

THÈSE

présentée devant
L'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD - LYON I

Pour l'obtention du
DIPLOME DE DOCTORAT
(Arrêté du 30.3.92)

Par

Marc POUILLY



**RELATIONS ENTRE L'HABITAT PHYSIQUE ET LES POISSONS
DES ZONES A CYPRINIDÉS RHÉOPHILES
DANS TROIS COURS D'EAU DU BASSIN RHODANIEN :
VERS UNE SIMULATION DE LA CAPACITÉ D'ACCUEIL
POUR LES PEUPELEMENTS**

Soutenue le 28 Juin 1994

Jury : M. BOURNAUD
B. LESAFFRE
C. LÉVÊQUE (Rapporteur)
J. MIQUEL
J.C. PHILIPPART (Rapporteur)
Y. SOUCHON

Travaux réalisés dans l'équipe du "Laboratoire Hydroécologie Quantitative"
CEMAGREF - Division Biologie des Écosystèmes Aquatiques

SOMMAIRE

INTRODUCTION : CADRE ET PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE.....	1
1 - Pourquoi l'habitat ?.....	1
2 - Comprendre pour gérer.....	3
3 - Relations habitat-poissons	3
3.1 - Pourquoi le poisson ?	3
3.2 - Méthodes et expériences	4
3.3 - Expertise des cours d'eau de taille moyenne.....	4
4 - Objectifs de la thèse et plan de l'ouvrage.....	4

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE 1 : BASES CONCEPTUELLES POUR L'ÉTUDE DES RELATIONS HABITAT-POISSONS.....	11
1 - Structure des écosystèmes d'eau courante	11
1.1 - Structure longitudinale	11
1.2 - Un système à quatre dimensions.....	13
1.3 - Structure hiérarchique et dépendance physique - biologique	13
2 - Structure des peuplements de poissons - Influence de la structure physique de l'hydrosystème	13
2.1 - Habitat physique et facteur de contrôle.....	15
2.2 - Habitat biologique	15
2.3 - Facteurs de contrôle des peuplements piscicoles	17
3 - Répartition locale des poissons.....	19
3.1 - "Habitats exceptionnels"	19
3.2 - "Habitats quotidiens"	19
4 - Plan détaillé de la première partie.....	20
4.1 - Chapitre 2 : Echantillonnage quantitatif des relations habitat-poissons.....	20
4.2 - Chapitre 3 : Description de la morphologie, de l'hydrologie et des communautés piscicoles des secteurs étudiés	20
4.3 - Chapitre 4 : Exploration de la variabilité spatio-temporelle des caractéristiques physiques et biologiques des campagnes et des ambiances.....	21
4.4 - Chapitre 5 : Répartition spatiale des poissons et guildes d'utilisation de l'habitat	21

CHAPITRE 2 : ECHANTILLONNAGE QUANTITATIF DES RELATIONS HABITAT-POISSONS.....	25
1 - Définition d'une échelle d'observation	26
1.1 - Notion d'habitat chez les poissons.....	26
1.1.1 - Habitat exceptionnel.....	26
1.1.2 - Habitat quotidien.....	27
1.2 - Mode d'utilisation de l'habitat "quotidien".....	27
1.2.1 - Stratégie spécifique de l'utilisation de l'habitat "quotidien"	27
1.2.2 - Echelles d'étude et mode d'utilisation de l'habitat quotidien	29
2 - Méthodes d'échantillonnage et contraintes techniques.....	30
3 - Choix de la taille des échantillons	31
4 - Définition d'une nouvelle échelle : l'ambiance.....	33
4.1 - Stratification de la mosaïque d'habitats.....	33

4.2 - L'ambiance	33
5 - Plan d'échantillonnage des ambiances sur un secteur de rivière.....	35
6 - Choix et mesure des paramètres de description physique d'une ambiance.....	35
7 - Représentativité des échantillonnages	37
7.1 - Proportion des faciès échantillonnés	37
7.2 - Validation de la méthode de pêche par ambiances	38
8 - Conclusion.....	39

CHAPITRE 3 : DESCRIPTION DE LA MORPHOLOGIE, DE L'HYDROLOGIE ET DES COMMUNAUTÉS PISCICOLES DES SECTEURS D'ÉTUDE.....

1 - Description générale des rivières.....	43
1.1 - L'Ain.....	45
1.2 - L'Ardèche	45
1.3 - Le Rhône	47
2 - Matériel et méthode	47
2.1 - Caractérisations morphologique et hydrologique des secteurs	47
2.1.1 - Morphologie des secteurs	47
2.1.2 - Variabilité des régimes hydrologiques	48
2.2 - Caractéristiques des communautés piscicoles locales	49
2.2.1 - Echantillonnage biologique.....	49
2.2.2 - Stabilité et similarité des communautés	49
3 - Résultats et discussion	49
3.1 - Morphologie des secteurs.....	49
3.2 - Régime hydrologique des secteurs	51
3.3 - Description des communautés.....	52
3.3.1 - Composition qualitative.....	53
3.3.2 - Structure quantitative.....	53
3.3.3 - Stabilité temporelle de la structure quantitative.....	56
3.4 - Relations conditions environnementales - communautés piscicoles	57
4 - Conclusion.....	60

CHAPITRE 4 : EXPLORATION DE LA VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE DES CAMPAGNES ET DES AMBIANCES.....

1 - Matériel et méthodes.....	66
1.1 - Analyse des variations temporelles de densité entre les campagnes	67
1.1.1 - Similarité des fréquences relatives des taxons entre les campagnes.....	67
1.1.2 - Relation entre la densité et les caractéristiques thermiques et hydrologiques des campagnes	67
1.2 - Analyse de la variabilité de composition biologique et de structure physique des ambiances.....	69
1.2.1 - Analyse des tableaux biologiques	69
1.2.2 - Codage et analyse des tableaux physiques	69
1.2.3 - Analyse des effets rivière, strate, saison et campagne	70
2 - Résultats	75
2.1 - Variations des captures entre les différentes campagnes	75
2.2 - Similarité des fréquences relatives des taxons entre les campagnes	75
2.3 - Relation entre la densité de captures et les caractéristiques des campagnes	76
2.4 - Analyse de la variabilité spatio-temporelle des ambiances	78
3 - Discussion - Conclusion	80

CHAPITRE 5 : RÉPARTITION SPATIALE DES POISSONS ET GUILDES D'UTILISATION DE L'HABITAT.....85

1ère Partie : Définition de guildes d'utilisation de l'habitat		87
1 - Méthode.....		87
1.1 - Couplage des tableaux physique et biologique.....		87
1.2 - Groupement des taxons.....		89
2 - Résultats.....		89
2.1 - Analyse multivariée du couple de tableaux physique et biologique.....		89
2.2 - Définition de guildes d'utilisation de l'habitat.....		91
3 - Discussion.....		95
3.1 - Répartition spatiale des taxons et guildes d'utilisation de l'habitat.....		95
3.2 - Des axes d'organisation équivalents mais un modèle différent.....		97
4 - Conclusion.....		99
2ème Partie : Ségrégation des guildes d'utilisation de l'habitat		101
1 - Méthodes d'analyse.....		101
1.1 - Classification biologique des ambiances.....		101
1.2 - Classification physique des ambiances.....		103
2 - Résultats.....		103
2.1 - Caractéristiques biologiques des ambiances.....		103
2.1.1 - Répartition non homogène des densités et des diversités.....		103
2.1.2 - Répartition des guildes en fonction de la densité et de la diversité.....		103
2.2. - Composition biologique des ambiances en fonction des strates et des abris.....		105
2.2.1 - Répartition des densités et diversités dans les abris et dans les strates.....		105
2.2.2 - Répartition des guildes en fonction des abris et des strates.....		105
3 - Discussion - Conclusion.....		107
3.1 - Proposition d'un modèle de répartition des poissons couplant habitat et activité.....		107
3.1.1 - Habitat de repos.....		110
3.1.2 - Habitat d'alimentation.....		110
3.2 - Implications pour la mise en place de modèles prédictifs.....		111

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE 6 : INTRODUCTION À LA PRÉDICTION DE LA CAPACITÉ D'ACCUEIL DES PEUPELEMENTS.....		117
1- Méthode des microhabitats : principes et critiques.....		120
1.1 Principe général de la méthode.....		120
1.2 - Modèle biologique.....		120
1.3 - Calcul de la capacité d'accueil potentielle d'un secteur Surface Pondérée Utile (SPU).....		121
1.4 - Critiques de la méthode.....		122
1.5 - Validation biologique de la démarche.....		122
2 - Adaptation de la méthode à des cours d'eau de taille moyenne : plan détaillé de la seconde partie.....		124
2.1 - Chapitre 7 : Qualité prédictive des courbes de préférence et des modèles multivariés.....		125
2.2 - Chapitre 8 : Estimation quantitative des capacités d'accueil potentielles : application à des cas réels.....		125

CHAPITRE 7 : QUALITÉ PRÉDICTIVE DES COURBES DE PRÉFÉRENCE ET DES MODÈLES MULTIVARIÉS 129

1ère Partie : Colonisation des habitats favorables 131
 1 - Evaluation du pourcentage de colonisation des habitats favorables..... 131
 2 - Résultats - Discussion 133

2ème Partie : Qualité prédictive des modèles..... 135
 1 - Matériel et méthode 135
 1.1 - Modèles multivariés de prédiction en présence-absence 135
 1.2 - Courbes de préférence 135
 1.3 - Qualité prédictive des modèles : test "Jackknife" 137
 2 - Résultats - Discussion 137
 2.1 - Analyse multivariée..... 137
 2.2 - Courbes de préférence 142
 2.3 - Qualité de prédiction des courbes de préférence et des modèles multivariés 144
 3 - Discussion 145
 Conclusion..... 147

CHAPITRE 8 : ESTIMATION DES CAPACITÉS D'ACCUEIL POTENTIELLES EN PRÉSENCE-ABSENCE ET EN DENSITÉ : EXEMPLES D'APPLICATION 151

1 - Méthode..... 152
 1.1- Régressions multiples entre densité biologique et habitat physique 152
 1.2 - Modélisation des caractéristiques physiques de l'habitat..... 153
 1.2.1 Représentativité des stations microhabitats..... 153
 1.3 - Simulation des capacités d'accueil 155
 1.3.1 - Modèles d'analyse discriminante 155
 1.3.2 - Modèles de régressions linéaires 155
 1.3.2.1 - Reconstructions d'ambiances..... 155
 1.3.2.2 - Simulation de la densité potentielle par ambiance 155
 2 - Résultats - Discussion 158
 2.1 - Régressions multiples..... 158
 2.2 - Simulation physique de l'habitat de deux stations de l'Ardèche 158
 2.2.1 - Représentativité des stations d'étude..... 158
 2.2.2 - Evolution des caractéristiques hydrodynamiques des faciès radier et mouille..... 162
 2.2.3 - Analyse de l'évolution globale des stations 162
 2.3 - Estimation en présence-absence des capacités d'accueil. Exemples des trois stades de développement du Barbeau, du Gardon et du Chevaîne 165
 2.3.1 - Analyse de l'évolution des capacités d'accueil par faciès..... 165
 2.3.2 - Evolution globale des stations 167
 2.4 - Estimation des capacités d'accueil en densité..... 167
 2.4.1 Résultats pour stade de développement des espèces Barbeau, Chevaîne et Gardon 167
 2.4.2 Résultats pour l'ensemble des taxons..... 169
 3 - Conclusion..... 169

SYNTHÈSE GÉNÉRALE 175

1 - Contexte de l'étude : l'existant et les problèmes posés 176
 2 - Description de l'organisation spatiale du peuplement piscicole..... 177
 2.1 - Echelles de perception et échantillonnage..... 177
 2.1.1 - Niche ontogénétique 177
 2.1.2 - Habitat quotidien et échantillonnage par "ambiance" 177

2.2 - Organisation spatiale des peuplements et mode d'utilisation de l'habitat par les poissons.....	179
2.2.1 - Stabilité inter-rivières des relations habitat-poissons	179
2.2.2 - Guildes d'utilisation de l'habitat : ségrégation spatiale et dualité du mode de l'utilisation de l'habitat par les poissons	180
3 - Prédications des capacités d'accueil pour les peuplements	181
3.1 - Modèles multivariés de l'utilisation de l'habitat	182
3.2 - Simulation de la capacité d'accueil pour les peuplements	183
3.2.1 - Premières applications	183
3.2.2 - Validation.....	183
3.2.3 - Cadre et limites d'applications	185
3.2.4 - Recommandations pour les cas d'applications	185
 CONCLUSION GÉNÉRALE.....	 189
 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	 193

ANNEXES

ANNEXE I : CARTOGRAPHIE DES FACIÈS D'ÉCOULEMENT DES SECTEURS ÉTUDIÉS.....	211
 ANNEXE II : MESURES DE LA VARIABILITÉ DES RÉGIMES HYDROLOGIQUES.....	 219
 ANNEXE III : PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ECOLOGIQUES DES TAXONS ÉTUDIÉS.....	 223
 ANNEXE IV : MÉTHODE DE CONSTRUCTION DE COURBES DE PRÉFÉRENCE D'HABITAT POUR LES POISSONS	 227
1 - Définition des classes de variables	227
2 - Construction des courbes de préférence.....	229
3 - Courbes de préférence.....	231
 ANNEXE V : PRINCIPE ET PROTOCOLE D'APPLICATION DE LA MÉTHODE DES MICROHABITATS.....	 249
1 - Principe de la modélisation hydraulique.....	249
1.1 - Lois hydrauliques appliquées dans le modèle	250
1.1.1 - Equations de perte de charge	250
1.2 - Principe de modélisation	251
1.2.1 - Sur la section aval	251
1.2.2 - Sur les autres sections.....	252
1.2.3 - Redistribution latérale des vitesses	252
1.3 - Champ d'utilisation du modèle.....	252
2 - Protocole de mesures	253
2.1 - Sectorisation des tronçons et choix des stations.....	253
2.2 - Description des stations	254
2.2.1 - Relevé topographique	254
2.2.2 - Mesures hydrauliques et granulométriques.....	255