de *B. opaca*) ont été décrites sur l'ensemble du territoire français. S'y ajoutent sept variétés qui ne sont pas référencées dans le tableau I.

Cinq bythinelles semblent avoir une assez large répartition. C'est le cas de :

- de *B. abbreviata* que les auteurs ont signalée dans un certain nombre de sources dans l'Ain, l'Aveyron, la Haute-Garonne, les Hautes-Pyrénées, l'Hérault, le Jura, le Lot-et-Garonne, la Nièvre, le Rhône et la Vienne.

- de *B. brevis* dans les Alpes-Maritimes, la Creuse, l'Hérault, le Jura, les Pyrénées-Orientales et le Var,

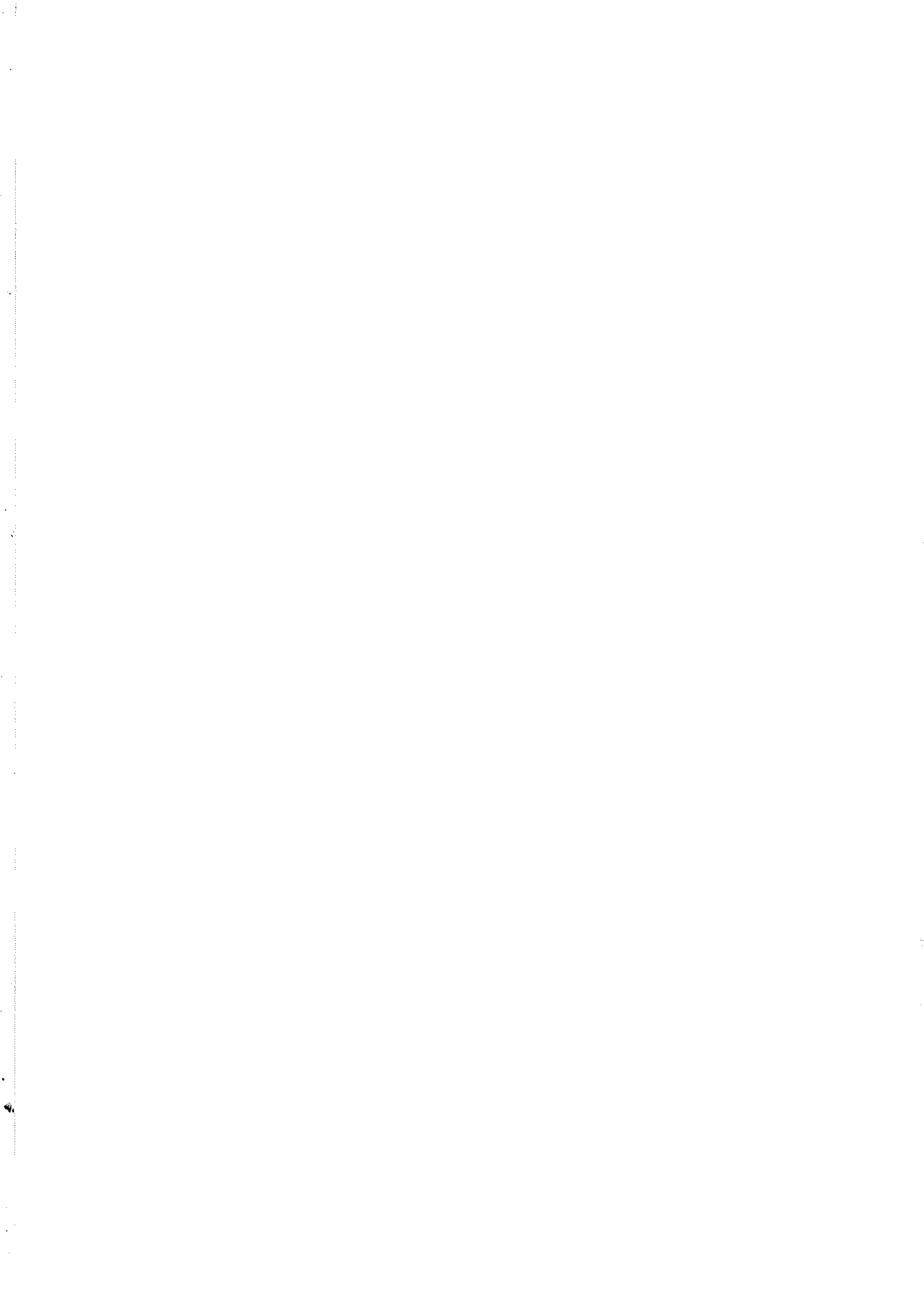
- de *B. ferussaci* communément répandu dans tout le Sud-ouest. Elle a été citée également dans le Haut-Rhin, le Maine-et-Loire et la Sarthe.

- de *B. reyniesi* dans la région pyrénéenne (Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Pyrénées-Orientales) ainsi que dans la Creuse.

- et de *B. viridis* dans le Nord et l'Est de la France, et plus précisément dans l'Aisne, l'Aube, la Côte-d'Or, la Haute-Marne, la Moselle, le Rhône, les Vosges ou l'Yonne.

Les 22 autres espèces ne se rencontrent que dans quelques sites et leur localisation, sauf pour les formes voisines de *B. opaca*, est indiquée sur le tableau I. Parmi celles-ci, il est intéressant de citer *B. carinulata* que GERMAIN (1930/1931) considère comme commune dans la Côte-d'Or ou de *B. turgida* qui vit dans quelques sites de l'Aisne, de l'Aube, de la Côte-d'Or et du Var. La plupart des autres bythinelles n'ont été rencontrées que dans une seule station.

Dans sa revue, GERMAIN (1930/1931) souligne l'extrême polymorphisme de ces petits mollusques, avec une grande variation des caractéristiques conchyologiques d'une source à l'autre. Dans ces conditions, l'auteur indique que les espèces admises comme telles dans la première moitié du XXème siècle "ne sauraient avoir qu'une valeur provisoire". Il en résulte que la systématique française des bythinelles pose un problème depuis 1930/1931 et qu'elle sera donc sujette à des révisions ultérieures.



B. D'APRÈS DES DONNÉES PLUS RÉCENTES.

Nous nous sommes servi de la synthèse que BERNASCONI (2000) a faite sur 237 populations de bythinelles appartenant à 26 espèces. Ces colonies ont été récoltées dans différents secteurs du Midi, des Pyrénées et du Centre-Ouest.

Le tableau ci-dessous schématise les conclusions de cet auteur :

Complexe (ou groupe) d'espèces	Nombre d'espèces	Répartition
<i>Bythinella ferrussina</i>	4	Charente-Maritime, Gironde
<i>B. moulinsi</i>	7	Allier, Charente, Deux-Sèvres, Haute-Vienne, Vienne
<i>B. reyniesi</i>	6	Aveyron, Lozère, Chaîne pyrénéenne
<i>B. rubiginosa</i>	9	Midi et Pyrénées

Comme on peut le voir à la lecture de ce tableau, les taxons identifiés par cet auteur se répartissent en quatre complexes, à savoir *B. ferrussina*, *B. moulinsi*, *B. reyniesi* et *B. rubiginosa*. A l'intérieur de chaque complexe, un certain nombre d'espèces *sensu stricto* ont été décrites et l'auteur se base sur la biométrie de la coquille, l'anatomie du corps et la répartition géographique pour reconnaître ces différents taxons.

La classification proposée par BERNASCONI avec quatre complexes et des espèces pose encore un problème. Dans ces conditions, on peut se demander quel est le statut véritable de ces populations : s'agit-il vraiment d'espèces au sens précis du terme ou encore de variétés écologiques car il ne faut pas oublier que les populations de bythinelles sont assez isolées les unes des autres en ce sens qu'elles vivent dans les sources comme nous le verrons plus loin.

La classification proposée par BERNASCONI (2000) paraît donc être provisoire et sera donc sujette à révision dans les années ultérieures, notamment si des techniques plus modernes de systématique, comme l'électrophorèse des protéines, sont pratiquées sur ce groupe particulier de mollusques.

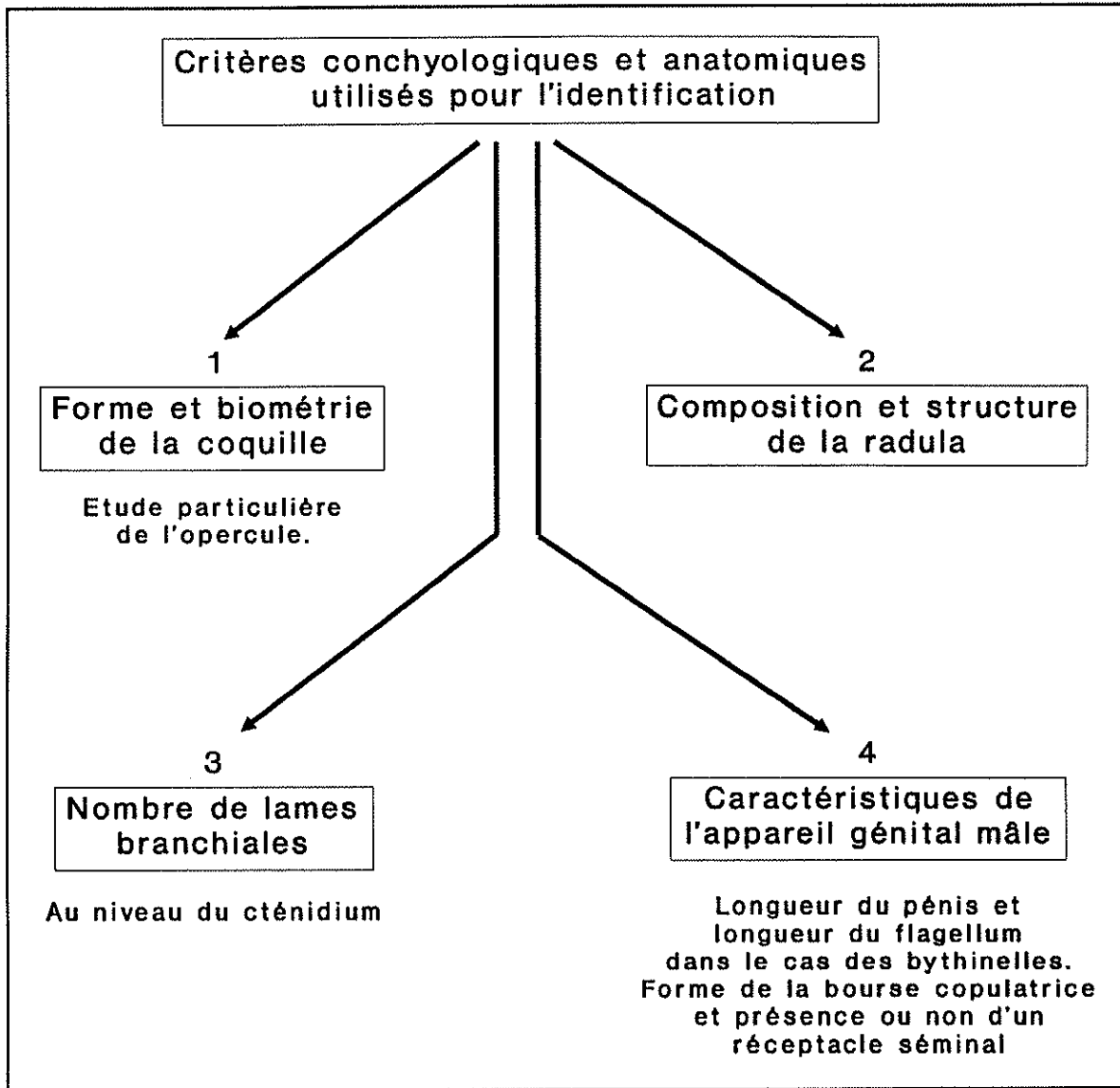
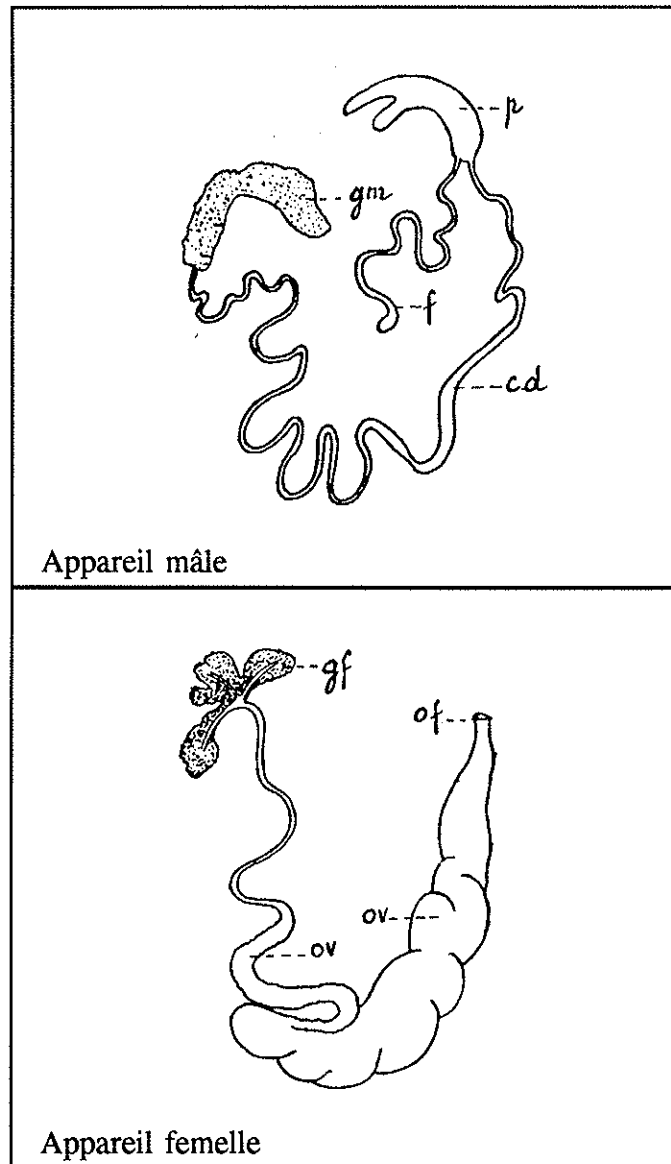


Figure 3.
Les critères utilisés par de nombreux malacologues
pour identifier les espèces de Mollusques.



Appareil mâle

Appareil femelle

Figure 4.
L'appareil génital mâle de *Bythinia tentaculata*
(d'après GERMAIN, 1930/1931).

Appareil mâle : cd (canal déférent). f (flagellum). gm (gonade mâle).
p (pénis). Appareil femelle : gf (gonade femelle). of (orifice génital
femelle). ov (oviducte).

II. - LES CARACTÉRISTIQUES BIOLOGIQUES DES BYTHINELLES.

A. LES CRITÈRES UTILISÉS POUR LEUR IDENTIFICATION.

Ils sont de plusieurs types. Deux d'entre eux sont très anciens et concernent la morphologie de la coquille et la composition de la radula (l'appareil masticatoire du mollusque). Les deux autres sont plus récents et concernent la nombre de lamelles branchiales et la constitution de l'appareil génital mâle. Ces différents critères sont présentés sur la figure 3.

La forme de la coquille a été longtemps considérée comme le principal critère pour identifier les mollusques à tel point qu'une science, la conchyologie, en est issue. Dans le cas des gastéropodes, plusieurs dimensions sont mesurées comme la hauteur totale de la coquille, le diamètre du dernier tour, ou encore la hauteur et la largeur de l'ouverture. Dans le cas des Prosobranches, la forme de l'opercule est également concernée. D'autres points, comme la présence de plis sur la coquille, ... peuvent également être pris en compte.

La radula présente des variations selon l'espèce du mollusque. Cet organe comprend des dents siliceuses disposées de manière longitudinale et transversale si bien que GERMAIN (1930/1931) caractérise celles-ci par une formule :

$$\begin{aligned} &(\text{dents marginales}) + (\text{dents latérales}) + (\text{dents centrales}) + \\ &(\text{dents latérales}) + (\text{dents marginales}) \end{aligned}$$

Les lamelles branchiales sont également comptées dans le cas des Prosobranches. Leur nombre sur le cténidium fournit une indication supplémentaire pour identifier les espèces.

L'étude de l'appareil génital est nettement plus récente que celle des critères précités. Ce sont surtout les organes mâles qui permettent l'identification, notamment la longueur du pénis et celle du flagellum (voir la fig. 4), ou la forme du réceptacle séminal s'il est présent.

Des critères plus modernes font appel à d'autres techniques comme l'électrophorèse des protéines ou encore l'amplification génique ("Polymerase-chain reaction" ou P.C.R.).

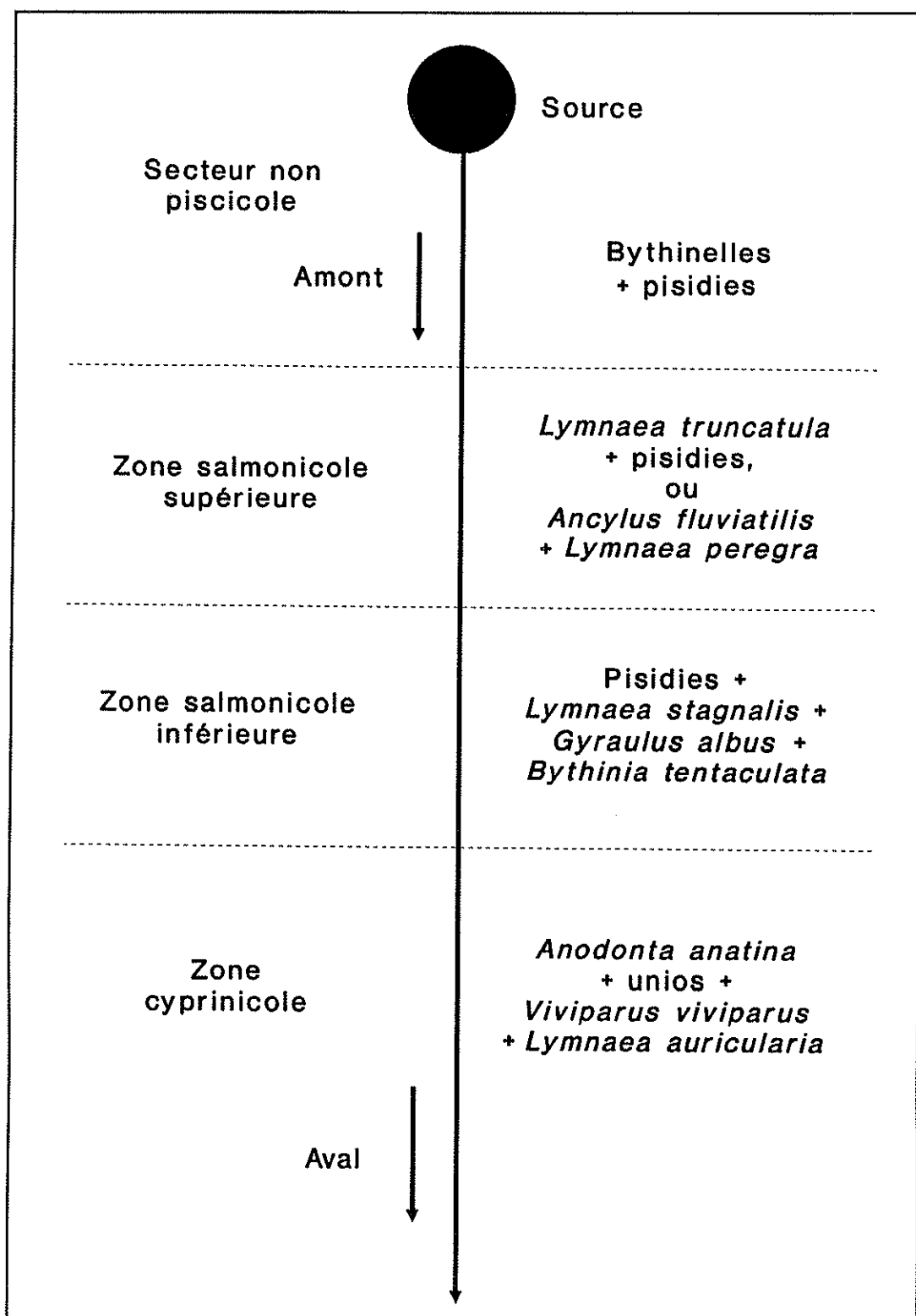


Figure 5.
Schéma montrant la distribution des mollusques dulçaquicoles le long d'un réseau topographique (d'après MOUTHON, 1980).

B. LEURS HABITATS.

Nous nous sommes servi des travaux de MOUTHON (1980, 1981). Même si ces études ont été menées sur plusieurs cours d'eau du Jura, elles ont le mérite de préciser le niveau typologique des bythinelles par rapport à l'ensemble d'un réseau hydrographique.

La figure 5 résume les résultats de MOUTHON (1980) et précise la distribution des principaux mollusques aquatiques dans un cours d'eau par rapport aux principaux secteurs piscicoles. La lecture de ce schéma permet les remarques suivantes :

- 1) Les différentes espèces de bythinelles rencontrées par l'auteur et une pisidie (Mollusque Bivalve) font partie du "groupement des sources". D'après MOUTHON (1980), l'association entre ces espèces est constante mais il n'y a qu'une seule espèce de bythinelle par source. Le secteur où vit ce groupement fait partie des zones non piscicoles.

- 2) La zone située plus en aval est colonisée par d'autres mollusques. L'un des deux groupements est constitué par *Lymnaea truncatula* et deux autres espèces de pisidies. Une autre association, parfois mêlée aux taxons précités, est celle d'*Ancylus fluviatilis* et de *Lymnaea peregra*. Ces cinq mollusques se rencontrent dans la zone salmonicole supérieure, c'est-à-dire dans le bassin supérieur de ces cours d'eau.

- 3) Si l'on descend plus en aval, la zone salmonicole inférieure est peuplée par plusieurs autres espèces de pisidies, par des Pulmonés comme *Lymnaea stagnalis* et *Gyraulus albus*, et par un Prosobranché : *Bythinia tentaculata*. Ce groupement vit dans la zone de transition entre les secteurs salmonicole et cyprinicole.

- 4) Enfin, le secteur le plus bas dans le cours d'eau (zone cyprinicole) est colonisé par un ensemble d'espèces au nombre desquelles dominant les Bivalves comme l'anodonte (*Anodonta anatina*) et des unios. D'autres mollusques sont également présents comme *Viviparus viviparus* (Prosobranché) et *Lymnaea auricularia* (Pulmoné).

La densité des bythinelles peut être élevée dans les sources. D'après MOUTHON (1994), la densité moyenne des bythinelles est de 10 par prélèvement (superficie : de 0,5 à 3 m²), avec une valeur maximale de 1100.

C. LEUR BIOLOGIE.

La source à l'origine de notre synthèse est celle que GERMAIN (1930/1931) a fournie pour décrire ces espèces dans sa revue sur les Mollusques continentaux et aquatiques de la France.

Les bythinelles sont de petite taille car la coquille de la plupart d'entre elles ne dépasse pas 3 mm de longueur pour une largeur de 1,5 à 2 mm. Cette protection est de forme ovale, oblongue ou subcylindrique avec un sommet toujours obtus. Les tours de spire sont arrondis ou carénés selon les espèces. L'ouverture se prolonge par un opercule corné. La planche A (page suivante) montre un exemple de bythinelle récolté dans le département de la Haute-Vienne.

D'après GERMAIN (1930/1931), l'anatomie de ces petits mollusques a été peu étudiée. Cet auteur décrit les bythinelles comme possédant une tête semi-ovale avec un muflle bilobé vers l'avant. Les tentacules sont longs, grêles et filiformes, avec les yeux situés à leur base externe sur une saillie marquée. Le pied est simple, arrondi dans sa partie antérieure et rétréci à l'arrière. La sole (surface basale du pied) est souvent unicolore.

L'appareil génital de ce groupe est assez identique à celui que nous avons présenté sur la figure 4 pour *Bithynia tentaculata*. Les sexes sont séparés, ce qui indique qu'il y a des individus mâles et des individus femelles (à l'inverse de la plupart des autres espèces de Gastéropodes). L'orifice génital du mâle se situe à droite de l'animal et comprend un pénis bifide qui est placé derrière le tentacule droit. L'orifice de la femelle se situe sous le collier. Le cycle de reproduction est inconnu chez la plupart des espèces. Tout au plus, peut-on indiquer que les oeufs sont petits, hyalins et qu'ils sont fixés sur les corps flottants ou sur des substrats solides immergés.

La plupart des autres caractéristiques biologiques sont inconnues. C'est le cas de la croissance et de la longévité (MOUTHON, 1980). Les données sur leur régime alimentaire sont assez fragmentaires: on pense que ces espèces se nourrissent d'algues probablement unicellulaires. Le fait de vivre dans des sources assez froides (souvent inférieures à 14° C dans le cas de la Haute-Vienne) doit influencer probablement sur le comportement et les déplacements de ces "mini"-mollusques dans leurs habitats.

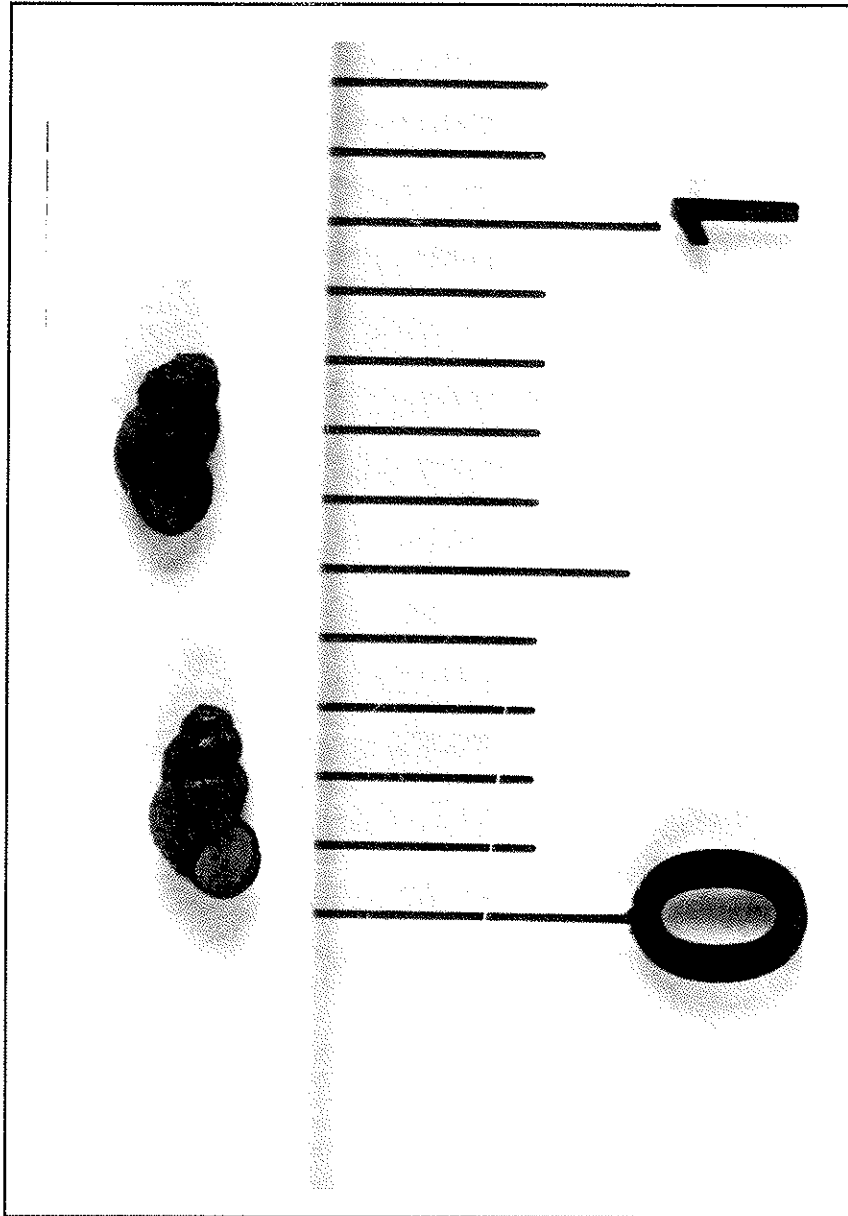


Planche A.

Vue générale de *Bythinella vimperei* vivant à Laurière, (Haute-Vienne).
La détermination a été effectuée par M. BERNASCONI (Suisse).



III. - LES BYTHINELLES DANS LE LIMOUSIN SILICEUX.

A. LES PROBLÈMES D'IDENTIFICATION.

La plupart des bythinelles qui vivent sur sol acide dans la région du limousin ont été identifiées sous le nom de *Bythinella abbreviata*. Mais depuis la révision de BERNASCONI (2000), cette espèce regrouperait, en réalité, des taxons différents comme on peut le juger à la lecture du tableau ci-dessous :

Taxons nouveaux	<i>Bythinella vimperei</i>	<i>Bythinella rondelaudi</i>
Hauteur de la coquille.	2,27 ± 0,12 mm	2,76 ± 0,25 mm
Diamètre du dernier tour de spire.	1,32 ± 0,08 mm	1,63 ± 0,12 mm
Hauteur du dernier tour.	1,68 ± 0,07 mm	1,70 ± 0,09 mm
Longueur de l'opercule.	0,92-0,98 mm	0,93-1,07 mm
Largeur de l'opercule.	0,61-0,66 mm	0,62-0,76 mm
Structure de la radula :		
- Dents centrales.	(5) 4 + 1 + 4 (5)	(5) 4 + 1 + 4 (5)
	/ (2)1 + 1 (2)	/ (2)1 + 1 (2)
- Dents latérales.	4 + 1 + 4	4 + 1 + 4
Rapport entre la longueur du pénis et la longueur du flagellum.	1,2/1	1,4/1
Flagellum.	2,5 mm, replié 9 fois	2,1 mm, replié 8 fois
Bourse copulatrice.	0,42 mm	0,35 mm

Comme on le voit à la lecture de ces données, les deux taxons identifiés par BERNASCONI (2000) sont assez proches l'un de l'autre par la biométrie, la structure de la radula (qui est identique dans les deux cas) ou par les caractéristiques de l'appareil génital. Si l'on résume, *B. rondelaudi* aurait une coquille plus grande que celle de *B. vimperei* mais posséderait un appareil génital mâle plus petit.

D'après l'auteur, ces taxons font partie d'un complexe d'espèces, à savoir :

- *B. moulini* pour *B. vimperei*. Ce complexe a été signalé dans l'Allier, la Charente, les Deux-Sèvres, la Vienne et la Haute-Vienne.

Secteur d'étude		Nombre de stations avec des bythinelles (sur le nombre total de sites étudiés)	Pourcentage de bythinelles par rapport à l'ensemble des mollusques récoltés
Basse-Marche	Prairies de vallée	2 (sur 8)	0,3 %
	Jonchaies de pente	1 (sur 8)	5,3 %
Monts d'Ambazac	Prairies de vallée	2 (sur 8)	0,3 %
	Jonchaies de pente	0 (sur 8)	0 %
Plateaux de la Vienne	Prairies de vallée	1 (sur 8)	0,3 %
	Jonchaies de pente	3 (sur 8)	0,3 %

Tableau II.

La fréquence des bythinelles dans trois secteurs de la Haute-Vienne (d'après les données de DIDIER, 1986 et de DIDIER et RONDELAUD, 1988).

- *B. rubiginosa* pour *B. rondelaudi*. Ce complexe est surtout répandu dans la région Midi-Pyrénées.

Il ressort de cette première approche qu'il existe probablement d'autres taxons -encore non identifiés- parmi les bythinelles du Limousin siliceux.

B. LEUR FRÉQUENCE.

Nous nous sommes servi de la thèse de DIDIER (1986) pour écrire ce paragraphe. Même si les données de cet auteur sont incomplètes car elles ne portent que sur *B. abbreviata*, elles ont le mérite de fournir une indication sur la présence des bythinelles -toutes les espèces étant confondues- dans trois secteurs de la Haute-Vienne et sur l'abondance de leurs populations.

Si l'on considère les prairies situées dans le fond de vallées et parcourues par diverses sources, les populations de bythinelles sont assez fréquentes, quel que soit le secteur géographique : un total de 5 stations (sur 24 sites étudiés). Les colonies semblent assez faibles en individus car elles ne représentent que 0,3 % des mollusques récoltés dans ces prairies, quelle que soit leur espèce.

Par contre, dans les jonchaies de pente, les résultats diffèrent selon le secteur géographique. Les bythinelles n'ont pas été retrouvées par DIDIER (1986) dans les monts d'Ambazac. Elles sont rares (1 seul site) dans la Basse-Marche et légèrement plus fréquentes sur les Plateaux de la Vienne. Les populations diffèrent également. Si le pourcentage est seulement de 0,3 % sur les Plateaux de la Vienne, il atteint 5,3 % dans la jonchaie de la Basse-Marche.

Les chiffres rapportés dans le tableau II sont cependant à moduler car l'étude de DIDIER (1986) n'a porté que sur un échantillonnage de prairies ou de jonchaies choisies au hasard dans un secteur géographique. Les valeurs ne peuvent donc pas être généralisées à l'ensemble de la zone considérée. Il en ressort que ces chiffres ne donnent qu'une indication ponctuelle sur les populations de bythinelles dans le Limousin siliceux et qu'il faut refaire le même type d'étude sur la totalité des stations se situant sur un réseau hydrographique par exemple.

Paramètres	Rigole de drainage superficiel, découpée en tranches de 3 m de longueur								
	Amont								Aval
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	24-27
Effectif de bythinelles/m ²	0	14	224	113	23	4	0	0	0
Effectif de <i>Lymnaea truncatula</i> /m ²	0	0	0	1	5	9	13	11	8
Hauteur de coquille de <i>L. truncatula</i> :									
- génération de printemps	0	0	0	2	2-3	1-3	1-3	1-3	1-3
- génération transhivernante	0	0	0	0	0	0	5-7	5-8	5-7

Tableau III.

La distribution numérique des bythinelles et de *Lymnaea truncatula* dans des rigoles de drainage superficiel à La Chabasse, commune de Saint-Priest-Taurion (Haute-Vienne) en juin 1974 (d'après M. RONDELAUD, *communication personnelle*).

Paramètres	Rigole de drainage superficiel, découpée en tranches de 5 m de longueur								
	Amont								Aval
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	35-40	40-45	45-50
Effectif de bythinelles/m ²	0	2	112	44	3	2	0	0	0
Effectif de <i>Lymnaea truncatula</i> /m ²	0	0	0	0	3	17	28	22	18
Hauteur de coquille de <i>L. truncatula</i> :									
- génération de printemps	0	0	0	0	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
- génération transhivernante	0	0	0	0	0	0	5-6	5-6	5-6

Tableau IV.

La distribution numérique des bythinelles et de *Lymnaea truncatula* dans des rigoles de drainage superficiel au Châtaignier, commune de Peyrat-de-Bellac (Haute-Vienne) en mai 1977 (d'après M. RONDELAUD, *communication personnelle*).

C. BYTHINELLES ET *Lymnaea truncatula*.

Les informations sur ce point sont rares et localisées seulement à deux ruisseaux de la Haute-Vienne. Nous avons transcrit sur les tableaux III et IV des données fournies par le laboratoire d'accueil en rapport avec la période 1974-1977.

De ces deux illustrations, nous pouvons dégager les points suivants :

- 1) Les bythinelles et la Limnée tronquée occupent des aires séparées sur un cours d'eau courante, même si les aires occupées par ces espèces se chevauchent dans les zones frontière.

- 2) La population de bythinelles ne semble pas être affectée par la présence de *L. truncatula*. Ce n'est pas le cas pour cette dernière espèce : les effectifs de celle-ci sont très faibles dans la zone de chevauchement et nettement plus importants en aval.

- 3) Les Limnées tronquées présentes dans la zone de chevauchement sont des juvéniles ne dépassant pas 2 ou 3 mm de hauteur. Par contre, dans l'habitat typique à *L. truncatula*, des adultes et des juvéniles s'y rencontrent selon la saison.

De ces données fragmentaires, on peut dégager le fait que les bythinelles concurrencent la Limnée tronquée dans les mêmes habitats selon un mécanisme qu'il importe d'élucider.

IV. - COMMENTAIRES.

Les rappels présentés ci-dessus peuvent se résumer de la manière suivante :

- Les bythinelles sont de petits mollusques qui vivent dans les sources ou dans le cours d'eau qui en sortent. Peu d'études ont été réalisées sur ce groupe.

- Il existe encore des problèmes d'identification pour ces mollusques comme l'atteste la révision récente de BERNASCONI (2000). Malgré cela, on peut se demander si les différentes populations étudiées sont des formes écologiques d'une espèce largement répandue ou s'il s'agit d'espèces nettement tranchées.

- Les données sur l'anatomie du mollusque et sa biologie sont encore assez fragmentaires. Si ces espèces sont à sexes séparés, on ignore encore les périodes de reproduction et le nombre de générations annuelles. La nutrition des mollusques pose encore problème.

- Les quelques observations réalisées dans la Haute-Vienne démontrent que les *B. abbreviata* identifiées jusqu'en 1990 correspondent en réalité à un éventail d'espèces plus large. Ces populations semblent rares dans le département et concurrencent les colonies de *L. truncatula* si celles-ci vivent dans le même cours d'eau.

Il ressort de cet exposé que nos connaissances sur ce groupe de mollusques sont encore limitées, quel que soit le domaine d'étude. Il nous paraît nécessaire de compléter certains points sur ces espèces avant d'aborder des études plus approfondies. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes attaché aux deux domaines suivants :

- 1) La biométrie de ces mollusques a été peu étudiée, même si elle est utilisée pour différencier les espèces entre elles. Dans ces conditions, on peut se demander s'il n'existerait pas une variabilité dans les dimensions de ces mollusques au cours de l'année par rapport à leur cycle de reproduction. La mesure de la coquille sur deux populations au moins paraît donc être intéressante pour tenter de répondre à cette question. Elle permettra, en plus, de préciser les périodes de reproduction et le nombre de générations annuelles pour ces espèces.

- 2) Ces espèces sont connues pour faire partie du "groupement des sources" (MOUTHON, 1980). Le problème soulevé dans le Limousin siliceux réside dans le fait que l'on ne retrouve pas ces bythinelles au point d'émergence d'une source, mais plus en aval. Il semble donc logique de déterminer où se situe l'habitat de ces bythinelles sur sol acide et de préciser les caractéristiques de ce dernier.

Les observations que nous avons réalisées dans la région du Limousin en 1999 et 2000 ont pour but de résoudre, tout au moins en partie, les points que nous avons soulevés dans les alinéas précédents.

Les résultats correspondant à ces recherches sont présentés dans les chapitres troisième et quatrième de ce mémoire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans ce chapitre, nous avons regroupé les informations communes à l'ensemble des observations que nous avons réalisées sur le terrain ou dans les conditions du laboratoire.

Le plan est classique de toute expérimentation. Les stations d'étude sont présentées dans le premier paragraphe. Les deux subdivisions suivantes résument les trois étapes du protocole et la méthodologie utilisée. Enfin, le dernier temps de cet exposé traite des paramètres qui nous ont servi au cours de ce travail et des tests statistiques.

I. - LES STATIONS D'ÉTUDE.

Elles se situent dans le département de la Haute-Vienne. Le choix de ces sites nous a été dicté par les trois raisons suivantes : a) la présence d'un cours d'eau permanent, même en été ce qui permet de faire des prélèvements au mois d'août, b) l'abondance des colonies (plus de 1000 individus chacune) et c) la faible distance entre ces sites et le laboratoire (moins de 40 km).

La figure 6 (page suivante) précise la localisation géographique de ces deux stations par rapport à la ville de Limoges. Les photographies de ces deux sites sont, d'autre part, fournies sur la planche B.



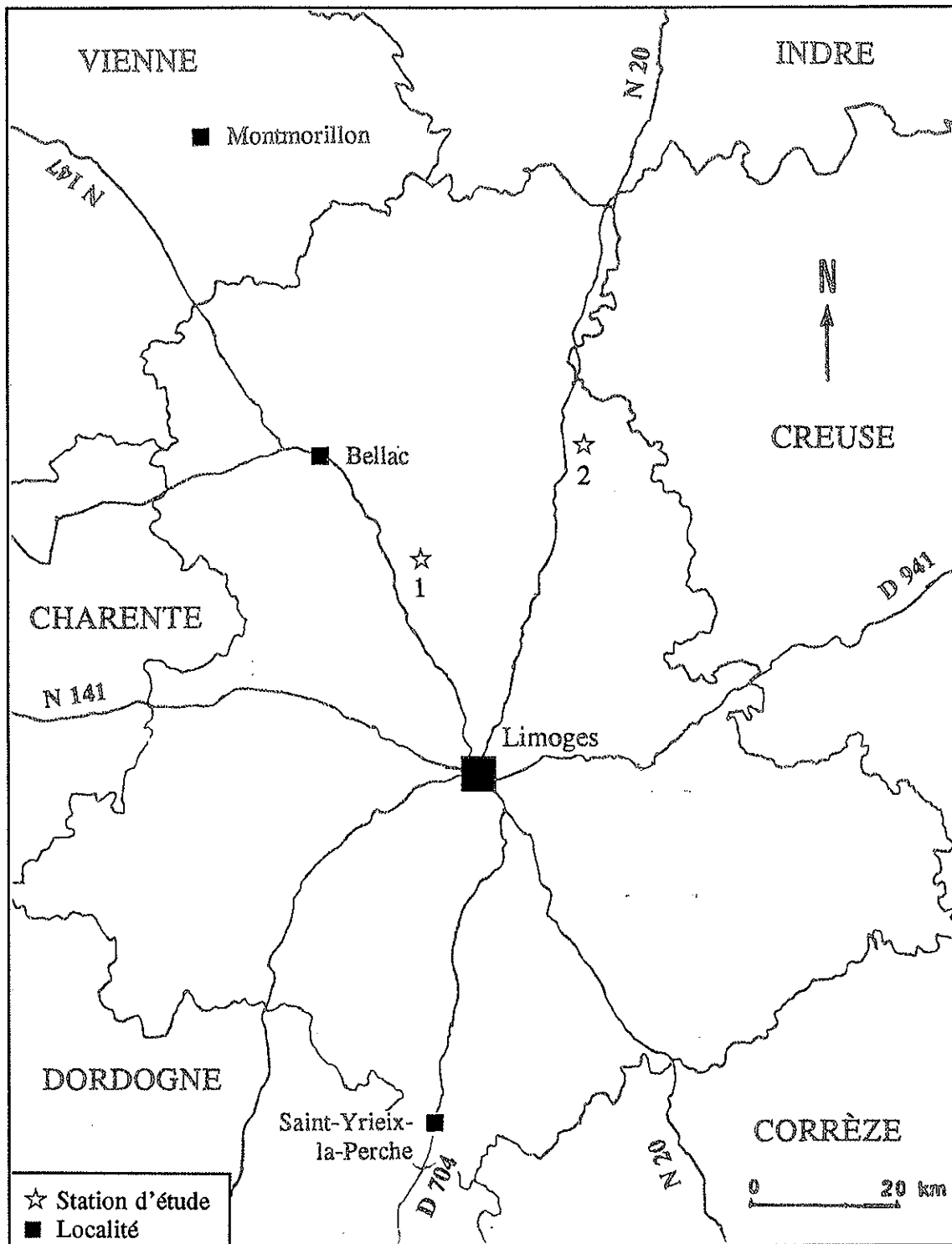


Figure 6.
 La localisation géographique des deux stations : Berneuil (1)
 et Fromental (2), dans le département de la Haute-Vienne.



1

2

Planche B.

Les deux stations d'étude dans le secteur nord de la Haute-Vienne :
Berneuil, à côté du Magaudoux (n° 1) et Fromental, à la Traverse (n° 2).
Crédit photo : Prof. G. DREYFUSS, faculté de Pharmacie de Limoges.

A. SITE DE BERNEUIL.

Il s'agit d'un fossé qui s'étend le long de la route D 38. Ce site est localisé à proximité de la ferme du Magaudoux sur la commune de Berneuil.

Le fossé est alimenté par une source qui s'ouvre dans la partie la plus haute de la route, au niveau d'un bouquet de saules. L'eau s'y écoule à la vitesse moyenne de 5 cm/sec (en avril) et la largeur de ce ruisseau ne dépasse pas 25 cm dans les endroits les plus étendus. Constitué de sable et de graviers, le lit présente par endroits des replats où l'eau circule plus lentement, séparés par des gorges plus profondes où le courant est plus rapide.

La végétation est constituée par *Apium nodiflorum* dans la partie moyenne du cours, accompagnée par *Cardamine pratensis* dans la partie la plus haute du site. En dehors des bythinelles, la macrofaune aquatique comprend de nombreux gammarus (*Gammarus pulex pulex*) et quelques aselles. Les larves aquatiques d'Insectes sont rares.

La distribution des bythinelles sur le cours varie selon le secteur considéré. Elles sont absentes de la zone située la plus en amont (sur une longueur de 50 m environ à partir de la source). La plus grande partie de la colonie est concentrée sur le cours moyen du ruisseau (soit sur une longueur de 250 m environ). Le secteur aval de ce cours d'eau (soit 50 m) serpente dans une prairie et est vierge de bythinelles² (voir la figure 7, page suivante).

B. SITE DE FROMENTAL.

Le fossé s'étend le long de la route D 1 et se situe à la sortie Est de la Traverse (hameau), sur la commune de Fromental.

Il est parcouru par un ruisseau permanent, plus large que celui de Berneuil (50 à 60 cm) et également plus rapide puisque nous avons relevé la valeur moyenne de 8 cm/sec en avril 2000 par temps ensoleillé.

² - La survenue de grosses pluies comme celles enregistrées en mai 2000 entraîne probablement des bythinelles dans ce secteur aval et le ruisseau proche. Nous n'avons pas retrouvé la présence de ces mollusques lors des investigations que nous avons réalisées dans le ruisseau et la rivière la plus proche (Vincou) en juin 2000.

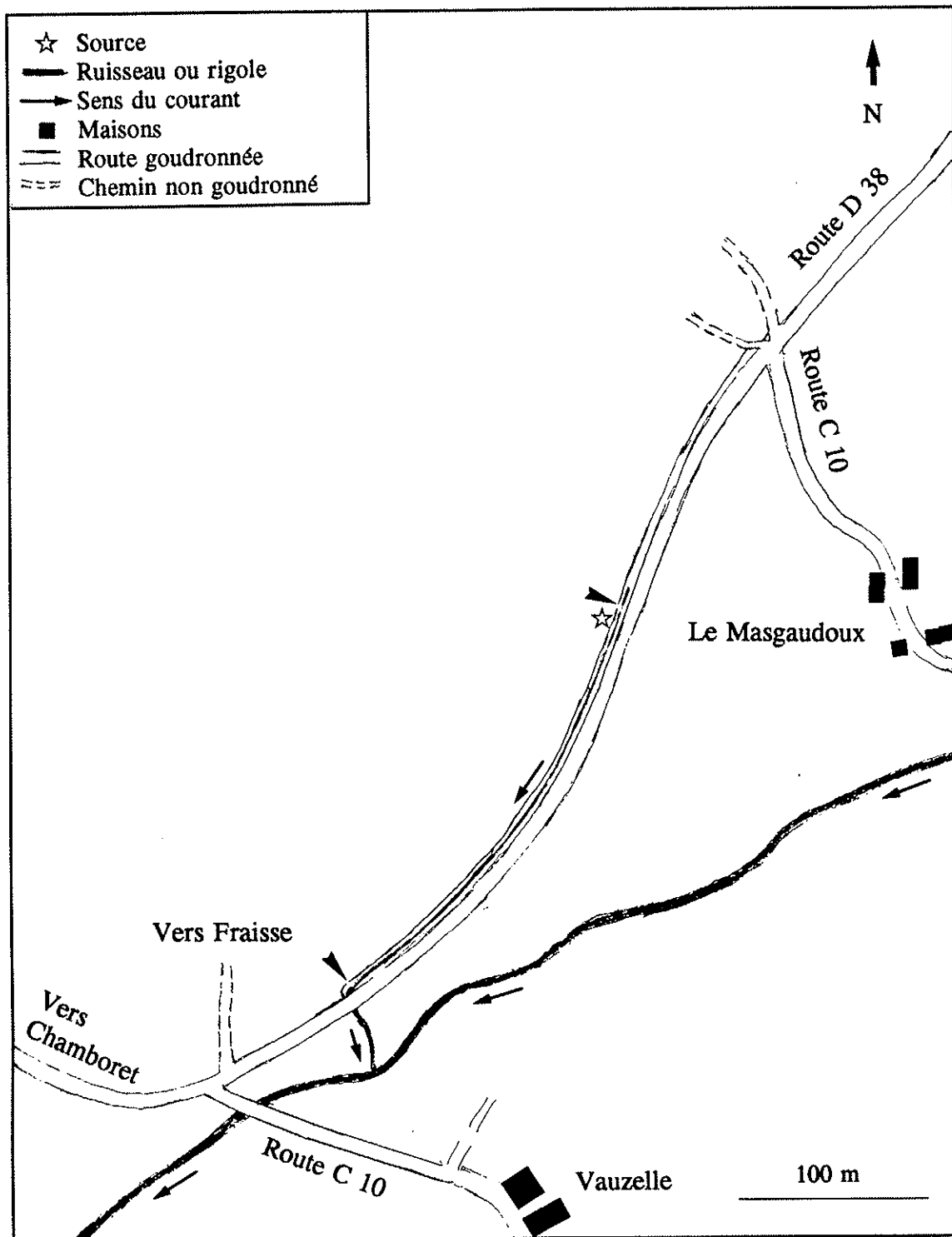


Figure 7.
 La distribution des bythinelles dans le fossé de Berneuil
 (Haute-Vienne). La partie de la rigole colonisée par les
 mollusques se situe entre les deux têtes de flèches.

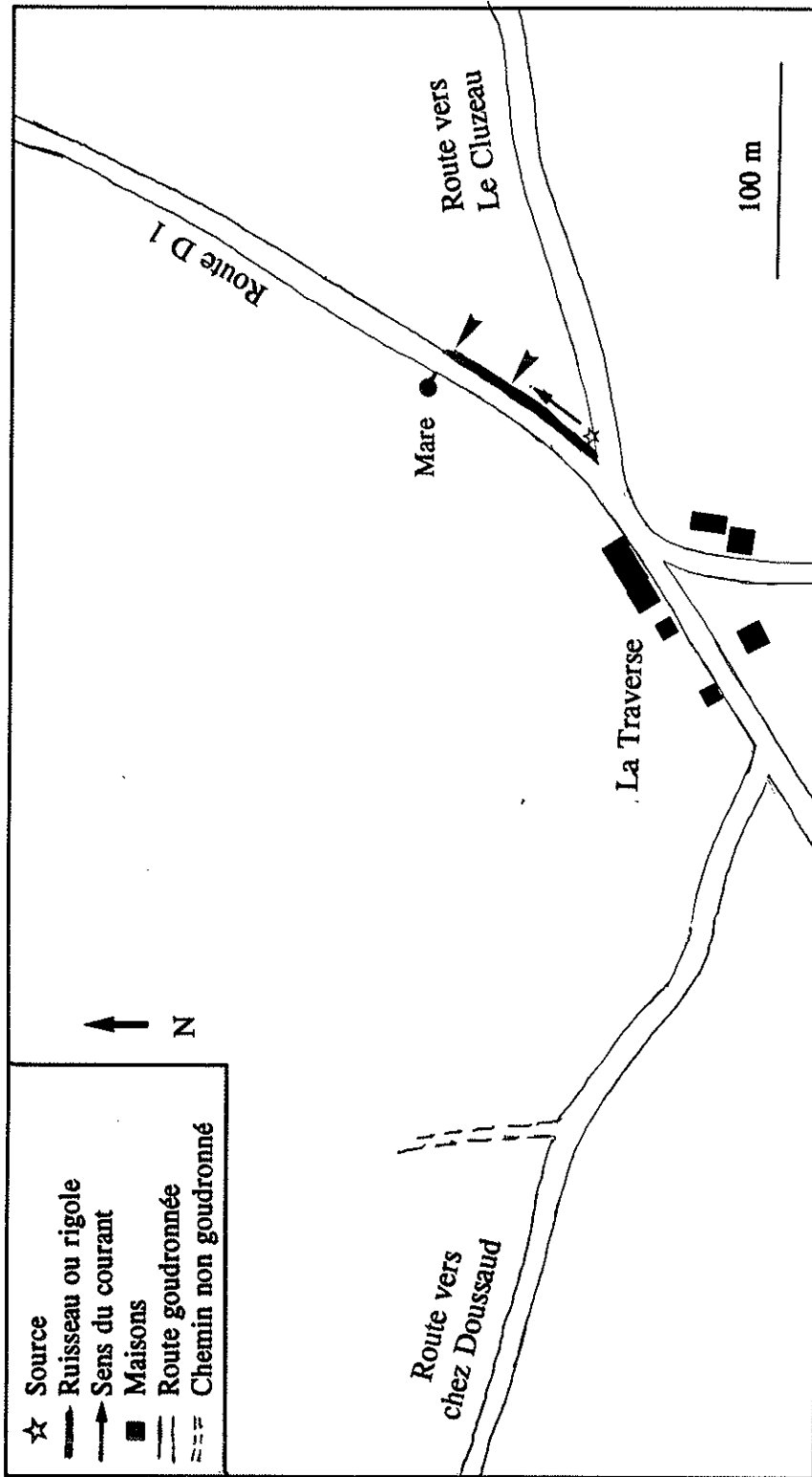


Figure 8.
 La distribution des bythinelles dans le fossé de la Traverse, commune de Fromental (Haute-Vienne). La partie de la rigole colonisée par les mollusques se situe entre les têtes de flèches.

Le fond du ruisseau est constitué par du sable et des graviers, auxquels se mêlent de la vase, notamment au niveau de l'herbier. Ce dernier est composé de callitriches (*Callitriche gr. stagnalis*) qui forment une masse végétale parfois dense. Les espaces libres sont dépourvus de macrophytes. Tout au plus, y trouve-t-on de petites branches d'arbre (en voie de dégradation) dont la présence remonte à la tempête survenue en décembre 1999.

La faune comprend une population importante de bythinelles à laquelle s'ajoutent des gammares (*G. pulex pulex*). De petits bivalves appartenant à l'espèce *Pisidium casertanum* ont également été notés mais ils sont plus fréquents au niveau de l'herbier. Pour mémoire, citons la présence de quelques *Lymnaea glabra* (mollusques) et de quelques larves d'Insectes dans les callitriches (*Callitriche hamulata*).

Comme pour le fossé de Berneuil, les bythinelles ne s'étendent pas sur toute la longueur du fossé. La figure 8 montre leur répartition. Elles sont également absentes du secteur le plus en amont par rapport à la source (soit 14 m de longueur environ) et de la zone la plus en aval (par rapport à l'herbier).

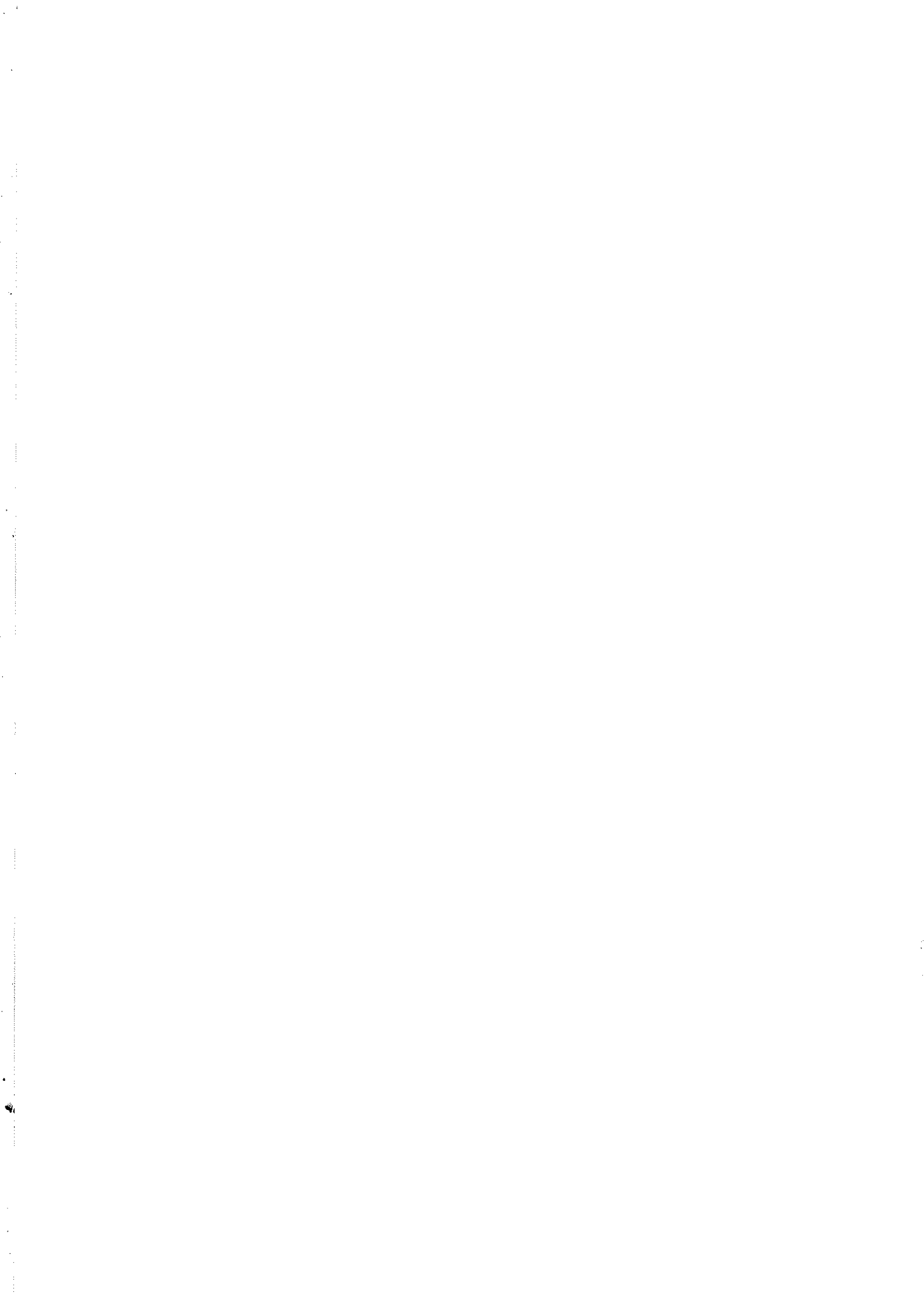
II. - PROTOCOLE DES INVESTIGATIONS.

La figure 9 (page suivante) présente les deux étapes que nous avons suivies pour étudier les populations de mollusques.

La **première** d'entre elles porte sur une analyse biométrique de mollusques appartenant à deux populations (Berneuil, Fromental). Cent individus sont prélevés au hasard dans chaque colonie au 10 de chaque mois³ avant d'être plongés dans de l'éthanol à 70°. Quatre dimensions sont ensuite mesurées sur la coquille de chaque individu à l'aide d'un système d'analyse d'images Aries utilisant le logiciel Perfect Image 5.2. (Aries, Châtillon).

Le but de la **deuxième étape** est de vérifier si la biométrie permet de séparer des populations (voir la première annexe, page 65) appartenant à des espèces différentes. Les mesures n'ont porté que sur un seul échantillon par colonie, comprenant 30 individus adultes prélevés au mois d'août.

³ - Les observations ont été réalisées de mai à septembre 2000 (au 10 de chaque mois).



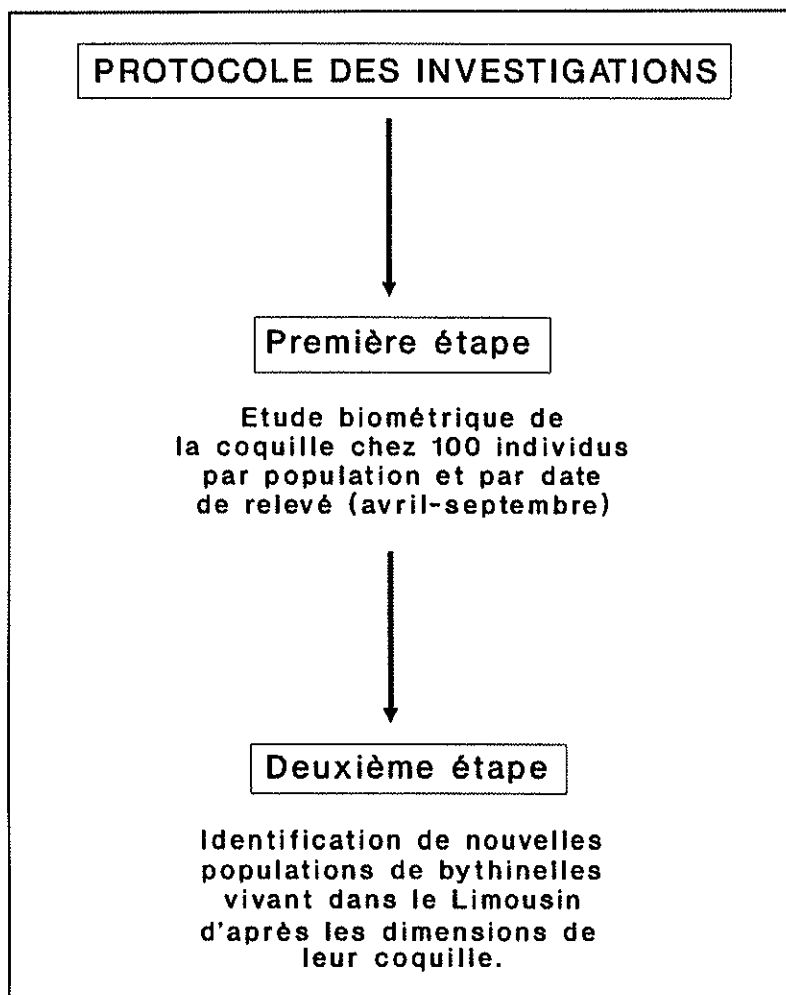


Figure 9.
Les deux étapes du protocole que nous avons mis en oeuvre pour étudier les deux populations de bythinelles.

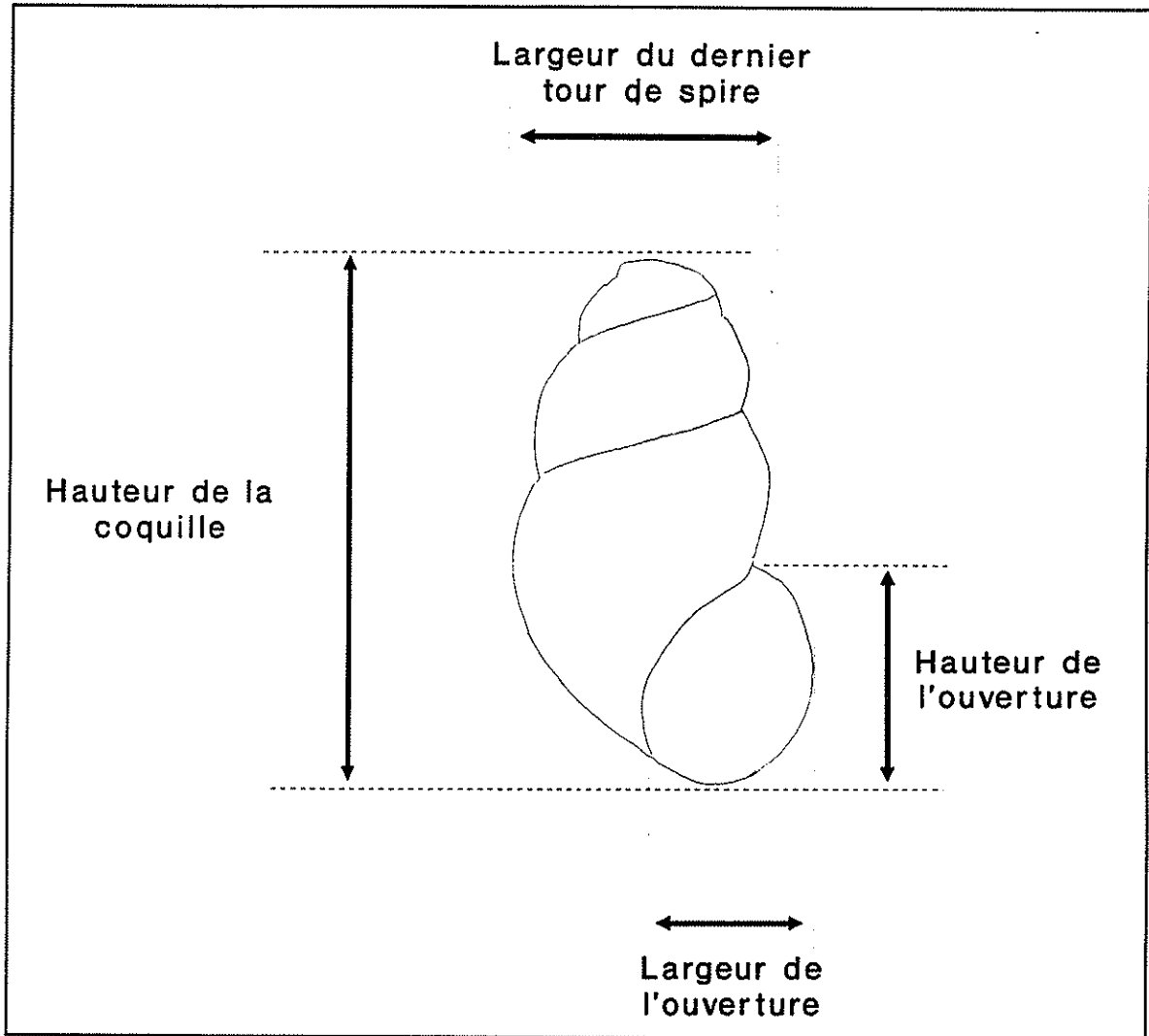


Figure 10.
Les quatre dimensions mesurées sur la coquille des bythinelles.

III. - PARAMÈTRES ÉTUDIÉS.

Quatre dimensions ont été considérées dans le cadre de ce travail : la hauteur totale de la coquille, la largeur du dernier tour de spire, la hauteur et la largeur de l'ouverture. La figure 10 indique les points où les mesures ont été faites sur la coquille des bythinelles.

Les deux autres paramètres correspondent à des rapports. Le premier est le résultat de l'équation suivante : (hauteur de la coquille) / (largeur du dernier tour de spire). Le second se rapporte à l'ouverture : (hauteur) / (largeur).

Nous avons également considéré les variations intrapopulationnelles de la biométrie en considérant le nombre de bythinelles par rapport à la hauteur de leur coquille, exprimée ici sous forme de classes de taille de 0,5 mm chacune.

IV. - TESTS STATISTIQUES.

Ils ont été effectués avec un logiciel de statistiques sur ordinateur. Le principe de ces tests est fourni dans plusieurs manuels comme DAGNELIE (1973, 1975) ou STAT-ITCF (1988) par exemple.

A. ANALYSE DE VARIANCE.

Des moyennes, accompagnées de leurs écarts types, ont été calculées pour chaque population de bythinelles, chaque date de relevé et chaque paramètre. L'analyse de variance à un seul ou encore à deux facteurs a été utilisée pour déterminer les niveaux de signification statistique.

B. ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE.

Ce test n'a été appliqué que pour les valeurs recueillies pour la hauteur totale de la coquille et la largeur du dernier tour de spire. Il est basé sur la sélection *a priori* des groupes (départements) et repose sur les principes suivants :

- Les mesures sont combinées linéairement de façon à obtenir plusieurs variables synthétiques, appelées axes.



- Ces derniers sont calculés afin de maximiser les différences entre les groupes.
- Ces axes ont la propriété d'être indépendants et sont donc perpendiculaires sur les projections planes (issues de deux variables synthétiques).

LA CROISSANCE DES BYTHINELLES DANS LE TEMPS

Le présent chapitre regroupe l'ensemble des résultats que nous avons obtenus en mesurant des bythinelles provenant de deux populations (Berneuil, Fromental). Les valeurs de six paramètres ont été déterminées sur des échantillons de 100 mollusques chacun, récoltés d'avril à septembre 2000.

Le premier paragraphe traite des variations biométriques notées chez les deux populations et de leur comparaison par voie statistique afin de dégager l'influence de deux facteurs. La deuxième subdivision expose le même type de variation, mais à l'intérieur de chaque colonie.

I. - VARIATIONS BIOMÉTRIQUES INTERPOPULATIONNELLES.

A. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.

La figure 11 (page suivante) présente les moyennes et les écarts types correspondants pour chacun des six paramètres étudiés dans ce travail. Afin de faciliter la comparaison, les résultats de Berneuil et de Fromental ont été placés les uns à côté des autres. La lecture de ces graphes permet d'émettre les remarques suivantes :

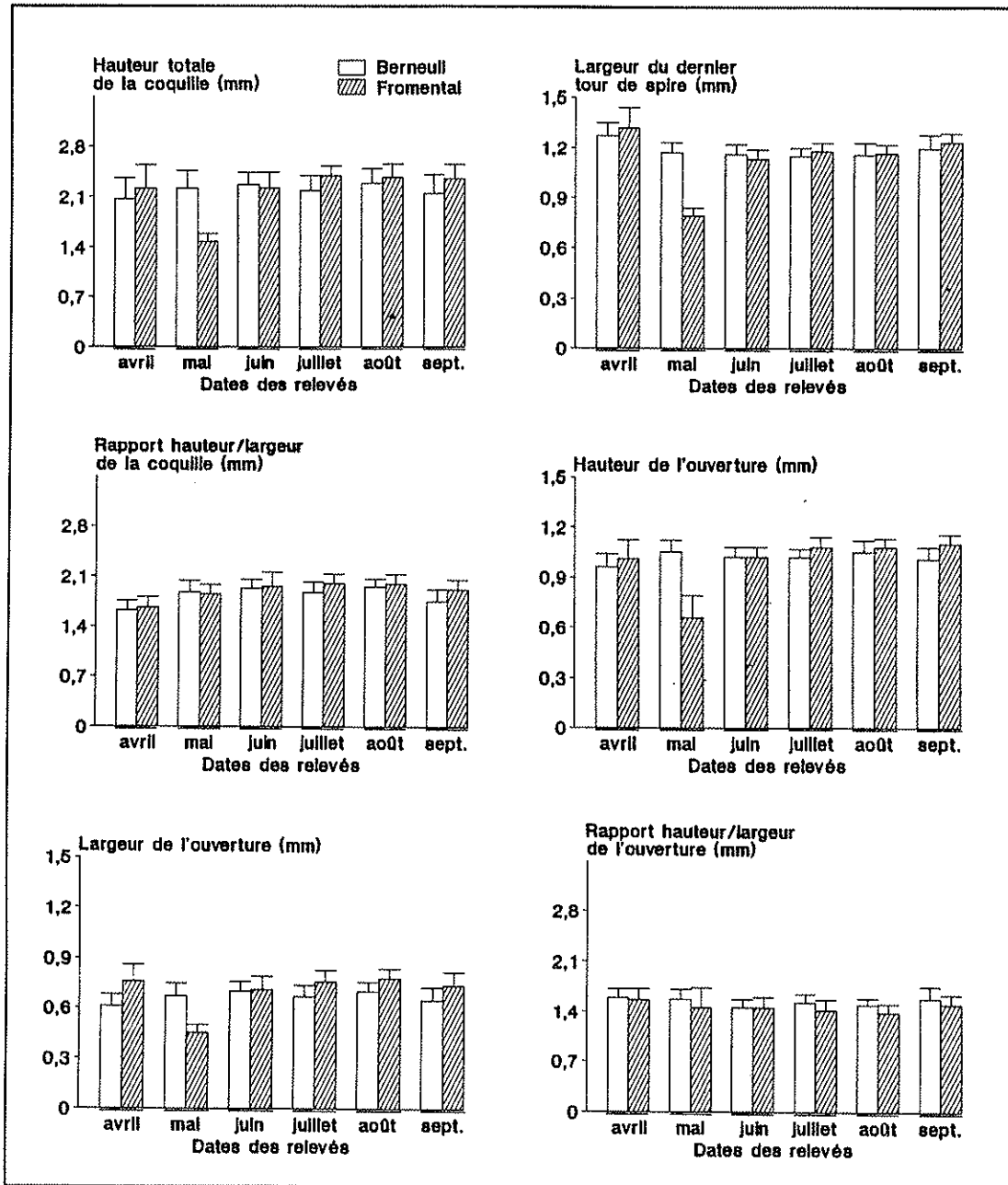


Figure 11.
 Les valeurs moyennes et les écarts types correspondants de six paramètres mesurés chez les bythinelles des deux populations par rapport à leur date de prélèvement.

- La hauteur moyenne de la coquille se distribue de 2,07 à 2,28 mm chez les mollusques de Berneuil. Une certaine variabilité dans les moyennes peut être notée pour Fromental, avec une valeur de 1,47 mm en mai et des chiffres compris entre 2,21 et 2,34 mm sur les cinq autres mois.

- La largeur du dernier tour de spire présente la même évolution que le paramètre précédent. Dans le cas de Berneuil, les moyennes se situent entre 1,15 et 1,27 mm. Par contre, pour Fromental, on note une largeur de 0,79 mm en mai alors que les moyennes des autres mois sont plus élevées : de 1,13 à 1,32 mm.

- Si l'on calcule le rapport entre la hauteur de la coquille et la largeur du dernier tour, on obtient une valeur moyenne comprise entre 1,62 et 1,96 mm dans le cas de Berneuil. Les résultats de Fromental se situent dans le même ordre de grandeur : de 1,66 à 2,01 mm, et on ne retrouve plus ici la chute constatée en mai pour les deux premiers paramètres.

- La hauteur moyenne de l'ouverture s'étend de 0,96 à 1,05 mm chez les bythinelles de Berneuil. Chez celles de Fromental, on retrouve la variabilité constatée déjà pour les dimensions de la coquille. En mai, la hauteur moyenne n'est que de 0,66 m alors qu'elle se situe entre 1,01 et 1,10 mm pour les autres dates de relevés.

- La largeur de l'ouverture présente le même type de variation que la hauteur correspondante. Chez les mollusques de Berneuil, les moyennes se distribuent entre 0,61 et 0,70 mm. Dans le cas de Fromental, elles s'étendent de 0,65 à 0,78 mm, sauf pour le mois de mai pour lequel on note une valeur de 0,45 mm.

- Le calcul du rapport entre la hauteur et la largeur de l'ouverture fournit des valeurs qui se distribuent entre 1,45 et 1,58 pour les bythinelles de Berneuil. Elles sont voisines dans le cas de Fromental : de 1,39 à 1,56 mm. Comme pour le premier rapport, on ne retrouve pas de chute dans les moyennes en mai pour cette dernière population.

Quelle que soit la nature du paramètre, il est intéressant de remarquer que les amplitudes des écarts types sont de petite taille. A titre d'exemple, ils sont compris entre 0,15 et 0,33 mm pour la hauteur de la coquille, et entre 0,05 et 0,12 mm pour la largeur du dernier tour de spire.

Paramètre	Facteurs étudiés	Degrés de liberté	Valeur du rapport <i>F</i>	Signification
Hauteur de la coquille	Population	1	2,53	NS
	Date de prélèvement	1	25,82	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	2,57	NS
Largeur du dernier tour	Population	1	0,71	NS
	Date de prélèvement	1	62,43	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	0,71	NS
Rapport hauteur/ largeur de la coquille	Population	1	1,12	NS
	Date de prélèvement	1	107,35	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	1,15	NS
Hauteur de l'ouverture	Population	1	6,02	<i>P</i> < 5 %
	Date de prélèvement	1	126,10	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	6,09	<i>P</i> < 5 %
Largeur de l'ouverture	Population	1	8,41	<i>P</i> < 1 %
	Date de prélèvement	1	69,19	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	8,51	<i>P</i> < 1 %
Rapport hauteur/ largeur de l'ouverture	Population	1	2,87	NS
	Date de prélèvement	1	5,64	<i>P</i> < 0,1 %
	Population, date de prélèvement	1	2,90	NS

Abréviations : NS (non significatif). *P* (probabilité au seuil de).

Tableau V.
Les résultats de l'analyse de variance (à deux facteurs) par rapport aux six paramètres mesurés sur la coquille des bythinelles.

B. INTERPRÉTATION STATISTIQUE.

Elle a été réalisée en utilisant les différentes valeurs, à l'exception de celles enregistrées en mai à Fromental car ces dernières proviennent de mesures réalisées chez des animaux juvéniles et sont ainsi plus faibles que celles recueillies pour les autres échantillons. Les résultats sont fournis sur le tableau V.

Le facteur date de prélèvement a une influence significative sur les six paramètres étudiés. Le facteur population retentit sur la hauteur et la largeur de l'ouverture et présente, dans ce cas, une interaction significative avec la date de récolte.

II. - VARIATIONS INTRAPOPULATIONNELLES.

Comme les moyennes présentent une variation significative avec la date de prélèvement, il nous a paru intéressant d'étudier l'évolution de la hauteur globale dans le temps en considérant des tranches de hauteur de 0,5 mm chacune.

Les résultats sont fournies sur le tableau ci-dessous :

Population	Dates de prélèvement	Nombre de bythinelles par rapport à la hauteur de leur coquille (exprimée sous forme de classes de 0,5 mm chacune)			
		1-1,5 mm	1,51-2 mm	2,01-2,5 mm	2,51-3 mm
Berneuil	avril	4	31	61	4
	mai	2	16	69	13
	juin	0	7	86	7
	juillet	0	18	79	3
	août	1	5	81	13
	septembre	1	26	67	6
Fromental	avril	4	16	69	11
	mai	59	41	0	0
	juin	0	15	79	6
	juillet	0	1	80	19
	août	0	2	82	16
	septembre	0	7	75	18



La lecture de ce tableau montre l'existence de différences entre les deux populations de bythinelles :

- Chez les mollusques de Berneuil, l'évolution des générations dans le temps n'est pas nette. Les individus transhivernants s'accroissent à partir d'avril pour atteindre leur taille maximale à partir de juin. Les descendants s'observent à partir de juillet dans la classe des 1,5-2 mm et augmentent en hauteur par la suite.

- Dans la population de Fromental, on observe un nombre important de juvéniles en mai. Ceux-ci augmentent de taille par la suite jusqu'en septembre.

Dans le cadre de ce travail, les bythinelles semblent n'avoir qu'une seule génération annuelle.

L'APPORT DE LA BIOMÉTRIE POUR L'IDENTIFICATION DES POPULATIONS DE BYTHINELLES

Le présent chapitre regroupe les résultats que nous avons obtenus avec les 27 populations de bythinelles référencées dans la première annexe (page 65). Nous y avons inclus en plus les colonies de Berneuil et de Fromental.

Les moyennes et les écarts types recueillis lors de la mesure des six paramètres sont fournis pour les 27 populations dans la deuxième annexe (page 72). Les valeurs minimale et maximale y sont également indiquées.

Le premier paragraphe traite de l'analyse de variance et concerne les six paramètres. La deuxième subdivision de ce chapitre se rapporte à l'analyse factorielle discriminante. Cette dernière n'a été réalisée qu'avec les valeurs correspondant à la hauteur de la coquille et la largeur du dernier tour de spire car les autres paramètres ne permettent pas de mettre une discrimination en évidence.

I. - LES RÉSULTATS FOURNIS PAR L'ANALYSE DE VARIANCE.

Le test a été appliqué sur chaque paramètre pris isolément.

Paramètre	Degrés de liberté	Valeur du rapport <i>F</i>	Signification
Hauteur de la coquille	2	168,18	<i>P</i> < 0,1 %
Largeur du dernier tour de spire	2	178,86	<i>P</i> < 0,1 %
Hauteur de l'ouverture	2	183,52	<i>P</i> < 0,1 %
Largeur de l'ouverture	2	101,15	<i>P</i> < 0,1 %
Rapport hauteur/largeur de la coquille	2	21,15	<i>P</i> < 0,1 %
Rapport hauteur/largeur de l'ouverture	2	0,41	NS

Abréviations : NS (non significatif). *P* (probabilité au seuil de).

Tableau VI.

Les résultats fournis par l'analyse de variance pour les 29 colonies de bythinelles provenant du Limousin par rapport au département dans lequel elles ont été prélevées.

Paramètre	Modalités	Différence moyenne	Différence critique	Signification
Hauteur de la coquille	19, 23	-0,48	0,07	$P < 0,1 \%$
	19, 87	-0,19	0,03	$P < 0,1 \%$
	23, 87	-0,28	0,08	$P < 0,1 \%$
Largeur du dernier tour	19, 23	-0,24	0,03	$P < 0,1 \%$
	19, 87	-0,07	0,01	$P < 0,1 \%$
	23, 87	0,17	0,03	$P < 0,1 \%$
Hauteur de l'ouverture	19, 23	-0,17	0,02	$P < 0,1 \%$
	19, 87	-0,06	0,01	$P < 0,1 \%$
	23, 87	0,10	0,02	$P < 0,1 \%$
Largeur de l'ouverture	19, 23	-0,11	0,02	$P < 0,1 \%$
	19, 87	-0,05	0,01	$P < 0,1 \%$
	23, 87	0,06	0,02	$P < 0,1 \%$
Rapport hauteur/largeur de la coquille	19, 23	-0,02	0,04	NS
	19, 87	-0,06	0,02	$P < 0,1 \%$
	23, 87	-0,03	0,04	NS

Abréviations : NS (non significatif). P (probabilité au seuil de).

Tableau VII.
Les résultats des tests de Scheffé correspondants.

A. PAR RAPPORT AU DÉPARTEMENT D'ORIGINE.

Le tableau VI présente les résultats de l'analyse de variance pour les six paramètres étudiés. Si l'on examine les résultats, on constate que la hauteur de la coquille, sa largeur, le rapport correspondant et les deux dimensions de l'ouverture présentent des différences significatives par rapport au lieu dans lequel les bythinelles ont été récoltées (ici le département).

Le test de Scheffé a été réalisé pour les cinq paramètres précités. Les résultats sont fournis sur le tableau VII. Tous les départements sont concernés pour les deux hauteurs et les deux largeurs. Dans le cas du rapport hauteur/largeur de la coquille, il n'existe qu'une différence significative entre le département de la Corrèze et celui de la Haute-Vienne.

B. PAR RAPPORT A LA POPULATION.

Comme les résultats du tableau VI montrent l'existence de relations positives entre les valeurs des paramètres et le département dans lequel les bythinelles ont été prélevées, nous avons voulu affiner davantage notre analyse en nous intéressant à la station elle-même dans laquelle vivent les mollusques. C'est la raison pour laquelle nous avons répété le même type d'analyse en considérant la population elle-même⁴.

Le tableau VIII (page suivante) résume les résultats que nous avons obtenus avec l'analyse de variance. On constate l'existence de différences significatives entre les populations, quel que soit le paramètre étudié.

Afin de déterminer quelles sont les populations qui sont à l'origine de ces différences selon les paramètres, nous avons effectué un test de Scheffé pour chacune de ces dimensions. Les résultats sont fournis sur le tableau IX (page suivante) et regroupés sur un tableau en haut de la page 48.

⁴ - Les populations dans ce paragraphe ont été considérées par leur numéro d'ordre indiqué dans la première annexe (page 72). Les deux populations de Berneuil et de Fromental ont été désignées ici par les numéros 28 et 29.



Paramètre	Degrés de liberté	Valeur du rapport <i>F</i>	Signification
Hauteur de la coquille	28	25,46	<i>P</i> < 0,1 %
Largeur du dernier tour	28	50,74	<i>P</i> < 0,1 %
Hauteur de l'ouverture	28	36,11	<i>P</i> < 0,1 %
Largeur de l'ouverture	28	19,88	<i>P</i> < 0,1 %
Rapport hauteur/largeur de la coquille	28	14,80	<i>P</i> < 0,1 %
Rapport hauteur/largeur de l'ouverture	28	6,45	<i>P</i> < 0,1 %

Abréviations : NS (non significatif). *P* (probabilité au seuil de).

Tableau VIII.

Les résultats fournis par l'analyse de variance pour les 29 colonies de bythinelles provenant du Limousin par rapport à la population elle-même.

Département	N° d'ordre de la population	Nombre de différences significatives relevées pour chaque population en fonction du paramètre suivant					
		Hauteur de la coquille	Largeur du dernier tour	Hauteur de l'ouverture	Largeur de l'ouverture	Rapport hauteur/largeur coquille	Rapport hauteur/largeur ouverture
Corrèze	1	1	5	3	1	0	0
	2	9	12	12	6	0	0
	3	7	9	8	4	0	0
	4	0	6	2	1	2	0
	5	2	8	7	3	1	0
	6	2	8	7	1	0	0
	7	9	10	10	3	1	0
	8	2	7	2	1	0	0
	9	2	8	3	1	0	0
	10	4	9	6	1	0	0
	11	2	6	7	3	1	0
	12	7	16	14	0	0	0
	13	6	8	7	5	1	0
	14	2	6	6	3	1	0
	15	5	17	7	4	1	0
	16	2	2	2	3	2	0
	17	4	4	3	3	1	0
	18	9	10	9	6	1	0
	19	6	9	8	3	2	0
	20	2	8	6	3	0	0
Creuse	21	24	24	23	19	0	0
	22	18	19	17	5	0	0
Haute-Vienne	23	8	8	8	3	1	0
	24	6	18	13	1	2	0
	25	2	11	2	9	2	0
	26	8	19	17	8	2	0
	27	5	18	12	0	1	0
	28	7	8	5	3	7	0
	29	8	8	14	15	16	3

Tableau IX.

Les résultats des six tests de Scheffé, résumés ici sous forme d'un tableau : le nombre de différences significatives relevées pour chaque population et chaque paramètre.

Population	Nombre total de différences	Population	Nombre total de différences	Population	Nombre total de différences
1	11	11	19	21	90
2	39	12	37	22	59
3	28	13	27	23	28
4	11	14	18	24	40
5	21	15	34	25	26
6	18	16	11	26	54
7	33	17	15	27	36
8	12	18	35	28	30
9	14	19	28	29	64
10	20	20	19		

La lecture de ces deux tableaux montre l'existence d'un certain nombre de points qu'il faut commenter :

- En ce qui concerne la hauteur globale de la coquille, les deux populations de la Creuse tranchent nettement par le nombre de différences significatives (18 et 24 au lieu de 0 à 9 pour les autres colonies).

- Les résultats sur la largeur du dernier tour de spire sont plus variables. Si les deux populations de la Creuse sont concernées, d'autres colonies ont également un nombre élevé de différences (> 10). C'est le cas des populations n° 12, 15, 24, 25, 26 et 27.

- Cette variabilité se retrouve aussi pour la hauteur de l'ouverture. Aux deux populations de la Creuse, s'ajoutent les colonies n° 12, 24, 26, 27 et 29.

- Le nombre de différences significatives présente une chute drastique pour les trois autres paramètres. La population n° 20 domine encore pour la largeur de l'ouverture. A l'inverse, la n° 29 est concernée pour ce paramètre et est majoritaire dans le cas des deux rapports.

- Si l'on calcule le nombre total de différences significatives que chaque population présente, on constate que l'une des populations de la Creuse (n° 21) se détache nettement du lot (avec 90 différences). Viennent ensuite, par ordre décroissant, les n° 29, 22, 26 et 24. Les autres colonies forment un groupe compact et ne peuvent être reconnues entre elles par la seule analyse de variance.

Variables	Coefficients de corrélation	
	Axe 1	Axe 2
Hauteur de la coquille	-0,9092	0,4161
Largeur du dernier tour	-0,9396	-0,3421

Groupes (départements)	Centres de gravité	
	Axe 1	Axe 2
Corrèze (19)	0,4280	-0,0695
Creuse (23)	-1,9941	-0,3558
Haute-Vienne (87)	-0,3918	0,1802

Tableau X.

Les résultats de l'analyse factorielle discriminante sur deux paramètres pour caractériser les populations de bythinelles : les corrélations inter-classes entre les variables (paramètres) et les centres de gravité en fonction des axes discriminants.

Département	Corrèze	Creuse	Haute-Vienne
Corrèze	0	5,9665 ($F = 160,07$. $P < 0,1 \%$)	0,7367 ($F = 81,15$. $P < 0,1 \%$)
Creuse	5,9665 ($F = 160,07$. $P < 0,1 \%$)	0	2,8632 ($F = 72,17$. $P < 0,1 \%$)
Haute-Vienne	0,7367 ($F = 81,15$. $P < 0,1 \%$)	2,8632 ($F = 72,17$. $P < 0,1 \%$)	0

F (rapport F de Fisher). P (probabilité au seuil de).

Tableau XI.

Les résultats de l'analyse factorielle discriminante sur deux paramètres : la distance de Mahalanobis au carré entre les groupes et les résultats de l'analyse de variance (2 degrés de liberté).

Discrimination Hauteur-Largeur par département

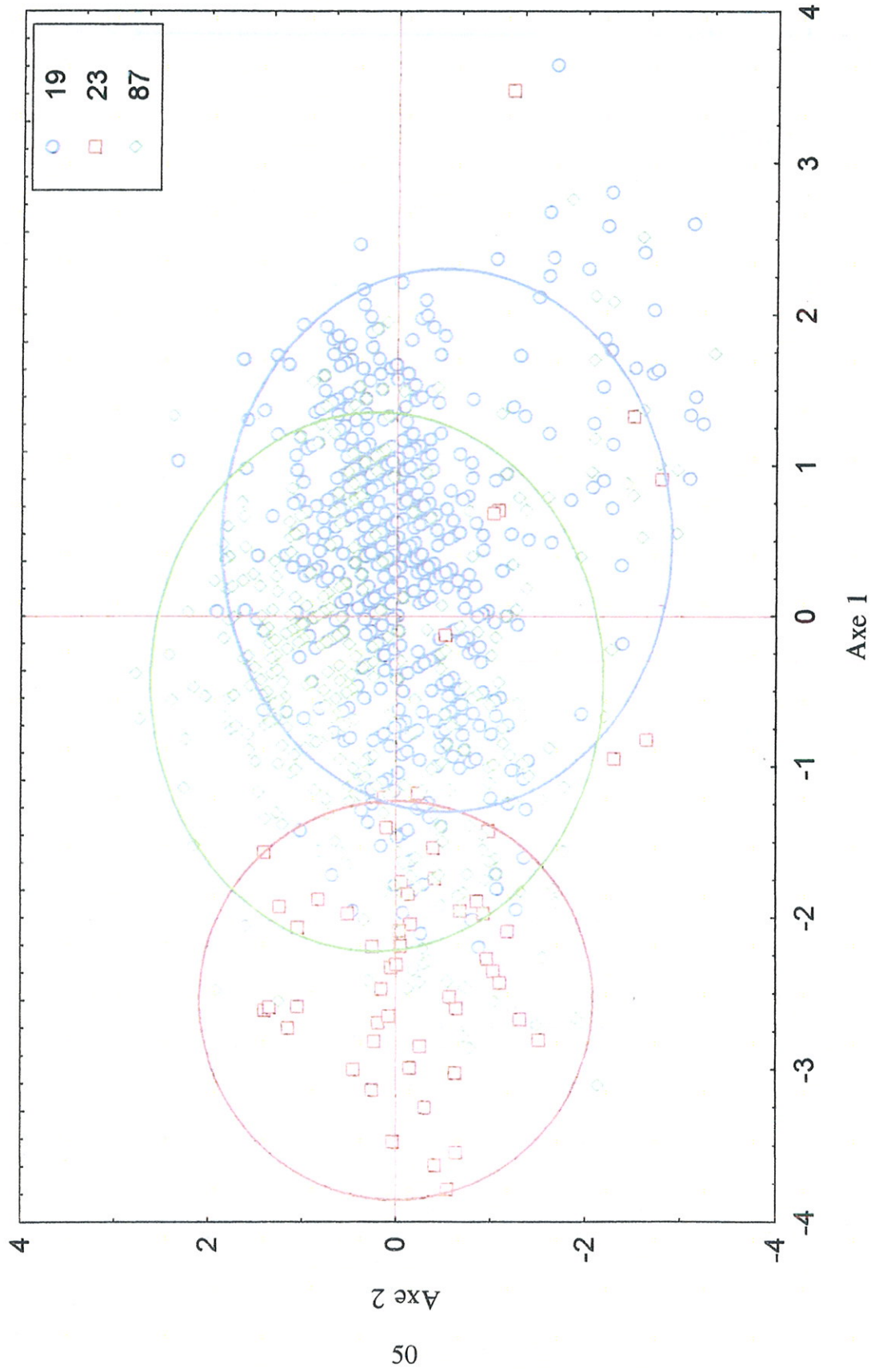


Figure 12.
Les résultats fournis par l'analyse factorielle discriminante.

II. - LES RÉSULTATS FOURNIS PAR L'ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE.

Nous avons appliqué ce test aux six paramètres mais seules deux variables (hauteur et largeur de la coquille) ont permis d'obtenir une discrimination nette des individus (bythinelles)⁵ par rapport aux groupes (départements).

Le tableau ci-dessous fournit les caractéristiques des deux axes :

Axes	Valeur propre	Inertie (ou variance)	Lambda de Wilks	Résultat du test Chi ²	Degrés de liberté	Signification
1	0,3994	53,4 %	0,6993	359,89	4	$P < 0,1 \%$
2	0,0217	15,5 %	0,9787	21,62	1	$P < 0,1 \%$

Abréviation : P (probabilité au seuil de).

L'axe 1, avec 53,4 % d'inertie, est significatif. Il en est de même pour l'axe 2. La somme des deux axes permet d'obtenir une inertie de 68,9 %.

La lecture du tableau X montre que la hauteur et la largeur de la coquille caractérisent surtout l'axe 1. Les coefficients des corrélations inter-classes avec l'axe 1 sont très significatives : - 0,9092 pour le premier paramètre et -0,9396 pour le second. Les corrélations sur l'axe 2 sont moins importantes (respectivement 0,4161 et - 0,3421).

Les centres de gravité montrent que le groupe Creuse est celui qui possède globalement les individus les plus hauts et les plus larges (cercle rouge sur la figure 12). Les deux autres groupes (cercles bleu et vert) se superposent partiellement et les individus sont globalement moins hauts et moins larges que ceux de la Creuse. Cependant, entre les groupes 19 et 87, il n'est pas possible de discriminer les deux types de populations.

La distance de Mahalanobis entre les groupes est consignée sur le tableau XI. La distance séparant les groupes Corrèze-Creuse est plus importante que celles qui séparent les groupes Corrèze-Haute-Vienne et Creuse-Haute-Vienne. Ces différences sont significatives.

⁵ - L'analyse factorielle discriminante a été réalisée avec l'ensemble des bythinelles étudiées (600 pour la Corrèze, 60 pour la Creuse et 350 pour la Haute-Vienne) et non avec les 29 stations où elles ont été récoltées.



La figure 12 précise l'affectation des individus dans les différents groupes. Le tableau ci-dessous affecte les bythinelles aux différents départements :

Département	Corrèze	Creuse	Haute-Vienne
Corrèze	523 (87,1 %)	2	75
Creuse	8	26 (43,3 %)	26
Haute-Vienne	188	17	145 (41,4 %)

Rang : classification observée. Colonne : classification prévue.

D'après le tableau, 87,1 % des bythinelles de la Corrèze sont bien classées, ce qui représente 17 populations (sur les 20 étudiées). Par contre, celles des deux autres départements sont moins bien affectées : 43,3 % dans le cas de la Creuse et 41,4 % dans le cas de la Haute-Vienne.

Les résultats de cette étude montrent une grande homogénéité dans les deux paramètres que nous avons considérés pour les populations de la Corrèze alors que les populations de la Creuse et de la Haute-Vienne sont plus hétérogènes au niveau de leurs individus.



COMMENTAIRES

Les résultats sur la biométrie des coquilles ont été présentés respectivement dans les chapitres troisième et quatrième. Il était intéressant de comparer ces données par rapport à celles de la littérature afin de les analyser.

Une courte synthèse rappelant les principaux résultats est fournie dans le premier paragraphe. La discussion proprement dite fait l'objet de la deuxième subdivision.

I. - SYNTHÈSE.

A. LA CROISSANCE DES BYTHINELLES DANS LE TEMPS.

Les valeurs de six paramètres ont été mesurées sur la coquille de 1200 bythinelles issues de deux populations par rapport à la date de leur prélèvement (d'avril à septembre 2000). La hauteur moyenne de la coquille se distribue de 2,07 à 2,28 mm chez les mollusques de Berneuil, de 1,47 à 2,34 mm chez ceux de Fromental. La largeur du dernier tour de spire présente la même évolution, avec des moyennes se situant entre 1,15 et 1,27 mm pour Berneuil, et entre 0,79 et 1,32 mm pour Fromental. Les autres paramètres intéressent les dimensions de l'ouverture et des rapports entre hauteur et largeur : ils ont des valeurs voisines ou plus faibles. L'analyse statistique montre que la date de prélèvement a

une influence significative sur les six paramètres alors que le facteur population n'agit que sur la hauteur et la largeur de l'ouverture.

Une étude dynamique de ces deux populations a été réalisée en analysant les variations numériques de ces bythinelles par rapport à la date de leur prélèvement et à la hauteur de leur coquille. Les résultats diffèrent dans le temps selon les deux populations étudiées et ne montrent l'existence que d'une seule génération annuelle.

B. BIOMÉTRIE ET POPULATIONS DE BYTHINELLES.

Des échantillons de bythinelles ont été réalisées au mois d'août dans 27 populations disséminées sur les trois départements du Limousin. Les résultats ont été comparés avec ceux de Berneuil et de Fromental si les dimensions de la coquille sont suffisantes pour identifier les espèces locales.

La comparaison de ces données a été réalisée à l'aide de l'analyse de variance. La hauteur de la coquille, sa largeur, le rapport correspondant et les deux dimensions de l'ouverture présentent des différences significatives par rapport au département dans lequel les bythinelles ont été récoltées. Si l'on considère la population elle-même, ce sont les deux populations de la Creuse qui présentent le nombre le plus élevé de différences significatives entre les moyennes de leurs paramètres, suivies par trois populations de la Haute-Vienne.

L'emploi de l'analyse factorielle discriminante n'a été réalisé que pour la hauteur de la coquille et sa largeur car ce sont les deux paramètres qui fournissent les meilleurs résultats. Les bythinelles de la Creuse et, par suite, leurs populations se détachent nettement des autres colonies qui se superposent partiellement. Le classement des individus par rapport à leur département d'origine montre une grande homogénéité dans les individus de la Corrèze alors que ceux des deux autres départements sont nettement plus hétérogènes au niveau de leur classement.

II. - DISCUSSION.

La comparaison de ces données est difficile en raison du manque relatif de références bibliographiques sur ce groupe.



A. LA FRÉQUENCE DES POPULATIONS DE BYTHINELLES SUR SOL ACIDE.

Les investigations, que nous avons conduites dans les trois départements du Limousin, ont permis de découvrir 25 ruisseaux avec des bythinelles (sur un total de 75 prospectés). Même si ces recherches n'ont été réalisées que sur des secteurs limités de cette région, elles ont porté sur le cours entier de ces collections d'eau, avec un examen du sédiment et de la végétation immergée tous les deux mètres. La fréquence enregistrée (soit 33 %) se révèle nettement plus importante que celle rapportée par DIDIER et RONDELAUD (1988) dans trois secteurs de la Haute-Vienne : d'après ces auteurs, 16,6 % des ruisseaux prospectés (sur 48) contenaient chacun une population de ces mollusques (voir le tableau II, page 20). Deux hypothèses probablement complémentaires peuvent expliquer cette discordance dans les fréquences :

- La première d'entre elles serait de rapporter ce fait au but que les auteurs ont poursuivi dans leurs études. En effet, DIDIER (1986), DIDIER et RONDELAUD (1988) se sont attachés à étudier le peuplement malacologique dans les prairies où vit un mollusque carnivore, *Zonitoides nitidus*, et n'ont pas considéré, de ce fait, les autres zones comme les bois par exemple. Dans ces conditions, leurs prospections dans le nord de la Haute-Vienne ont été incomplètes car des populations comme celles de Berneuil ou de Fromental vivent tout simplement dans des fossés de route, parcourus par un filet d'eau courante en été.

- La seconde supposition serait d'expliquer cette différence par une fréquence variable des bythinelles selon les secteurs que nous avons prospectés. Les chiffres fournis dans le tableau suivant vont d'ailleurs dans ce sens :

Secteurs du Limousin	Nombre de ruisseaux prospectés	Fréquence des bythinelles
Région de Tulle (Corrèze)	29	68,2 %
Environs d'Aubusson (Creuse)	11	18,1 %
Zones nord et centre de la Haute-Vienne	24	12,5 %
Zone sud du même département	11	27,2 %

Source : première annexe, page 65.

La fréquence relevée par DIDIER et RONDELAUD (1988) pour le nord et le centre de la Haute-Vienne (16,6 %) et notre pourcentage correspondant s'inscrivent dans le même ordre de grandeur. Cependant, il ne faut pas oublier que les secteurs d'étude utilisés par ces auteurs ou par nos prospections sont assez limités et seul l'inventaire systématique des ruisseaux, situés sur un même réseau hydrographique, permettrait de vérifier cette deuxième hypothèse.

Le second point de discordance concerne la localisation des bythinelles sur le cours des ruisseaux. D'après MOUTHON (1980, 1981), les bythinelles font partie d'un "groupement de mollusques vivant dans les sources". Lors de nos investigations, neuf populations (sur 29) étaient absentes des fontaines (ou des points d'eau) et colonisaient une partie du ruisseau située parfois à 100 m en aval. Dans ces conditions, on peut se demander s'il ne serait pas utile de changer la dénomination de MOUTHON (1980) pour la remplacer par le terme de "groupement vivant dans les zones amont des ruisseaux".

B. L'ÉVOLUTION DES DONNÉES BIOMÉTRIQUES DANS LE TEMPS.

Nos investigations démontrent que la date de prélèvement a une relation directe avec la croissance des coquilles. Ce résultat est en accord avec ceux que d'autres auteurs ont rapportés sur la croissance des mollusques sur le terrain (voir la revue de RUSSELL HUNTER, 1964). Cependant, un examen détaillé des moyennes sur la figure 11 (page 37) montre l'existence de deux phases dans l'évolution des moyennes, notamment pour la population de Fromental. A une phase assez rapide jusqu'à la taille de 2 mm, succède une période au cours de laquelle la hauteur de la coquille augmente plus lentement. Cette rupture dans la croissance des bythinelles montre que ce groupe présente les mêmes caractéristiques dans leur croissance que celles rapportées pour d'autres taxons comme les limnées (MOREL-VAREILLE, 1973, par exemple pour *Lymnaea truncatula*).

Malgré le manque de données bibliographiques, deux points dans l'étude sur les variations intrapopulationnelles de la biométrie appellent des commentaires particuliers :

- Le premier porte sur le cycle reproducteur des bythinelles, avec présence d'une seule génération annuelle et le dépôt vraisemblable des pontes à la fin du printemps. Ce

Population étudiée	Paramètre	Moyennes \pm écarts types	
		BERNASCONI, 2000*	Nos propres résultats**
Berneuil	Hauteur de la coquille	2,31 \pm 0,14	2,28 \pm 0,21
	Largeur du dernier tour	1,38 \pm 0,07	1,16 \pm 0,07
	Hauteur/Largeur	1,67 \pm 0,07	1,96 \pm 0,11
	Largeur/(Hauteur/Largeur)	0,82 \pm 0,06	0,59 \pm 0,08
Fromental	Hauteur de la coquille	2,41 \pm 0,15	2,36 \pm 0,19
	Largeur du dernier tour	1,44 \pm 0,10	1,17 \pm 0,05
	Hauteur/Largeur	1,67 \pm 0,06	2,00 \pm 0,14
	Largeur/(Hauteur/Largeur)	0,86 \pm 0,08	0,58 \pm 0,11
Laurière	Hauteur de la coquille	2,54 \pm 0,13	2,18 \pm 0,30
	Largeur du dernier tour	1,51 \pm 0,06	1,25 \pm 0,06
	Hauteur/Largeur	1,68 \pm 0,07	1,73 \pm 0,17
	Largeur/(Hauteur/Largeur)	0,90 \pm 0,06	0,72 \pm 0,11
St-Michel-de- Veisse (Le Masvaudier)	Hauteur de la coquille	2,55 \pm 0,13	2,48 \pm 0,41
	Largeur du dernier tour	1,51 \pm 0,07	1,33 \pm 0,13
	Hauteur/Largeur	1,68 \pm 0,07	1,85 \pm 0,17
	Largeur/(Hauteur/Largeur)	0,89 \pm 0,07	0,71 \pm 0,14

* Ces chiffres ont été en partie fournis par BERNASCONI (*communication personnelle*).

** Données notées dans les échantillons récoltés en août.

Tableau X.
Les chiffres fournis par BERNASCONI et nos propres résultats pour quelques populations de bythinelles sur sol acide.

résultat concorde avec les informations que l'on possède sur d'autres espèces de mollusques aquatiques comme les Lymnaeidae et les familles voisines (voir les revues de MOUTHON, 1980, ou de LAMBERT, 1990, par exemple). Ce résultat s'accorde également avec ce que l'on sait sur l'évolution de la température dans les sources à l'origine des ruisseaux sur sol acide : d'après VAREILLE-MOREL (1986), la température y est assez basse au printemps et n'augmente qu'à partir de juin. L'accroissement thermique constaté par cet auteur pourrait expliquer le dépôt des pontes par les bythinelles à cette période.

- Le deuxième point est l'absence totale de juvéniles dans les relevés que nous avons effectués dans les 29 populations. Les individus de taille inférieure à 1 mm manquent et ceux de hauteur comprise entre 1 et 1,5 mm sont assez rares (sauf pour le relevé de mai dans la population de Fromental). Ce résultat peut s'expliquer en partie par la technique que nous avons utilisée pour la récolte de ces mollusques. Comme les mailles de la passoire sont larges de 2 mm, il est fort probable que les jeunes bythinelles aient été emportées par l'eau lorsque celle-ci ressort par les ouvertures.

C. BIOMÉTRIE ET POPULATIONS DE BYTHINELLES.

Comme plusieurs de nos populations ont été étudiées par BERNASCONI (2000), il nous a paru intéressant de comparer nos résultats aux données que cet auteur a recueillies pour les dimensions de leurs coquilles. Comme cet auteur utilise un rapport différent des nôtres, à savoir (Largeur du dernier tour) / (Hauteur de la coquille/Largeur du dernier tour), nous avons calculé les valeurs de ce rapport à partir de nos propres résultats. Les résultats sont fournis sur le tableau X.

L'examen de ces résultats montre qu'il existe de légères discordances entre les valeurs moyennes rapportées par l'auteur précité et nos propres chiffres. Deux points peuvent, à notre avis, expliquer ces différences :

- Le premier se rapporte à la date de prélèvement pour les échantillons que BERNASCONI (2000) et nous-même avons mesurés. Comme les dimensions moyennes présentent des variations par rapport à la période de récolte (voir le chapitre troisième), ce facteur peut expliquer une partie des différences notées dans les moyennes.

- Le second concerne la nature même du paramètre étudié. La largeur de la coquille peut, en effet, porter sur le dernier tour de spire en incluant l'ouverture ou sans la considérer (cas dans notre étude).

L'analyse factorielle discriminante permet de constater une relative homogénéité dans les populations de la Corrèze (81,8 % des individus testés), avec une hauteur moyenne de la coquille variant entre 1,96 et 2,18 mm. Comme ce caractère ne se retrouve pas dans les populations vivant dans les deux autres départements, on peut s'interroger sur les causes à l'origine de ce résultats. Deux hypothèses peuvent être retenues pour expliquer ce dernier point. La première d'entre elles est de relier ce fait à la qualité physiologique des ruisseaux qui serait moindre dans le cas de la Corrèze mais cette supposition paraît difficile à retenir car tous les cours d'eau étudiés se situent sur sol siliceux. La seconde serait d'invoquer l'existence d'une espèce de bythinelle différente de celles identifiées par BERNASCONI (2000) dans la Haute-Vienne (*Bythinella vimperoi*) et la Creuse (*B. rondelaudi*). La vérification de cette dernière hypothèse est en cours par l'envoi d'échantillons de la Corrèze à l'auteur précité.

D. LA BIOMÉTRIE EST-ELLE UN CRITÈRE SUFFISANT POUR IDENTIFIER LES ESPÈCES LOCALES DE BYTHINELLES ?

L'examen du tableau XII montre la difficulté d'effectuer de telles mesures sur des individus vivants, ne serait-ce que par les dates de prélèvements qui sont à choisir pour avoir le maximum d'animaux au stade adulte ou par la nature des paramètres à mesurer. Comme nos résultats ne montrent pas de différences nettes pour les bythinelles dans la hauteur de la coquille par exemple alors que deux espèces locales au moins sont concernées, on peut s'interroger sur la fiabilité de cette méthode pour identifier les espèces de bythinelles dans une région déterminée.

Certes, le problème précité peut être résolu en choisissant les bonnes dates de prélèvement pour avoir des bythinelles adultes mais il reste toujours la difficulté de les identifier avec précision en l'absence d'ornementations (carène, ...) sur la coquille ou l'ouverture car les espèces recensées par BERNASCONI (2000) dans le Limousin ne diffèrent que par des valeurs minimales de leurs caractères (2,31 à 2,54 mm de hauteur pour

B. vimperei, 2,55 mm pour *B. rondelaudi*). Il est donc logique de rechercher d'autres caractères conchyologiques ou anatomiques pour séparer avec certitude les espèces locales.

Un essai de ce type est déjà utilisé par BERNASCONI (2000) car cet auteur se sert de la structure de la radula et de l'appareil génital pour établir sa diagnose. Ces critères sont parfois difficiles à appliquer (voir les résultats fournis par cet auteur sur le tableau de la page 19). Dans ces conditions, on peut se demander s'il ne serait pas utile de trouver d'autres paramètres anatomiques en s'intéressant à la microanatomie de ces espèces par voie histologique car, d'après GERMAIN (1930/1931), les organes internes des individus appartenant à ce groupe ont été peu étudiés. Une recherche allant dans ce sens, couplée ou non à l'étude de l'ADN en biologie moléculaire, devrait permettre de séparer avec certitude les différentes espèces que l'on peut rencontrer dans les régions sur sol acide.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Des mesures biométriques ont été réalisées d'avril à septembre 2000 sur 2010 bythinelles récoltées dans 29 populations de la région Limousin afin de suivre la croissance de la coquille dans le temps et de déterminer si les dimensions de la coquille sont suffisantes pour identifier les espèces locales.

Les résultats peuvent être regroupés sous deux rubriques différentes :

1. Données biométriques.

Les valeurs de six paramètres ont été mesurées sur 1200 coquilles issues de deux populations par rapport à la date de leur prélèvement. A titre d'exemple, la hauteur moyenne de la coquille se distribue de 2,07 à 2,28 mm chez les mollusques de Berneuil, de 1,47 à 2,34 mm chez ceux de Fromental. La date de récolte a une influence significative sur les six paramètres alors que le facteur population n'agit que sur la hauteur et la largeur de l'ouverture.

Une étude dynamique de ces deux populations a été réalisée en analysant les variations numériques de ces bythinelles par rapport à la date de leur prélèvement et à la hauteur de

leur coquille. Les résultats semblent ne montrer qu'une seule génération annuelle pour ces deux populations.

2. Biométrie et populations de bythinelles.

Vingt-neuf populations et 350 bythinelles ont été comparées entre elles par l'intermédiaire des six paramètres étudiés. La hauteur de la coquille, sa largeur, le rapport correspondant et les deux dimensions de l'ouverture présentent des différences significatives par rapport au département dans lequel les bythinelles ont été récoltées. Si l'on compare les moyennes des paramètres entre les populations, ce sont les deux colonies de la Creuse qui présentent le nombre le plus élevé de différences significatives, suivies par trois populations de la Haute-Vienne.

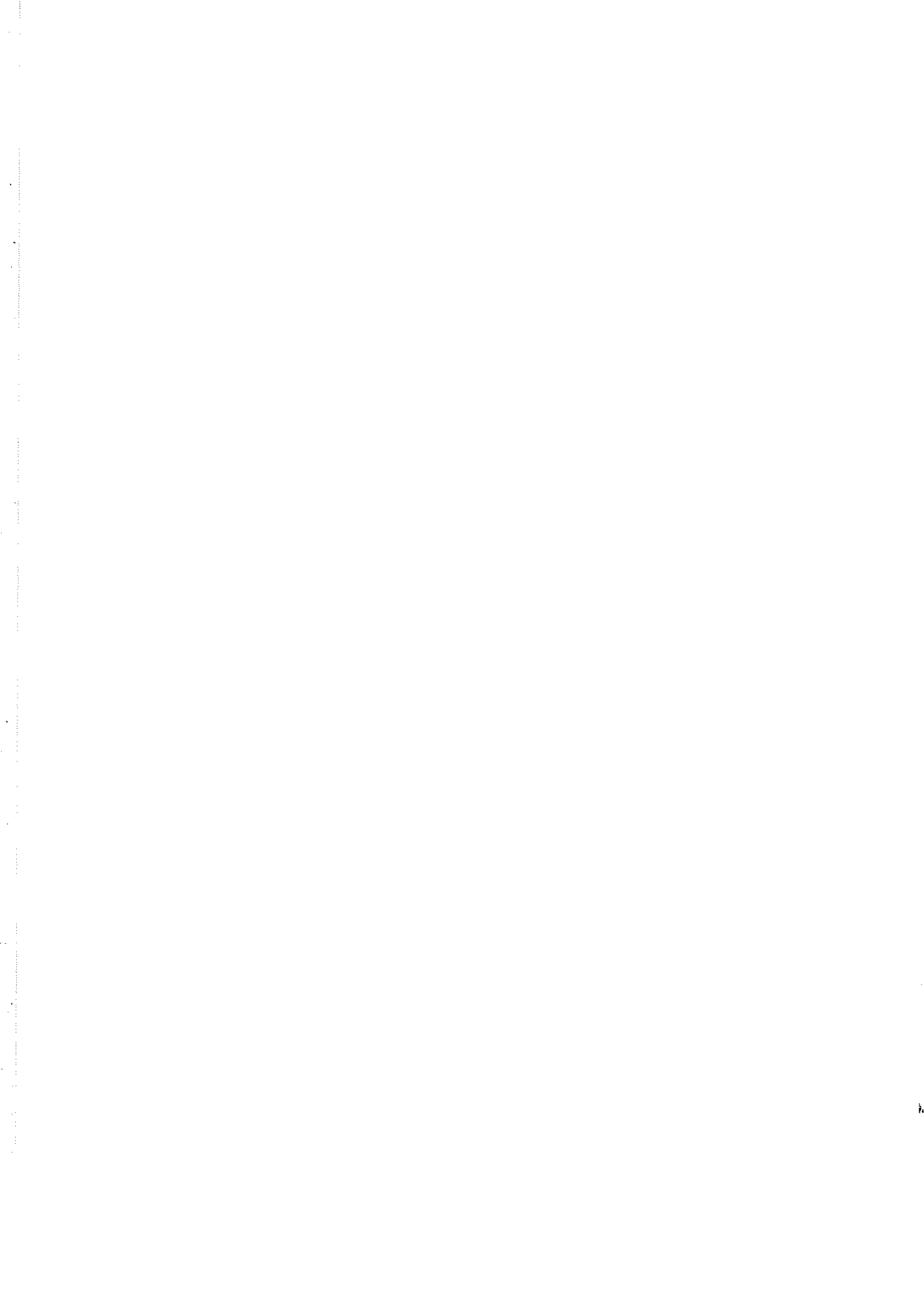
L'emploi de l'analyse factorielle discriminante n'a été réalisé que pour la hauteur de la coquille et sa largeur. Les bythinelles de la Creuse et, par suite, leurs populations se détachent nettement des autres colonies qui se superposent partiellement. Le classement des individus par rapport à leur département d'origine montre une grande homogénéité dans les individus de la Corrèze alors que ceux des deux autres départements sont nettement plus hétérogènes dans leur classement.

Ces premières recherches ont permis de dégager plusieurs points. Tout d'abord, les ruisseaux colonisés par les bythinelles sont assez nombreux dans le Limousin et il nous paraît utile de faire une prospection systématique des différents réseaux hydrographiques pour connaître la fréquence de leurs habitats par rapport aux différents départements. Les mesures biométriques entreprises n'ont pas permis ici d'isoler les différentes espèces locales de bythinelles par rapport aux paramètres étudiés et on peut s'interroger sur la fiabilité de la méthode. Il nous paraît intéressant de rechercher d'autres critères anatomiques pour essayer de séparer les différents taxons présents dans les zones sur sol acide.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNASCONI, R., 2000.- Révision du genre *Bythinella* (Moquin-Tandon, 1855) (Gastropoda Prosobranchia Hydrobiidae : Amnicolinae Bythinellini) de la France du Centre-Ouest, du Midi et des Pyrénées. *Doc. Malacol., N.S.*, 1, 126 p.
- BERTRAND, A., JOURDE, P., 2000.- Atlas de répartition des Mollusques continentaux de France. Etat d'avancement de l'atlas par département. A.F.E.M.C., La Roche-sur-Yon, 105 p.
- DAGNELIE, P., 1973.- Théorie et méthodes statistiques. 1. La statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique. 2^e édit. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 378 p.
- DAGNELIE, P., 1975.- Théorie et méthodes statistiques. 2. Les méthodes de l'inférence statistique. 2^e édit. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 463 p.
- GERMAIN, L., 1930/1931.- Mollusques terrestres et fluviatiles. Faune de France, tome 21. Libr. Fac. Sci. éd., Paris, 893 p.
- GLÖER, P., MEIER-BROOK, M., 1994.- Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 p.
- LAMBERT, M.C., 1990.- Contribution à la biologie et à l'écophysiologie d'un Lymnaeidae armoricain : *Lymnaea peregra* (Müller) (Mollusque, Gastéropode, Pulmoné, Basommatophore). Thèse Doct. Univ. Rennes I, Sci. Nat., n° 358, 317 p.

- MOENS, R., 1991.- Factors affecting *Lymnaea truncatula* populations and related control measures. *J. Med. Appl. Malacol.*, **3**, 73-84.
- MOUTHON, J., 1980.- Contribution à l'écologie des mollusques des eaux courantes. Esquisse biotypologique et données écologiques. Thèse Doct. ès-Sci. Biol., Paris VI, n° 412, 169 p.
- MOUTHON, J., 1981.- Typologie des mollusques des eaux courantes. Organisation biotypologique et groupements socio-écologiques. *Ann. Limnol.*, **17**, 143-162.
- MOUTHON, J., 1994.- Fréquences et densités des espèces de mollusques dans les cours d'eau français. *Vertigo*, **4**, 19-28.
- ØKLAND, J., 1990.- Lakes and snails. Environment and Gastropoda in 1,500 Norwegian lakes, ponds and rivers. Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, The Netherlands, 516 p.
- STAT-ITCF, 1988.- Manuel d'utilisation. Institut des Céréales et des Fourrages, Service des Études Statistiques, Boigneville, 210 p.
- VAREILLE-MOREL, C., 1986.- Contribution à l'étude écologique et écophysiological du Mollusque Prosobranch *Potamopyrgus jenkinsi* (E.A. Smith, 1889) dans la région Dordogne-Haute-Vienne. Thèse Doct. ès-Sci. Nat., Limoges, n° 6, 248 p.
- VAREILLE-MOREL, C., DREYFUSS, G., RONDELAUD, D., 1999.- The characteristics of habitats colonized by three species of *Lymnaea* in swampy meadows on acid soil : their interest for fasciolosis control. *Ann. Limnol.*, **35**, 173-178.



ANNEXE PREMIÈRE

Les colonies de bythinelles concernées par nos mesures
et leur localisation géographique dans le Limousin.



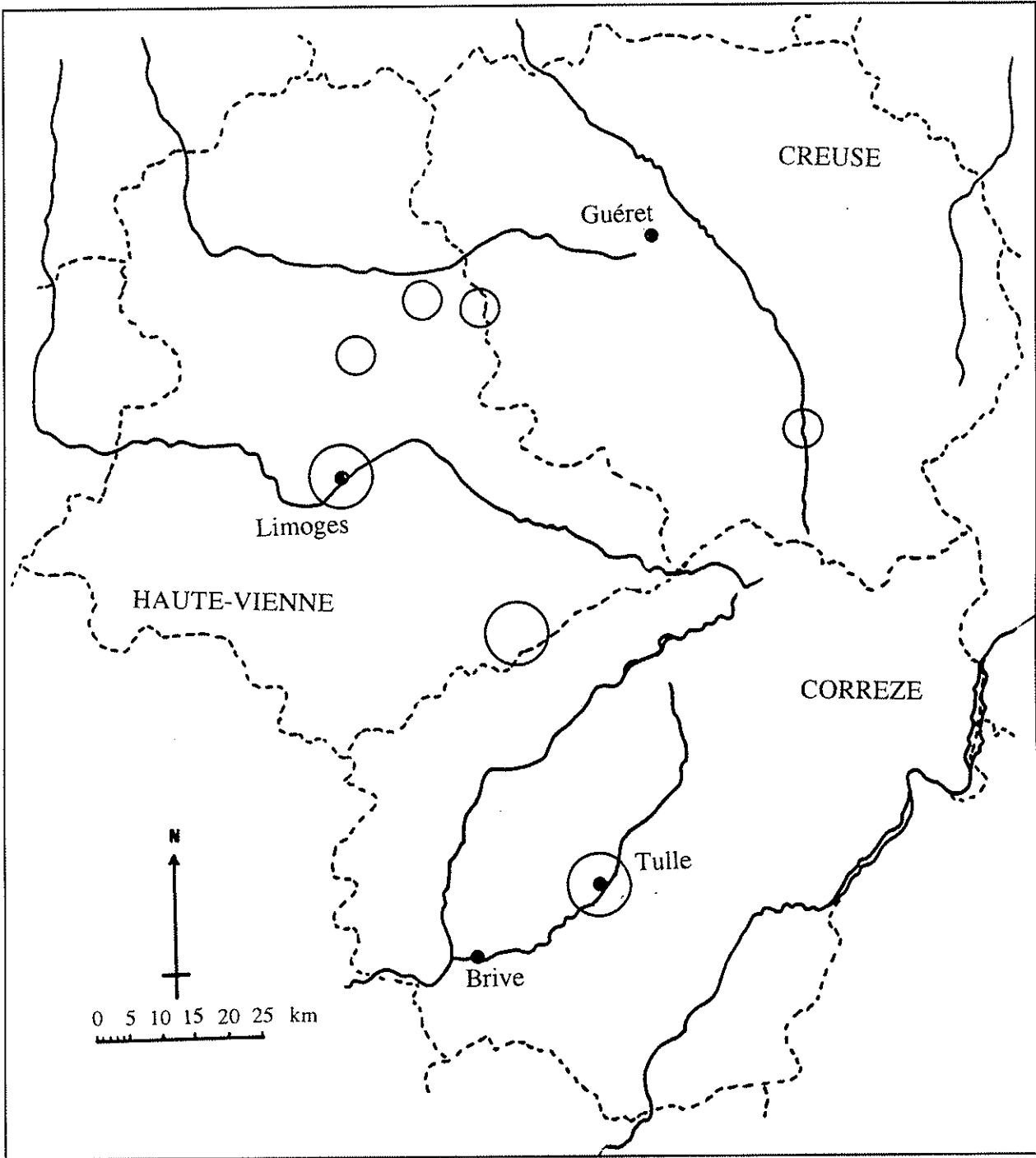


Figure 13.
Localisation géographique des secteurs d'étude
(cercles) dans la région du Limousin.

Commune étudiée	Département	Nombre de ruisseaux	
		étudiés	avec des bythinelles.
Chanac-les-Mines	Corrèze	3	2
Naves		10	8
Saint-Clément		2	1
Tulle		14	9
Saint-Michel-de-Veisse	Creuse	11	2
Bosmie-l'Aiguille	Haute-Vienne	3	0
Condat-sur-Vienne		4	1
La Croisille-sur-Briance		7	2
Laurière		7	1
Limoges		4	0
Saint-Vitte-sur-Briance		3	0
Surdoux		1	1
Verneuil-sur-Vienne		6	1
Au total		75	25

Tableau XIII.
Les secteurs étudiés dans la région du Limousin, avec indication du nombre de ruisseaux prospectés et de celui avec des bythinelles.

A. Département de la Corrèze.

1. Commune de Chanac-les-Mines, département de la Corrèze. Sur la route D 9 allant vers Malangie, à 800 m après le pont de la Prade. Latitude : 45° 16' 45". Longitude : 01° 48' 47". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un bois, à droite de la route. Longueur du ruisseau : 9 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/35 sec.
2. Commune de Chanac-les-Mines, département de la Corrèze. Sur la route D 9 allant vers Malangie, à 1100 m après le pont de la Prade. Latitude : 45° 16' 38". Longitude : 01° 48' 53". Ruisseau à droite de la route, dans un sous-bois escarpé. La source passe sous la route et ressort en contrebas. Longueur du ruisseau : 75 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/12 sec.
3. Commune de Naves, département de la Corrèze. Au lieu-dit la Croix-de-Leyrat. Sur la route D 7, en direction du pont de Peyrelevade. A 350 m environ du carrefour. Latitude : 45° 17' 40". Longitude : 01° 44' 10". Ruisseau alimenté par une source et s'écoulant dans un pré jusqu'à un étang. Longueur du ruisseau : 130 m, avec présence des bythinelles sur les 95 m les plus en aval. Vitesse du courant (août) : 1 m/6 sec.
4. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 7, en direction de la Croix-de-Leyrat. A 750 m après le Moulin du Pasquet. Latitude : 45° 18' 41". Longitude : 01° 43' 44". Ruisseau alimenté par une source et situé à gauche de la route, dans un virage en montant la côte. Longueur du ruisseau : 27,5 m, avec présence de bythinelles sur 13,5 m en amont. Vitesse du courant (août) : 1 m/25 sec.
5. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 23, en direction de Tulle. A 1300 m de Vimbelle. Latitude : 45° 19' 48". Longitude : 01° 47' 15". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un sous-bois escarpé. Longueur du ruisseau : 190 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/12,5 sec.
6. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 23, en direction de Tulle. A 2200 m de Vimbelle. Latitude : 45° 19' 24". Longitude : 01° 47' 23". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un sous-bois à droite de la route. Longueur du ruisseau : 175 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/30 sec.
7. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 23, en allant vers Tulle. A 2700 m de Vimbelle. Latitude : 45° 19' 15". Longitude : 01° 47' 35". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un sous-bois pentu et rocheux. Longueur du ruisseau : 135 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/25 sec.
8. Commune de Naves, département de la Corrèze. A 4200 m de Vimbelle. Latitude : 45° 18' 33". Longitude : 01° 46' 55". Ruisseau alimenté par une source, situé de part et d'autre de la route, et présentant une cascade de 2,5 m. Longueur du ruisseau : 165 m, avec présence des individus sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/13,5 sec.
9. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 23, en allant vers Tulle. A 5200 m de Vimbelle. Latitude : 45° 18' 22". Longitude : 01° 47' 10". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un sous-bois pentu et rocheux. Longueur du ruisseau : 90 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/11 sec.

10. Commune de Naves, département de la Corrèze. Sur la route D 23, en allant vers Tulle. A 5300 m de Vimbelles. Latitude : 45° 18' 19". Longitude : 01° 47' 12". Ruisseau alimenté par une source et situé de part et d'autre de la route. longueur du ruisseau : 135 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/12,5 sec.
11. Commune de Saint-Clément, département de la Corrèze. A 800 m de la gare S.N.C.F. (désaffectée) de Naves. Sur la route D 7, en direction des Quatre-Routes de Saint-Clément. Localisation juste avant le Moulin de la Rode. Latitude : 45° 18' 44". Longitude : 01° 42' 48". Ruisseau alimenté par une source et situé de part et d'autre de la route. Longueur du ruisseau : 57,5 m, avec présence des bythinelles sur les 32 m les plus en amont. Vitesse du courant (août) : 1 m/15 sec.
12. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Au lieu-dit La Croix-de-Bar, le long du Puy Brajou dans le bois de "Chez Lascaux". Latitude : 45° 16' 38". Longitude : 01° 45' 16". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un fond de vallée. longueur du ruisseau : 350 m, avec présence des bythinelles sur les 150 m les plus en amont. Vitesse du courant (août) : 1m/8 sec.
13. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Au lieu-dit la Croix-de-Bar, dans un bois privé de "Chez Tournier", à proximité de Lachèze. Latitude : 45° 16' 34". Longitude : 01° 45' 25". Ruisseau alimenté par une source et situé sur la droite d'un bois de résineux, le long d'une haie. Présence d'un herbier important dans la source. Longueur du ruisseau : 40 m, avec présence des bythinelles sur les 20 m les plus en amont. Vitesse du courant (août) : 1 m/17,5 sec.
14. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Au lieu-dit la Croix-de-Bar. Latitude : 45° 16' 05". Longitude : 01° 45' 02". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un pré se prolongeant par un fond de vallée boisée. Le ruisseau se jette dans la Céronne (rivière). Longueur du ruisseau : 1 km, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/12,5 sec.
15. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Au lieu-dit Estorges sur la route qui va vers la Croix-de-Bar. Latitude : 45° 16' 41". Longitude : 01° 45' 28". Ruisseau alimenté par une source captée et situé à droite de la route, dans un pré le long d'une haie. Longueur du ruisseau : 150 m environ, avec présence des bythinelles sur les 45 m les plus en aval. Vitesse du courant (août) : 1 m/10 sec.
16. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Au lieu-dit Puy-des-Echelles. Latitude : 45° 16' 20". Longitude : 01° 45' 01". Ruisseau alimenté par une source (à côté d'une mare) et situé le long d'une haie, dans un pré à 250 m de la route. Longueur du ruisseau : 13,5 m, avec présence des bythinelles sur les 10 m les plus en aval. Vitesse du courant non mesurée (eau stagnante en août).
17. Commune de Tulle, département de la Corrèze. Sur les pentes du Puy-Mirat, à côté d'une carrière à ciel ouvert. Latitude : 45° 17' 03". Longitude : 01° 44' 21". Ruisseau alimenté par une source, très encaissé et circulant dans un sous-bois. Présence d'une mare. Longueur du ruisseau : 1 km environ, avec présence des bythinelles sur les 800 m les plus en aval. Vitesse du courant (août) : 1 m/9 sec.

18. Commune de Tulle, département de la Corrèze. En direction du quartier de Souilhac. Sur la route D 167 en direction de Tulle. Latitude : 45° 16' 15". Longitude : 01° 44' 28". Ruisseau alimenté par une source et situé à droite de la route, dans un sous-bois dense et pentu. Présence d'un étang. Longueur du ruisseau : 65 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/10 sec au niveau de la source.
19. Commune de Tulle, département de la Corrèze. En direction du quartier de Souilhac. Sur la route D 167, à 10 m environ avant le panonceau "Tulle". Latitude : 45° 16' 00". Longitude : 01° 44' 34". Ruisseau alimenté par une source et situé à droite de la route. Descend d'un talus très accentué et circule dans le fossé de la route. Longueur du ruisseau : 16 m, avec présence des bythinelles sur une longueur de 3,5 m. Vitesse du courant non mesurée (écoulement goutte par goutte en août).
20. Commune de Tulle, département de la Corrèze. En direction du quartier Souilhac. Sur la route D 167, à droite de la route allant vers Brive. Latitude : 45° 16' 00". Longitude : 01° 44' 34". Ruisseau alimenté par une source et situé dans un sous-bois à pente forte, le long d'un canal cimenté. Longueur du ruisseau : 5,5 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant non mesurée (suintements en août).

B. Département de la Creuse.

21. Commune de Saint-Michel-de-Veisse, département de la Creuse. Au lieu-dit Lavaud, au départ de la route qui va à Masvaudier. Latitude : 45° 54' 26". Longitude : 02° 03' 31". Ruisseau alimenté par une source et situé dans le fossé droit de la route. Longueur du ruisseau : 150 m, avec présence des bythinelles sur les 100 m les plus en aval. Vitesse du courant (août) : 1 m/15 sec.
22. Commune de Saint-Michel-de-Veisse, département de la Creuse. Au lieu-dit Masvaudier, au départ de la route qui va vers Lavaud. Latitude : 45° 55' 26". Longitude : 02° 02' 49". Ruisseau alimenté par une source et situé dans le fossé gauche de la route. Longueur du ruisseau : 20 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/12 sec.

C. Département de la Haute-Vienne.

23. Commune de Condat-sur-Vienne, département de la Haute-Vienne. Sur la route D 11, à côté de Saint-Paul-des-Ribes. Latitude : 45° 45' 59". Longitude : 01° 13' 06". Ruisseau situé dans un fossé de route. Longueur du ruisseau : 100 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur, à l'exception des 3 premiers mètres. Vitesse du courant (août) : moins de 10 cm/sec.
24. Commune de la Croisille-sur-Briance, département de la Haute-Vienne. A 1900 m environ du panonceau "Peyroux" sur la route D 12. Latitude : 45° 38' 07". Longitude : 01° 36' 51". Ruisseau alimenté par une source et situé après le lieu-dit des Ors, sur le côté gauche de la route. Longueur du ruisseau : 70 m, avec présence des bythinelles sur toute la longueur. Vitesse du courant (août) : 1 m/9 sec.

25. Commune de Laurière, département de la Haute-Vienne. Fossé de route situé le long de la route D 914, à 800 m après le hameau de Baugiraud. Juste avant la route qui va à Volondat. Latitude : 46° 05' 05". Longitude : 01° 31' 09". Ruisseau circulant dans le fossé, sur 100 m avant de passer sous la route. Présence des bythinelles sur toute la longueur. vitesse du courant (août) : 1 m/15 sec.
26. Commune de Surdoux, département de la Haute-Vienne. A côté du Mont Gargan, sur la route D 39. Station située à 800 m du carrefour formé par les routes D 12 et D 39, et à 2,3 km de Saint-Gilles-les-Forêts. Latitude : 45° 36' 36". Longitude : 01° 39' 28". Ruisseau alimenté par une source et situé de part et d'autre de la route. Longueur du ruisseau : 200 m, avec présence des bythinelles sur une zone longue de 50 m sur le milieu du cours. Vitesse du courant (août) : 1 m/13 sec.
27. Commune de Verneuil-sur-Vienne, département de la Haute-Vienne. Sur la route D 20, près du bois des Vaseix. En face du panneau indiquant : Aix-sur-Vienne, 5 km ; Centre départemental la Loutre, 2 km. Latitude : 45° 49' 35". Longitude : 01° 09' 59". Ruisseau alimenté par une source et situé dans le fossé. Longueur du ruisseau : 130 m, avec présence des bythinelles sur les 40 m les plus en amont. Vitesse du courant (août) : 3 cm/sec.

ANNEXE DEUXIÈME

Les valeurs moyennes et les écarts types obtenus avec les 27 populations de bythinelles, provenant de la région du Limousin.

Compte-tenu de la petite taille des bythinelles, nous avons conservé les valeurs, avec deux chiffres après la virgule.

Département	N° d'ordre des stations	Hauteur totale de la coquille (en mm)			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	2,18	0,18	1,43	2,44
	2	1,96	0,08	1,80	2,14
	3	2,00	0,15	1,50	2,48
	4	2,10	0,28	1,59	2,29
	5	2,11	0,10	1,96	2,34
	6	2,13	0,19	1,56	2,53
	7	1,96	0,15	1,34	2,18
	8	2,11	0,19	1,60	2,44
	9	2,13	0,14	1,78	2,46
	10	2,05	0,19	1,47	2,42
	11	2,10	0,15	1,81	2,51
	12	2,01	0,12	2,09	2,62
	13	2,38	0,21	1,38	2,30
	14	2,10	0,16	1,56	2,43
	15	2,31	0,22	1,72	2,65
	16	2,11	0,26	1,43	2,46
	17	2,13	0,24	1,51	2,49
	18	1,93	0,18	1,71	2,23
	19	2,00	0,13	1,75	2,27
	20	2,07	0,09	1,99	2,23
Creuse	21	2,67	0,17	2,11	2,94
	22	2,48	0,41	1,34	3,06
Haute-Vienne	23	1,96	0,08	1,53	2,65
	24	2,32	0,19	1,83	2,55
	25	2,18	0,30	1,53	2,59
	26	2,40	0,30	1,41	2,72
	27	2,38	0,24	1,74	2,85

Tableau XIV.
La hauteur totale de la coquille, mesurée chez
27 populations de bythinelles (récoltées en août 2000).
Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Département	N° d'ordre des stations	Largeur du dernier tour de spire (en mm)			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	1,16	0,07	1,01	1,33
	2	1,04	0,03	0,98	1,13
	3	1,08	0,06	1,07	1,41
	4	1,22	0,08	0,96	1,17
	5	1,11	0,07	1,02	1,21
	6	1,12	0,05	1,01	1,32
	7	1,06	0,07	0,96	1,19
	8	1,14	0,05	1,03	1,32
	9	1,11	0,05	1,00	1,19
	10	1,12	0,06	0,98	1,24
	11	1,14	0,07	1,00	1,30
	12	1,27	0,05	1,12	1,39
	13	1,10	0,06	0,98	1,26
	14	1,14	0,07	1,02	1,33
	15	1,27	0,08	1,13	1,42
	16	1,21	0,08	1,03	1,38
	17	1,19	0,06	1,03	1,32
	18	1,06	0,08	0,89	1,22
	19	1,08	0,06	0,99	1,22
	20	1,11	0,04	1,03	1,22
Creuse	21	1,43	0,06	1,31	1,56
	22	1,33	0,13	0,89	1,51
Haute-Vienne	23	1,09	0,14	1,09	1,45
	24	1,31	0,08	1,01	1,80
	25	1,25	0,06	1,06	1,36
	26	1,35	0,11	1,03	1,55
	27	1,31	0,07	1,14	1,47

Tableau XV.
 La largeur du dernier tour de spire, mesurée chez
 27 populations de bythinelles (récoltées en août 2000).
 Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Département	N° d'ordre des stations	Hauteur de l'ouverture (en mm)			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	1,01	0,06	0,81	1,15
	2	0,93	0,03	0,88	1,00
	3	0,96	0,05	0,84	1,18
	4	1,01	0,08	0,87	1,05
	5	0,98	0,05	0,89	1,12
	6	0,98	0,06	0,86	1,12
	7	0,94	0,04	0,84	1,05
	8	1,02	0,06	0,90	1,19
	9	1,00	0,05	0,90	1,08
	10	0,99	0,05	0,85	1,12
	11	0,98	0,05	0,90	1,09
	12	1,11	0,04	0,99	1,16
	13	0,98	0,06	0,82	1,09
	14	0,98	0,06	0,88	1,09
	15	1,08	0,08	0,93	1,23
	16	1,04	0,08	0,86	1,20
	17	1,06	0,07	0,90	1,18
	18	0,95	0,08	0,74	1,10
	19	0,97	0,05	0,86	1,11
	20	0,99	0,03	0,90	1,07
Creuse	21	1,23	0,06	1,09	1,33
	22	1,12	0,11	0,78	1,33
Haute-Vienne	23	0,95	0,04	0,93	1,22
	24	1,11	0,06	0,85	1,21
	25	1,05	0,06	0,88	1,16
	26	1,15	0,10	0,83	1,30
	27	1,10	0,06	0,95	1,28

Tableau XVI.
 La hauteur de l'ouverture, mesurée chez
 27 populations de bythinelles (récoltées en août 2000).
 Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Département	N° d'ordre des stations	Largeur de l'ouverture (en mm)			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	0,70	0,06	0,51	0,78
	2	0,64	0,05	0,60	0,70
	3	0,66	0,05	0,52	0,79
	4	0,67	0,07	0,53	0,73
	5	0,68	0,09	0,60	0,78
	6	0,69	0,05	0,49	0,79
	7	0,67	0,04	0,56	0,72
	8	0,71	0,03	0,50	0,79
	9	0,70	0,06	0,58	0,78
	10	0,69	0,04	0,56	0,79
	11	0,69	0,04	0,58	0,82
	12	0,75	0,06	0,58	0,86
	13	0,65	0,08	0,47	0,77
	14	0,68	0,06	0,50	0,78
	15	0,77	0,08	0,56	0,94
	16	0,69	0,08	0,53	0,81
	17	0,67	0,07	0,53	0,79
	18	0,64	0,06	0,45	0,76
	19	0,68	0,03	0,61	0,75
	20	0,67	0,03	0,63	0,74
Creuse	21	0,83	0,06	0,70	0,95
	22	0,77	0,10	0,55	0,92
Haute-Vienne	23	0,67	0,03	0,62	0,88
	24	0,76	0,07	0,56	0,85
	25	0,68	0,07	0,58	0,81
	26	0,80	0,08	0,51	0,94
	27	0,74	0,09	0,55	0,88

Tableau XVII.
 La largeur de l'ouverture, mesurée chez
 27 populations de bythinelles (récoltées en août 2000).
 Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Département	N° d'ordre des stations	Rapport = (hauteur de la coquille) / (largeur du dernier tour de spire) en mm			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	1,87	0,12	1,42	2,14
	2	1,88	0,06	1,78	2,08
	3	1,65	0,08	1,61	2,07
	4	1,72	0,16	1,37	1,90
	5	1,89	0,06	1,75	2,07
	6	1,88	0,10	1,53	2,03
	7	1,84	0,14	1,29	2,01
	8	1,85	0,13	1,44	2,00
	9	1,91	0,11	1,63	2,20
	10	1,82	0,10	1,50	1,96
	11	1,84	0,09	1,55	1,98
	12	1,87	0,05	1,74	2,02
	13	1,81	0,14	1,39	1,99
	14	1,83	0,09	1,53	1,99
	15	1,80	0,09	1,52	1,96
	16	1,73	0,15	1,38	1,94
	17	1,79	0,13	1,47	2,01
	18	1,80	0,10	1,42	1,93
	19	1,84	0,08	1,62	2,06
	20	1,85	0,05	1,74	1,97
Creuse	21	1,86	0,09	1,56	2,08
	22	1,85	0,17	1,45	2,09
Haute-Vienne	23	1,81	0,16	1,09	1,99
	24	1,77	0,08	1,50	1,96
	25	1,73	0,17	1,43	1,96
	26	1,77	0,12	1,37	1,91
	27	1,81	0,10	1,53	2,07

Tableau XVIII.

La valeur du rapport (hauteur de la coquille) / (largeur du dernier tour de spire), chez 27 populations de bythinelles.
 Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Département	N° d'ordre des stations	Rapport = (hauteur de l'ouverture) / (largeur de celle-ci) en mm			
		Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Corrèze	1	1,43	0,06	1,34	1,63
	2	1,43	0,05	1,30	1,58
	3	1,45	0,07	1,30	1,64
	4	1,51	0,11	1,35	1,79
	5	1,43	0,09	1,31	1,65
	6	1,41	0,09	1,25	1,76
	7	1,41	0,06	1,28	1,56
	8	1,45	0,11	1,32	1,86
	9	1,44	0,08	1,29	1,71
	10	1,43	0,08	1,30	1,67
	11	1,43	0,08	1,28	1,67
	12	1,48	0,13	1,32	1,90
	13	1,51	0,13	1,35	1,79
	14	1,44	0,13	1,14	1,76
	15	1,40	0,10	1,27	1,78
	16	1,52	0,11	1,35	1,75
	17	1,57	0,11	1,29	1,77
	18	1,43	0,08	1,39	1,68
	19	1,48	0,07	1,34	1,74
	20	1,46	0,05	1,34	1,60
Creuse	21	1,47	0,09	1,32	1,75
	22	1,46	0,10	1,32	1,67
Haute-Vienne	23	1,41	0,09	1,22	1,69
	24	1,47	0,13	1,30	1,86
	25	1,54	0,10	1,33	1,76
	26	1,44	0,09	1,30	1,67
	27	1,48	0,18	1,27	1,95

Tableau XIX.
La valeur du rapport (hauteur de l'ouverture) /
(largeur de celle-ci), chez 27 populations de bythinelles.
Nombre de mollusques par échantillon : 30.

Les bythinelles (Mollusques) dans la région du Limousin. Études biométriques et écologiques.

Par P. Giry.

Des mesures biométriques ont été réalisées d'avril à septembre 2000 sur 2010 bythinelles récoltées dans 29 populations de la région Limousin afin de suivre la croissance de la coquille dans le temps et de déterminer si les dimensions de la coquille sont suffisantes pour identifier les espèces locales.

Les valeurs de six paramètres ont été mesurées sur 1200 coquilles issues de deux populations par rapport à la date de leur prélèvement. A titre d'exemple, la hauteur moyenne de la coquille se distribue de 2,07 à 2,28 mm chez les mollusques de Berneuil, de 1,47 à 2,34 mm chez ceux de Fromental. La date de récolte a une influence significative sur les six paramètres alors que le facteur population n'agit que sur la hauteur et la largeur de l'ouverture. Une étude dynamique de ces deux populations a été réalisée en analysant les variations numériques de ces bythinelles par rapport à la date de leur prélèvement et à la hauteur de leur coquille. Dans le cadre de ces investigations, il n'y a qu'une seule génération annuelle pour les bythinelles.

Vingt-neuf populations et 350 bythinelles ont été comparées entre elles par l'intermédiaire des six paramètres étudiés. La hauteur de la coquille, sa largeur, le rapport correspondant et les deux dimensions de l'ouverture présentent des différences significatives par rapport au département dans lequel les bythinelles ont été récoltées. Si l'on compare les moyennes des paramètres entre les populations, ce sont les deux colonies de la Creuse qui présentent le nombre le plus élevé de différences significatives, suivies par trois populations de la Haute-Vienne.

L'emploi de l'analyse factorielle discriminante n'a été réalisé que pour la hauteur de la coquille et sa largeur. Les bythinelles de la Creuse et, par suite, leurs populations se détachent nettement des autres colonies qui se superposent partiellement. Le classement des individus par rapport à leur département d'origine montre une grande homogénéité dans les individus de la Corrèze alors que ceux des deux autres départements sont nettement plus hétérogènes dans leur classement.

Malgré la présence de deux espèces locales de bythinelles, ces résultats montrent que la biométrie n'est pas une méthode suffisante pour l'identification d'autres taxons et qu'il est nécessaire de rechercher d'autres critères plus fiables pour effectuer cette opération.

Mots clés : Biométrie. Bythinelles. Hydrobiidae. *Marstoniopsis* sp. Limousin.