1.4.1

UNIVERSITE DE GENEVE
Département d'anthropologie et d'écologie

FACULTE DES SCIENCES
Professeur J.-B. Lachavanne

Déterminismes des assemblages de gastéropodes aquatiques en zones alluviales

(Rive sud du lac de Neuchâtel-CH et Basse plaine de l'Ain-F)

THÈSE

présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention biologique

par

Céline ANTOINE

de
France

Thèse N°3358

Genève
2002

UNIVERSITE DE GENEVE
Département d'anthropologie et d'écologie

FACULTE DES SCIENCES
Professeur J.-B. Lachavanne

Déterminismes des assemblages de gastéropodes aquatiques en zones alluviales

(Rive sud du lac de Neuchâtel-CH et Basse plaine de l'Ain-F)

THÈSE

présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention biologique

par

Céline ANTOINE

de
France

Thèse N°3358

Genève
2002

La Faculté des sciences, sur le préavis de Messieurs J.-B. LACHAVANNE, professeur adjoint et directeur de thèse (Département d'anthropologie et écologie, Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique), C. AMOROS, professeur (Université de Lyon I, Ecologie des hydrosystèmes fluviaux - Villeurbanne, France), J. HAUSSER, professeur (Université de Lausanne - Institut d'écologie, Laboratoire de zoologie et d'écologie animale) et Madame K. COSTIL, docteur (Université de Caen, Laboratoire de biologie et biotechnologies marines - France), autorise l'impression de la présente thèse, sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 27 juin 2002

Thèse - 3358 -

Le Doyen, Jacques WEBER

A mes parents,

A Laurent,

SOMMAIRE

Table des matières 1
Remerciements 3
Résumé 5
Summary 8

CHAPITRE 1 – Introduction générale 11

CHAPITRE 2 – Concepts et échelles d'approche de la biodiversité 14

CHAPITRE 3 – Les zones humides alluviales 18

3.1. - Zones alluviales péri-lacustres et fluviales 19

3.2. - Dynamisme et biodiversité des zones péri-fluviales 21

CHAPITRE 4 – Les gastéropodes aquatiques 24

4.1. – Données taxonomiques et références contemporaines 25

4.2. – Gastéropodes aquatiques et conditions d'habitat 27

CHAPITRE 5 – Régions d'étude et niveaux d'approche 29

5.1. - La zone humide péri-lacustre de la rive Sud du lac de Neuchâtel 30

5.2. - La plaine alluviale fluviale de l'Ain 33

5.3. – Echelles spatiales adoptées dans la démarche comparative 36

CHAPITRE 6 – Habitat requirements of freshwater gastropod assemblages in a lake fringe wetland (Lake Neuchâtel, Switzerland) 39

6.1. – Introduction 41

6.2. – Material and methods 41

6.3. – Results 46

6.4 – Discussion 53

CHAPITRE 7 – Architecture de l'habitat : Quel rôle dans la distribution des gastéropodes aquatiques ? 59

7.1. – Introduction 60

7.2. – Matériels et méthodes 61

7.3. – Résultats 67

7.4 – Discussion 73

CHAPITRE 8 – Assemblages de gastéropodes aquatiques et connectivité dans une plaine alluviale fluviale (Ain, France) 78

8.1. – Introduction 79

8.2. – Matériels et méthodes 80

8.3. – Résultats 85
8.4 – Discussion 93
CHAPITRE 9 – Diversité des assemblages de gastéropodes aquatiques en zone alluviale : rôle de l'hétérogénéité de l'habitat 99
9.1. – Introduction 100
9.2. – Matériels et méthodes 101
9.3. – Résultats 106
9.4 – Discussion 114

CHAPITRE 10 – Synthèse et discussion 119

Références bibliographiques 132
Annexes 151
Annexe 1 : Tableau faunistique des étangs de la Grande Cariçaie 152
Annexe 2 : Tableau faunistique des sites de la Plaine alluviale de l'Ain 155
Annexe 3 : Tableau floristique des étangs de la Grande Cariçaie 157
Annexe 4 : Tableau de codage de la structure de la végétation pour les étangs de la Grande Cariçaie 160
Annexe 5 : Tableau floristique des sites de la Plaine alluviale de l'Ain 162
Annexe 6 : Tableau de codage de la structure de la végétation pour les sites de la Plaine alluviale de l'Ain 164
Annexe 7 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau pour les sites de la Plaine alluviale de l'Ain 166
Annexe 8 : Caractéristiques chimiques de l'eau pour les sites de la Plaine alluviale de l'Ain 171
Annexe 9 : Caractéristiques des sédiments pour les sites de la Plaine alluviale de l'Ain 172

Remerciements

Un travail tel qu'une thèse, qui ne porte qu'une signature, est en fait le résultat de la collaboration et de l'aide de plusieurs personnes que je tiens tout particulièrement à remercier.

Tous mes remerciements s'adressent tout d'abord au Professeur Jean-Bernard Lachavanne pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer ce travail dans le cadre de son laboratoire. Sans son aide pour la création du poste d'assistante dont j'ai bénéficié, ce travail n'aurait même pas commencé. Je le remercie également pour la confiance qu'il m'a témoigné durant ces années de thèse qui resteront des années passionnantes...

Je remercie les membres du jury, le Professeur Claude Amoros (Université de Lyon I, Ecologie des hydrosystèmes fluviaux – Villeurbanne, France), le Professeur Jacques Hausser (Université de Lausanne – Institut d'écologie, Laboratoire de zoologie et d'écologie animale, Suisse) et le Docteur Katherine Costil (Université de Caen, Laboratoire de biologie et biotechnologies marines, France) pour avoir pris le temps de lire et de juger le présent travail.

Je remercie le Fond National Suisse pour la Recherche Scientifique pour l'octroi des subsides n° 3100-049691.96 (« Aquatic vegetation patterns along environmental gradients. Testing species pools and assembly rules in shallow water bodies ») qui a permis d'acquérir les données de milieu de la Grande Cariçaie, et n° 3100-059326.99 ("Patterns of biodiversity in alluvial water bodies: Do gastropod allozyme variations and species assemblages tell the same story?") qui a permis de réaliser les travaux sur la Plaine alluviale de l'Ain. Ma reconnaissance va également à la Société Académique de Genève qui m'a permis par son soutien financier d'assister au colloque de la SIL à Dublin et d'y présenter les premiers résultats de cette thèse. Merçi également au « Groupe d'Etude et de Gestion de la Grande Cariçaie » pour m'avoir donné l'autorisation d'explorer ce lieu magnifique qu'est la Réserve de la Grande Cariçaie. Je remerçie le Laboratoire d'Ecologie des hydrosystèmes fluviaux de Lyon d'avoir partagé leurs sites d'étude pour une exploration malacologique et plus particulièrment le Dr. Gudrun Bornette pour l'échange de discussions constructives.

Je remerçie Emmanuel Castella pour m'avoir fait découvrir ces attachantes petites bêtes que sont les gastéropodes aquatiques. Merçi d'avoir encadré cette thèse dans toutes ses étapes, de la découverte, aux journées de terrain, à l'analyse des résultats, aux discussions, à la rédaction, jusqu'à la soutenance !

Merçi également à Gerhard Falkner pour son aide constante dans l'apprentissage de la détermination des gastéropodes et les vérifications qu'il a bien voulu effectuer sur l'ensemble des exemplaires problématiques de cette thèse.
Un grand merçi également à Diana Cambin qui a trié les échantillons prélevés dans la Plaine alluviale de l'Ain avec grand intérêt et une énergie débordante !
Merçi à Dominique Auderset-Joye d'avoir bien voulu prendre un peu de son temps pour vérifier quelques plantes et un sérieux coup de pouce dans la détermination des Charas.

Je tiens à remercier très chaleureusement Anthony Lehmann, Béat Oertli, Brigitte Lods-Crozet et Dominique Auderset-Joye pour la lecture des différents articles qui composent cette thèse et pour leurs commentaires très constructifs. Merçi d'avoir pris un peu de votre temps pour m'aider...

Je remerçie également toutes les personnes qui n'ont pas hésité à chausser leurs bottes et cuissardes, été comme hiver, pour me donner un sacré coup de main sur le terrain. Un grand merçi à Antoine Gander, Armelle Forrer, Christiane Ilg, Christine Habashi, Corinne Pulfer, mon frère François-

Joseph, Jessica Castella-Müller, Laurent Escallier, Lothar Meyer, Nelson, Ruth Bänziger, Sandra Knispel et Serge Ryser.

Merçi également au directeur, le Professeur Walter Wildi, et aux collaborateurs de l'Institut Forel, de m'avoir permis de bénéficier à mainte reprises de leurs compétences, de leur matériel et de leur collaboration. Merci tout particulièrement à Michel Chevallay et Philippe Arpagaus, ainsi que Lothar Meyer et Sandrine Fontaine pour leur aide dans l'analyse des sédiments.

Merci à Martin Speight d'avoir accepté de corriger la version anglaise des articles et pour ses commentaires.

Merci également aux pros de l'informatique, Christian Oïhénart et Anthony Lehmann, pour les dépannages efficaces de ma machine, qui restera à mes yeux un mystère…

Merci à Françoise Wyss, secrétaire de l'Institut Forel et du CESSNE, pour son efficacité et sa gentillesse à régler tous mes soucis administratifs.

Et maintenant, je voudrais remercier mes parents et Laurent, qui ont énormément compté pendant tout le déroulement de cette thèse. Pour votre attention, votre patience, votre soutien dans les moments les moins rigolos, et votre enthousiasme dans les périodes les plus fastes, un énorme merci du fond du cœur…cette thèse est aussi un peu la vôtre !

A toute la joyeuse équipe de parents et amis, de Gap et des environs, qui se sont bien souvent moqués de l'étude de mes petites bêtes ou de mon accent suisse…, je vous remercie pour votre bonne humeur, qui m'a permis bien souvent de recharger les batteries…

Un petit mot tout particulier pour Jess, complice de tous les instants, avec qui j'ai partagé chaque moment de cette thèse. Un énorme merci pour tout ce que tu as pu faire et pour ton amitié.

Pour terminer, j'adresse un petit clin d'œil à ma grand-mère qui a toujours suivi avec beaucoup d'attention et d'intérêt le déroulement de mes études. Merci mémé !

Résumé

A l'échelle médioeuropéenne, les zones humides, et particulièrement les zones alluviales, sont fortement menacées et en voie de disparition suite à des pressions multiples, d'origine anthropique principalement. Pour évaluer leur degré de modification et établir des stratégies de conservation et de restauration pertinentes, une bonne connaissance et une compréhension des processus naturels dont elles sont le siège sont nécessaires. A cette fin, les recherches à entreprendre doivent être menées sur des systèmes naturels ou proches de leur état originel et à différentes échelles spatiales. Parallèlement à l'acquisition de connaissances sur les processus fonctionnels, des outils doivent être développés pour procéder à l'évaluation des systèmes alluviaux et promulguer des conseils en matière de gestion et de restauration.

Parmi ces outils, les composants biotiques sont classiquement mis en œuvre car ils intègrent la diversité des processus hydrologiques, physico-chimiques et successionnels se déroulant à diverses échelles temporelles. En milieu aquatique, le groupe des gastéropodes présente plusieurs avantages et a été choisi comme groupe témoin dans le cadre de ce travail, pour révéler et évaluer le rôle respectif des principaux facteurs régulant la diversité biologique dans deux types de zones alluviales.

Pour répondre à cet objectif, nous nous sommes attachés :

1) à déterminer l'influence respective de facteurs locaux (structure du microhabitat, plus particulièrement définie en termes de complexité de l'habitat végétal) par rapport à celle de facteurs plus globaux tels que l'alimentation hydrique, la connectivité,....
2) à décrire et comparer les réponses de diverses mesures de la diversité telles que la richesse spécifique des gastéropodes, la composition de leur assemblages et l'occurrence d'espèces individuelles,
3) à développer une approche comparative entre deux systèmes alluviaux, un milieu alluvial fluvial, dynamique et un milieu alluvial péri-lacustre, moins fluctuant.

Le mémoire s'articule autour de quatre publications qui présentent une structure hiérarchique. La première et la troisième visent à identifier les facteurs de régulation des peuplements de gastéropodes aquatiques à l'échelle des mésohabitats (étangs ou sites) dans une zone humide péri-lacustre (« La Grande Cariçaie », lac de Neuchâtel, Suisse) et dans la plaine alluviale de l'Ain (bas-cours de l'Ain, France). L'hétérogénéité des habitats est analysée entre les étangs ou les sites. Dans la plaine alluviale de l'Ain, les gastéropodes sont étudiés le long d'un gradient de connectivité des sites avec le cours actif de la rivière. Le deuxième et le quatrième article analysent les facteurs potentiellement déterminants à l'échelle inférieure des microhabitats. L'hétérogénéité des microhabitats est décrite par des paramètres de structure

de la végétation et du sédiment, mesurés à l'échelle des échantillons élémentaires de gastéropodes. L'effet de ces variables locales (échelle du microhabitat) a été comparé à celui des variables plus globales agissant aux niveaux spatiaux supérieurs.

Dans la zone humide péri-lacustre, les prélèvements de gastéropodes aquatiques ont été réalisés au sein de deux catégories d'habitats : les hélophytes et les hydrophytes. Dans la plaine alluviale de l'Ain, un seul type d'habitat a été échantillonné : la zone de transition hélophytes-hydrophytes, où les deux communautés de macrophytes sont associées. Les gastéropodes ont été échantillonnés à l'épuisette dans les hydrophytes, dans la partie submergée des hélophytes et à la surface du sédiment à l'intérieur d'un quadrat de 50 cm x 50 cm.

Des méthodes d'ordination et des modèles additifs généralisés ont été utilisés pour décrire les données faunistiques et les données environnementales afin d'étudier leurs relations.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- A l'échelle des mésohabitats, c'est la connectivité (avec le lac ou avec la rivière) qui semble être responsable de la différenciation des gastéropodes, en créant une hétérogénéité environnementale entre mésohabitats. La nature de l'hétérogénéité entre mésohabitats est différente suivant les deux régions alluviales considérées, avec une hétérogénéité physico-chimique de l'eau et des sédiments pour la plaine alluviale lacustre du lac de Neuchâtel et une hétérogénéité créée par la dynamique hydrologique pour la plaine alluviale de l'Ain. L'hétérogénéité entre mésohabitats semble conditionner la composition et la répartition des assemblages de gastéropodes ; chaque type de mésohabitats hébergeant un cortège d'espèces caractéristiques.

- A l'échelle du microhabitat, l'occurrence ou la densité des espèces prises individuellement sont bien expliquées par les modèles dans les deux systèmes alluviaux. Les variables décrivant l'occupation par la végétation des différentes strates (litière, végétation rase, végétation submergée, végétation flottante et végétation émergée) apparaissent comme les plus contributives dans l'ensemble des modèles. Dans le cas de l'Ain, l'introduction d'une variable décrivant l'hétérogénéité du sédiment joue majoritairement un rôle positif sur la distribution des différentes espèces et semble nécessaire à l'explication de leur répartition. Les variables exprimant le type de structure des feuilles interviennent majoritairement dans l'explication de la répartition des espèces présentant les tailles les plus grandes.

- Dans la Grande Cariçaie, les variables locales définissant la structure physique de la végétation au niveau du microhabitat ne semblent expliquer qu'une part relativement faible de la distribution des gastéropodes au regard de variables plus globales et intégratrices ; la spécificité de chaque étang semble être la variable la plus contributive à l'explication de la répartition des gastéropodes. Il semblerait

cependant que la répartition des espèces puisse répondre à des déterminismes distincts, certaines espèces répondant majoritairement à des déterminismes locaux (structure du microhabitat), d'autres à des déterminismes plus généraux (différences hydrologiques, chimiques ou historiques, entre mésohabitats et écosystèmes).

Dans la plaine alluviale de l'Ain, l'influence de la variable « sites » est plus importante que dans la région de la Grande Cariçaie. Elle montre le caractère individuel du fonctionnement de chaque mésohabitat, dans lesquels l'âge des sites, leur fréquence d'exondation et leur type d'approvisionnement en eau interagissent majoritairement sur les processus de colonisation et de maintien local des espèces de gastéropodes. Par ailleurs, dans les milieux les plus dynamiques de la plaine alluviale de l'Ain, où les contraintes hydrologiques sont fortes, il apparaît que les caractéristiques de structure de l'habitat jouent un rôle négligeable sur la répartition des espèces , alors que celui-ci devient majeur dans les milieux plus autogènes.

- Dans les deux systèmes alluviaux, les richesses et abondances, totales et par classe de taille des gastéropodes, sont mal expliquées par les variables du microhabitat. Par contre, les espèces prises individuellement sont bien expliquées par les modèles. Dans la plaine alluviale de l'Ain, la richesse spécifique des gastéropodes aquatiques ne semble pas traduire les différences de connectivité avec le cours actif de la rivière alors que la composition des assemblages est elle bien différenciée. Ces données confortent l'idée que des résultats contrastés peuvent être obtenus lorsque le simple nombre ou bien l'identité des espèces sont pris en compte lors des études destinées à analyser les déterminants de la diversité spécifique en systèmes alluviaux.

Mots clés : Gastéropodes aquatiques, diversité spécifique, zone humide, étang, plaine alluviale, échelles spatiales, hétérogénéité de l'habitat, végétation aquatique, physico-chimie de l'eau, sédiment, connectivité.