

Évolution de l'intérêt écologique et fonctionnel des cariçaies gyrobroyées pour la faune piscicole : comparaison avec d'autres zones inondables en Grande Brière Mottière.



Alexandre CARPENTIER (1), Jean-Marc PAILLISSON (1)
& Jean-Patrice DAMIEN (2)

(1) ITACSE c/o A. Radureau – 2, rue Roger Marvaise 35000 Rennes

(2) Parc naturel régional de Brière

177, Ile de Fédrun, B.P.3, 44720 St Joachim

Responsable scientifique: Eric FEUNTEUN

SOMMAIRE

I. Introduction	p 3
II. Site d'étude	p 4
III. Matériel et Méthode	p 7
III.1 Technique d'échantillonnage du peuplement piscicole	p 8
III.2 Les caractéristiques environnementales	p 10
IV. Résultats	p 12
IV. 1 Les facteurs environnementaux	p 12
IV.1.1 Le niveau d'eau	p 12
IV.1.2 La végétation	p 13
IV.1.3 Le substrat	p 15
IV.1.4 La turbidité	p 15
IV.1.5 La température et l'oxygène	p 16
IV.1.6 Les distances au milieu permanent	p 16
IV.2 Le peuplement	p 18
IV.2.1 Diversité	p 18
IV.2.2 Richesse spécifique et indices de biodiversité inter-milieu et inter-site	p 20
IV.2.3 Fréquence d'occurrence et répartition des poissons	p 21
IV.2.4 Effectifs et biomasses	p 23
IV.2.5 Structures en taille des peuplements piscicoles de chaque milieu	p 29
IV.2.6 Répartition spatiale des poissons : l'influence des variables de milieux	p 34
IV.2.7 Evolution du peuplement au niveau des cariçaies gyrobroyées : comparaison avec l'année 2000	p 39

IV.2.7.1 Evolution du peuplement	p 39
IV.2.7.2 Evolution de la fonction des cariçaies pour les différentes espèces rencontrées	p 41
V. Discussion	p 43
V.1 Peuplement global	p 43
V.2 Variabilité du peuplement inter-site et inter-milieu	p 44
V.3 Eléments d'explication de la répartition piscicole au niveau des micro-habitats	p 45
V.4 La fonctionnalité de chaque milieu : explication par les classes de taille	p 46
V.5 Comparaison entre les années 2000-2001 sur les cariçaies gyrobroyées	p 48
VI. Conclusions et perspectives	p 49
BIBLIOGRAPHIE	p 51
Remerciements	p 52

I. Introduction

La déprise agricole est un des problèmes majeurs que connaît actuellement la Grande Brière Mottière (Bernard & Rolland 1990; Eybert et al. 1998). Elle concerne essentiellement le pâturage, l'exploitation du roseau servant à la construction de toits de chaumes, et l'exploitation de la tourbe. Ces trois activités principales ont façonné les marais au cours des siècles en maintenant une mosaïque de zones non exploitées, roselières, plans d'eau, cariçaies, côtoyant des zones pâturées ou fauchées qui ont fait la richesse faunistique et floristique de la Brière. La disparition de ces activités a entraîné l'uniformisation de la végétation, une diminution de la diversité biologique des marais conduisant progressivement à réduire l'intérêt paysager du site (Journal du Parc n°2 avril 2001). Pour indication, les prairies occupaient 80 % de la surface du marais en 1940 contre 15 % aujourd'hui. La création du Parc Naturel Régional sur 40 000 ha en 1970 s'est justifié, pour partie, par la volonté d'enrayer cette évolution en favorisant, notamment, la relance des activités agricoles. Dans cette optique, plusieurs actions de restauration ont été entreprises dont le gyrobroyage d'anciennes pâtures envahies par les Carex faute d'entretien. Trois parcelles ont ainsi été expérimentalement réhabilitées en été et en automne 1997 couvrant une superficie d'environ 75 ha. Cette opération a été menée par la Commission Syndicale de Grande Brière Mottière et subventionnée par l'Etat dans le cadre du Fond de Gestion de l'Espace Rural (FGER). En marge de ces opérations, un suivi scientifique, portant sur l'évaluation de cette expérimentation à la fois sur la flore et les principaux groupes faunistiques (poissons, batraciens et oiseaux), a été entrepris par le Parc Naturel Régional.

Concernant la faune piscicole, une première étude a été conduite en mars 2000 sur les trois parcelles gyrobroyées afin d'analyser l'utilisation de ces nouveaux habitats disponibles par les poissons (Carpentier et al. 2000). A l'issue de cette étude un constat plutôt mitigé a été dressé quant à la colonisation et l'utilisation de ces prairies par l'ichtyofaune. La réalisation d'une deuxième étude nous est alors apparue nécessaire afin de comparer l'exploitation des divers milieux temporairement inondés de la Brière par la communauté piscicole en retenant un lot de sites caractéristiques allant de zones relativement fermées (roselières, cariçaies) à des milieux au contraire maintenus ouverts grâce au pâturage ou à un entretien régulier (prairies). Ainsi une seconde campagne d'échantillonnage a été menée en juin 2001, dans des conditions hydrauliques semblables à celles de la campagne 2000, afin d'avoir une vision plus

globale sur les rôles fonctionnels de la Grande Brière vis-à-vis de la communauté piscicole. Par ailleurs, deux des trois parcelles étudiées en 2000 ont été incluses dans le plan d'échantillonnage de 2001 nous permettant de dresser le bilan de l'évolution du peuplement de poissons sur les zones gyrobroyées sur deux années consécutives. Le présent rapport s'attache à retranscrire les résultats de ces campagnes d'échantillonnage et certaines conclusions et perspectives sont avancées quant aux rôles fonctionnels et aux mécanismes sous-jacents à l'exploitation des milieux temporairement inondés de la Grande Brière Mottière par la communauté piscicole.

II. Site d'étude

La Grande Brière Mottière est composée d'une mosaïque de milieux formant un ensemble complexe mais déterminant pour sa richesse biologique. Nous avons essayé au cours de cette deuxième étude d'échantillonner l'ensemble des entités écologiques les plus représentatives des marais briérons afin de cerner le rôle de chacun d'entre eux pour la faune piscicole.

Dix parcelles ont été étudiées au mois de juin 2001, dont une cariçaie fauchée, deux cariçaies gyrobroyées, trois cariçaies (intactes), deux roselières et deux prairies pâturées, réparties sur les sites des Grands Charreaux « Trignac », la Butte à la Nonne, les Landes, Bréca, le Plat de Rozé, la Chalandière et la Réserve du Nord (tableau n°1 et figure n°1). L'ensemble des zones prospectées représente environ 176 ha. Les très fortes crues de l'hiver et du printemps ont retardé les pêches en 2001, compte tenu des contraintes hydrologiques nécessaires au bon fonctionnement de l'échantillonnage (colonne d'eau réduite) et d'une volonté d'opérer dans des conditions comparables à celles de mars 2000.

Tableau n°1 : Détail des sites échantillonnés avec en orange les sites déjà étudiés en 2000 (à voir si le tableau doit être inséré ici selon la mise en page du document).

Milieu	Code site	Lieu-dit	Nombre de stations échantillonnées
Roselière	R1	Réserve	35
	R2	Les Grands Charreaux	35
Cariçaies pures	C1	Les Landes ou Basse Brière	35
	C2	Butte à la Nonne	35
	C3	Tréhé	13
Cariçaie fauchée	CF1	Bosse à Dédé	35
Cariçaies gyrobroyées	CG1	La Pointe, Les Landes	35
	CG2	Bréca	36
Prairies pâturées	PP1	Les Charreaux de Bert	35
	PP2	Plat de Rozé	35
			Total : 329

La fauche des cariçaies intervient généralement à la fin de l'été ou au début de l'automne. Comme pour le gyrobroyage, ces opérations ont pour but d'empêcher l'extension des Carex et participe ainsi à la réouverture du milieu (Bernard & Rolland 1990, Eybert et al. 1998). Cependant, contrairement aux cariçaies gyrobroyées, le Carex reste en place et repousse chaque année offrant ainsi un paysage et des conditions d'habitat piscicole proches de ceux de la cariçaie typique ou aucune intervention n'est pratiquée.

Bréca et La Pointe, Les Landes sont les deux cariçaies étudiées en 2000 et à nouveau en 2001. Pour mémoire, rappelons que les opérations de gyrobroyage sur ces sites ont été effectuées en été et automne 1997 et que le pâturage qui aurait dû se mettre en place dès 1998 n'a été que partiel, rendu difficile par un sol instable notamment sur Bréca. 10 à 30 bovins et équins ont exploité les deux autres sites de mai à octobre 1998 et 1999. Le pâturage s'est

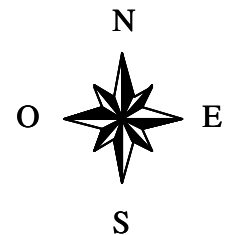
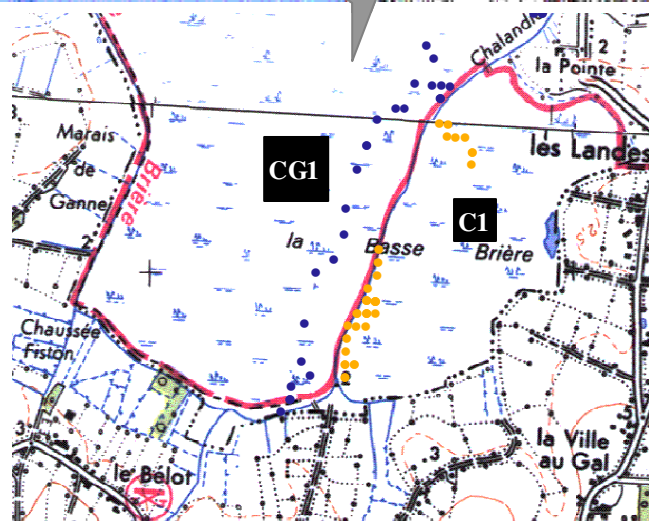
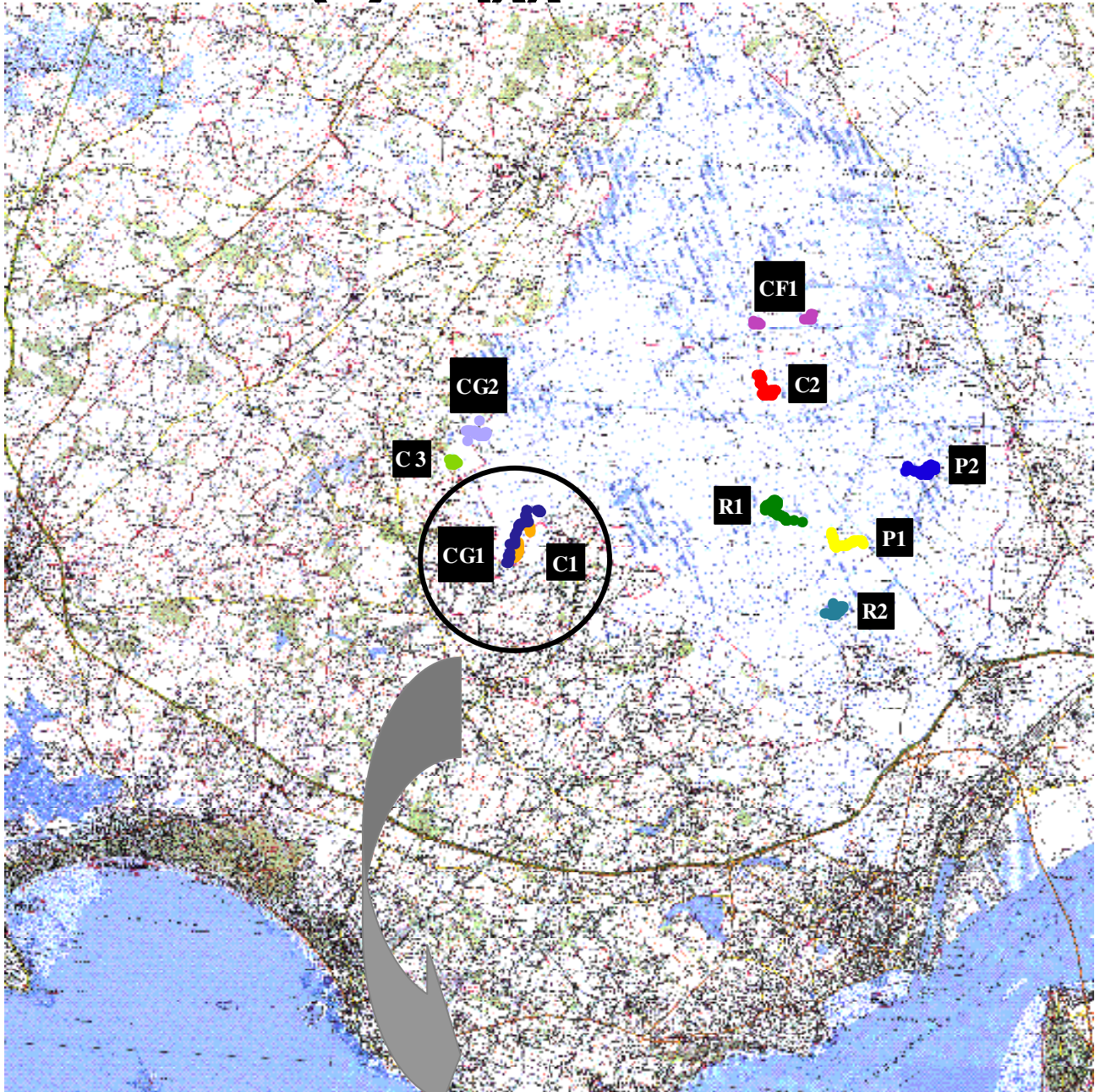


Figure n°1 : Carte de la Brière avec la localisation des sites étudiés. Détail sur la disposition des stations échantillonnées sur deux sites (CG1 et C1).

intensifié en 2000 notamment sur La Pointe, Les Landes avec 35 UGB (Unité Gros Bétail) pendant 5 mois et 25 UGB sur Bréca pendant 2 mois ce qui devrait avoir pour effet de changer le faciès végétal de la zone et de maintenir l'ouverture du milieu.

Les prairies pâturées ont un rôle très important pour l'écosystème briéron, non seulement pour les poissons mais aussi pour les batraciens ainsi que de nombreuses espèces d'oiseaux (Eybert et al. 1998). Seul le pâturage peut maintenir de tels milieux composés d'une strate herbacée adaptée à la fois à l'inondation et à la coupe régulière. Milieux temporaires, ils sont inondés pendant toute la période hivernale et constituent vraisemblablement un habitat favorable à la reproduction du Brochet et de la Perche franche dès le mois de février ainsi que de refuge pour la plupart des espèces pendant tout l'hiver, notamment pour les jeunes poissons (Capone & Kushlan 1991).

Les cariçaies pures sont finalement relativement rares en Brière. Il semble qu'en terme de successions végétales, les cariçaies correspondent au stade précédent l'installation des roselières desquelles les tourradons de Carex (communément dénommés « Yoches ») finissent par disparaître au fur et à mesure que le roseau se densifie. Ces parcelles relativement petites présentent un faciès particulier plutôt ouvert en raison de la distribution plus ou moins éparse des Carex.

Les roselières sont très présentes en Brière et leur superficie ne cesse d'augmenter depuis, entre autres, la forte baisse de l'exploitation du roseau (Eybert et al. 1998). Des gradients de densités sont souvent observés, le milieu se fermant au fur et à mesure que l'on s'éloigne des canaux de ceintures : quelques dizaines de mètres suffisent souvent pour trouver une densité très importante de roseaux et un milieu complètement fermé.

Le rôle de ces deux derniers types de milieu (cariçaies et roselières) pour les poissons est très mal connu et cette étude nous permettra de compléter nos connaissances sur leur exploitation par la communauté piscicole.

III. Matériel et Méthode

Il convient de préciser la terminologie retenue pour les différentes échelles spatiales que nous avons été amené à considérer dans ce rapport. Ainsi, le point d'EPA (Echantillonnage Ponctuel d'Abondance), comme il est décrit ci-après, correspond à une **station** d'échantillonnage (environ 2m²), c'est la plus petite entité spatiale. Si nous

grossissons l'échelle, nous parlons alors de **site** d'échantillonnage qui correspond le plus souvent à une « parcelle » (prairie pâturée, cariçaie...) que nous avons codé avec les premières lettres du type de milieu (PP pour prairie pâturée, C pour cariçaie...) suivi d'un chiffre pour distinguer les sites de même type entre eux. Chaque site est décrit par un nombre de stations variant de 13 à 36 (cf. tableau n°1). Enfin les parcelles de même nature (faciès végétal) représentent des répliquats des **milieux** étudiés : à titre d'exemple, les sites de cariçaies C1, C2, C3 forment le **milieu** « cariçaie »

III.1 Technique d'échantillonnage du peuplement piscicole

La pêche électrique (méthode des EPA -Echantillonnage Ponctuel d'Abondance-) a de nouveau été utilisée cette année pour deux raisons : d'une part, pour les nombreux avantages qu'elle offre (Carpentier et al. 2000) et, d'autre part, afin de comparer les résultats de l'année 2000 avec ceux de 2001 sans biais inhérents à la méthode. En effet, cette technique de pêche permet d'échantillonner un nombre important de stations et donc d'effectuer un diagnostic rapide sur la communauté piscicole présente sur un site (Dauble & Gary 1980, Huckley & Starkie 1985). Les deux autres aspects intéressants sont la faible mortalité engendrée et une sélectivité très réduite comparée à des engins passifs, tels la pêche au filet ou à la nasse qui induisent un rayon d'action limité.

Le principe de la pêche électrique est le suivant. Un poisson soumis à un courant électrique subit une électrotaxie (Barron & Mathews 1938). Les neurones, sous l'effet d'une forte dépolarisation commandent aux muscles moteurs de se contracter et ceci de façon involontaire. Cela se traduit par "la nage forcée" du poisson vers l'anode (pôle +) et correspond à l'électrotactisme. Au fur et à mesure que le poisson se rapproche de l'électrode, le champ électrique augmente induisant des contractions de plus en plus rapprochées jusqu'à la tétanie, c'est l'électronarcose. Le poisson pris dans le courant électrique est alors récupéré à l'aide d'une épuisette.

Parfaitement au point pour l'étude de surfaces réduites en canaux ou en rivière, la pêche électrique n'en a pas moins été adaptée il y a peu de temps à l'étude de populations piscicoles rivulaires de grands fleuves comme le Rhône (e.g. Copp & Penaz 1988, Naismith & Knights 1990, Garnier 1997). La seule contrainte concerne la profondeur car les règles d'électrotaxie sont aussi applicables sur la colonne d'eau et donc une profondeur maximale d'environ 2 m (limite de rayon d'action du champ électrique dépendant aussi de la turbidité

qui masque les poissons tétanisés au fond) ne pourra convenir pour cette méthode. Les faibles hauteurs d'eau rencontrées sur l'ensemble des milieux échantillonnés en Brière (<1.2 m) nous ont donc confortées dans le choix de cette technique d'échantillonnage.

L'appareil utilisé est un EFKO (type FEG 8000) composé d'un groupe électrogène monocylindre de 8000W et d'un boîtier électronique intégré. Le courant utilisé est de l'ordre de 400-600 V pour une intensité de 10 à 30A. A cet appareil sont reliées une cathode (-) fixe en cuivre et une anode (+) mobile composée d'un manche de 2 m de long au bout duquel est fixé un cercle métallique de 30 cm de diamètre.

Le matériel de pêche est installé à bord d'une embarcation (chaland). L'anode est projetée à une distance comprise entre 5 et 10 m du bateau afin de minimiser la fuite du poisson. L'embarcation rejoint rapidement le point d'impact de l'anode, le manipulateur la récupère pendant qu'un second capture les poissons tétanisés. L'ensemble des poissons présents dans un rayon variant de 0.5 à 2m par rapport au point d'impact de l'anode (selon la taille des poissons) et soumis à l'action du courant électrique est collecté. Les poissons sont ensuite identifiés, mesurés avant d'être remis à l'eau.

Il existe une corrélation bien précise entre la taille et le poids d'un poisson, spécifique à chaque espèce et à chaque milieu. Cette correspondance taille/poids n'ayant jamais été conduite en Brière nous avons utilisé les relations définies à partir d'études réalisées sur le lac de Grand-Lieu (Adam & Elie 1993, tableau n°2), milieu proche géographiquement et présentant un peuplement relativement semblable.

Cette relation reproduite graphiquement donne une courbe qui a pour fonction :

$$\log (Poids) = \log (a) + b \log (Taille)$$

ce qui donne après transformation

$$Poids (g) = a (Taille(mm))^b$$

a est la constante de condition (pente de la courbe), *b* est le coefficient d'allométrie de croissance.

Tableau n°2 : Valeurs de référence pour la conversion taille-poids (W= weight correspond au poids du poisson en grammes et L= length correspond à la taille (distance à la fourche caudale du poisson en mm).

ESPECE		Equation de conversion
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	$W = 4,14 \cdot 10^{-7} \cdot L^{3.24}$
Poisson-chat	<i>Ictalurus melas</i>	$W = 8,81 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.101}$
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	$W = 4,24 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.192}$
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	$W = 3,51 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.251}$
Brèmes*	<i>Abramis brama</i>	$W = 3,87 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.196}$
	<i>Blicca bjoerkna</i>	
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	$W = 7,53 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.131}$
Brochet	<i>Esox lucius</i>	$W = 2,24 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.189}$
Perche franche	<i>Perca fluviatilis</i>	$W = 8,38 \cdot 10^{-6} \cdot L^{3.075}$
Gambusie	<i>Gambusia affinis</i>	$W = 2,26 \cdot 10^{-5} \cdot L^{2.796}$
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	$W = 1,07 \cdot 10^{-5} \cdot L^{3.141}$

* les deux espèces sont régulièrement regroupées du fait de la difficulté de différencier les jeunes stades lors de l'échantillonnage.

III.2 Les caractéristiques environnementales

Sont ensuite relevés les caractéristiques environnementales de chaque station : faciès du milieu (type de cariçaie, roselière ou prairie), nature de la végétation ainsi que sa densité et/ou recouvrement de la colonne d'eau, hauteur d'eau, nature du fond. Concernant la végétation, un indice de recouvrement a été défini selon six classes présentées ci-dessous. Cet indice est synthétique et tient compte à la fois du recouvrement surfacique et volumique ce qui permet d'apprécier les abris disponibles pour les poissons mais aussi décrit le degré d'ouverture du milieu (cf. figure n°3 dans les résultats).

Classes	0 = 0 % de recouvrement
	1 = 1 - 20 %
	2 = 21 - 40 %
	3 = 41 - 60 %
	4 = 61 - 80 %

$$5 = 81 - 100 \%$$

Sont par ailleurs mesurées, toutes les 5 stations, la turbidité (disque de Secchi) et deux variables sous influence temporelle : l'oxygène dissout et la température de l'eau. Ces valeurs, supposées représentatives pour les 5 stations, seront reportées pour les analyses statistiques. La turbidité mesurée par le disque de Secchi correspond à la profondeur à laquelle un disque de couleur blanche et noire disparaît à la vue de l'expérimentateur. Plus la valeur du Secchi est importante, plus la turbidité sera faible. Les points sont choisis aléatoirement de façon à couvrir l'ensemble de la surface du site.

Nous avons également relevé la position géographique de chaque station à l'aide d'un GPS (système de projection ED50, unité DMS). Cette information permet de définir la situation géographique du point d'échantillonnage par rapport aux milieux permanents alimentant les parcelles inondées et ainsi de caractériser le processus de colonisation par les poissons des milieux échantillonnés. Le calcul de la distance euclidienne entre chaque station et le milieu source a été effectué sous SIG (Système d'Information Géographique, logiciel ArcView 3.1) après conversion des coordonnées géographiques en Lambert II étendu (logiciel de conversion Circé, IGN). Le calcul de cette distance a été adapté aux configurations des parcelles. Lorsqu'une parcelle est délimitée par des bourrelets de curage (dosses) et ainsi reliée au réseau de canaux par une ou plusieurs dépressions assurant une connexion physique et donc le passage des poissons entre canaux et parcelles, la distance retenue correspond à la distance entre la position de la station échantillonnée et la connexion la plus proche. Lorsque aucun bourrelet de curage des canaux adjacents aux parcelles étudiés n'existe, c'est la distance la plus courte entre la station et le canal le plus proche qui est retenue.

L'exploitation des données a consisté, d'une part, à caractériser le peuplement (richesse spécifique, abondance, fréquence d'occurrence, biomasse) dans chaque site et milieu, et, d'autre part, à déterminer les facteurs prépondérants à la colonisation des sites par la communauté piscicole. Une comparaison inter-annuelle sur les deux parcelles gyrobroyées communes a également été réalisée.

IV. Résultats

IV. 1 Les facteurs environnementaux

IV.1.1 Le niveau d'eau

Les fortes crues de l'hiver et du printemps font de 2001 une année exceptionnelle en ce qui concerne les niveaux d'eau. Nous avons observé en juin 2001 globalement les mêmes hauteurs d'eau que fin mars 2000 ce qui dénote d'un retard d'exondation d'environ deux mois et demi. Les courbes de niveau d'eau sont très différentes des deux dernières années (figure n°2).

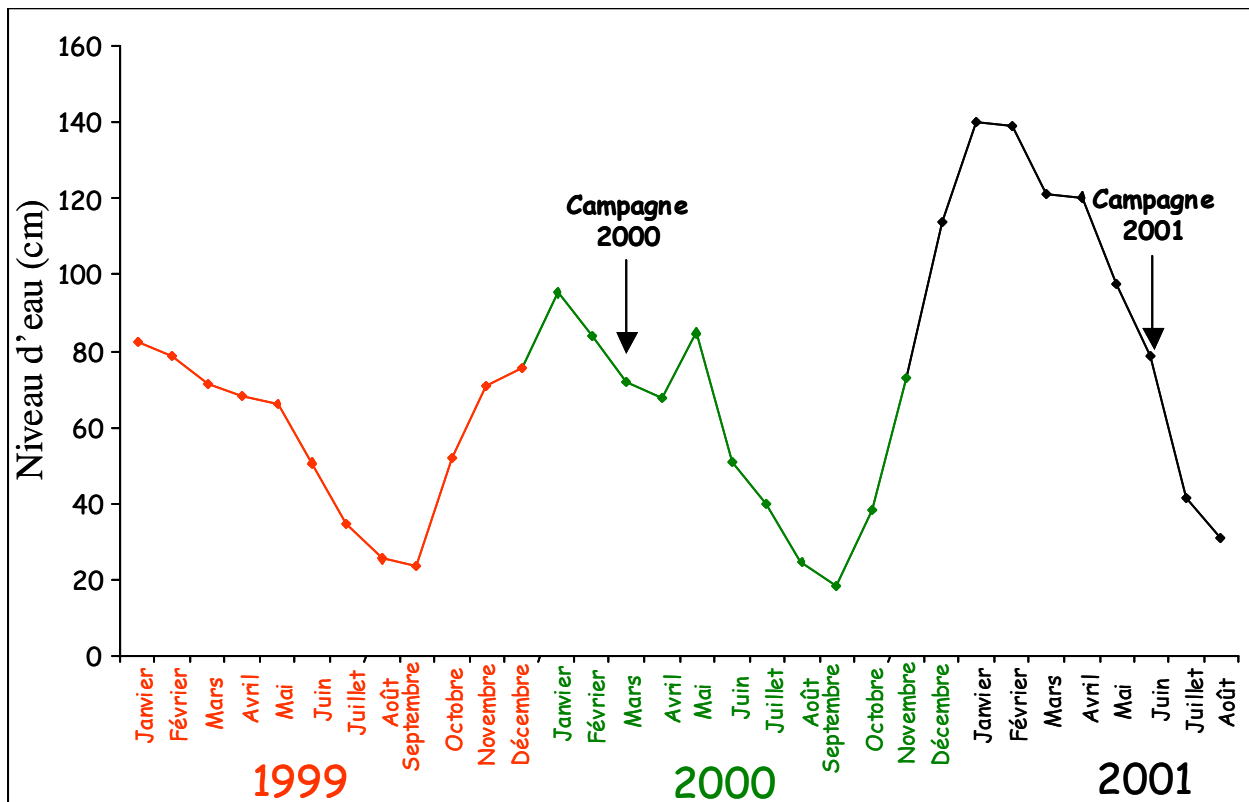


Figure n°2 : Niveaux d'eau en Grande Brière Mottière de janvier 1999 à août 2001 (Station de Fédrun, Côte Brière = Côte NGF + 1.21 m, données A. Boulet -PNR Brière-).

Les hauteurs d'eau sur les différents sites étudiés varient de 38.1 à de 50.9 cm en moyenne, sans véritable fortes variations au sein de chaque site, en témoignent les faibles intervalles de confiance variant entre 3 et 8 centimètres (tableau n°3). En considérant les sites

regroupés par milieu, il apparaît que les cariçaies gyrobroyées ont un niveau d'eau environ 10 cm inférieur à celui des autres types de milieux, en raison notamment de la faible profondeur d'eau quantifiée sur CG2 qui diffère significativement de 7 des 9 autres parcelles (test t, $-4.38 < t < -2.12$, $p < 0.03$). CG1 ne diffère significativement que des sites R2 et PP2 dont la profondeur moyenne est la plus importante ($t = -2.68$ et -2.46 respectivement, $p = 0.01$). Un troisième site dont la profondeur moyenne est plus basse que les autres (C3) se distingue des 4 sites ayant les hauteurs moyennes les plus hautes (C2, R2, PP2 et PP1) ($-3.50 < t < 2.07$, $p < 0.02$). Nous verrons en étudiant la répartition des poissons par rapport aux facteurs environnementaux quelles peuvent être les conséquences de ces différences inter-sites.

Tableau n° 3 : Hauteurs d'eau moyennes (cm) des sites et milieux échantillonnés.

Sites	Moyenne	Intervalle de confiance	Milieux	Moyenne	Intervalle de confiance
Cariçaie 1 (C1)	46.1	8.4	Cariçaies (C)	47.1	4.1
Cariçaie 2 (C2)	49.5	5.0			
Cariçaie 3 (C3)	43.4	2.9			
Cariçaie fauchée 1 (CF1)	49.1	7.1	Cariçaie Fauchée (CF)	49.1	7.1
Cariçaie gyrobroyée 1 (CG1)	42.1	5.6	Cariçaies Gyrobroyées (CG)	40.1	3.6
Cariçaie gyrobroyée 2 (CG2)	38.1	4.6			
Prairie pâturée 1 (PP1)	49.2	3.7	Prairies Pâturées (PP)	50.0	2.4
Prairie pâturée 2 (PP2)	50.9	3.1			
Roselière 1 (R1)	47.5	6.9	Roselières (R)	49.1	3.9
Roselière 2 (R2)	50.6	3.7			

IV.1.2 La végétation

Relativement homogène selon le type de parcelle étudié, la végétation rencontrée peut être séparée en trois groupes écologiques distincts : les hygrophytes qui supportent l'exondation (Carex, Phragmites, Iris, Scirpe...) les hydrophytes fixés entièrement aquatiques (Renouée, Myriophylle, Cératophylle...), et les hydrophytes flottants eux aussi aquatiques mais non enracinés (Entéromorphe...). La présence de ces espèces est reportée dans le tableau

n°4 qui permet de synthétiser le faciès végétal de chaque station. Si l'on prend par exemple les cariçaies, plus de 45 % des stations ne sont occupées que par les Carex auxquelles s'ajoutent 22 % de stations à Carex en association avec des hydrophytes flottants ou fixés. Cette proportion diminue logiquement dans les cariçaies fauchées ou broyées avec respectivement 28.5 % et 12.5 % des stations occupées exclusivement par les Carex. Cependant, la plante est encore présente seule ou associée avec d'autres sur 91.5 % des stations sur les parcelles fauchées et 39.5 % sur les parcelles gyrobroyées. Il convient de remarquer sur ces dernières que 22.5 % des stations sont couvertes par des hydrophytes fixés et 17 % ne présentent aucune végétation. Ce profil se retrouve sur les prairies pâturées avec 15 % de stations dépourvues de couverture végétale et 21,5 % occupées par les hydrophytes fixées. Contrairement aux prairies gyrobroyées, une proportion importante de stations (54 %) sont occupées par des Entéromorphes et le Carex en est complètement absent. Concernant les roselières, 88.5 % des stations ne sont composées que de Phragmites.

Tableau n°4 : Faciès de végétation rencontrés dans chaque milieu.

	Cariçaie	Cariçaie fauchée	Cariçaie gyrobroyée	Prairie pâturée	Roselière
Nombre total de stations	83	35	71	70	70
<i>Carex sp.</i>	38	10	9		
<i>Carex sp.</i> + <i>Enteromorpha sp.</i>	15	6	5		
<i>Carex sp.</i> + hydrophytes fixées	9	7	7		
<i>Carex sp.</i> + autres hydrophytes	2	8	5		
<i>Carex sp.</i> + <i>Enteromorpha sp.</i> + hydrophytes fixées		1	2		
<i>Phragmites sp.</i>	2			2	62
<i>Phragmites sp.</i> + <i>Enteromorpha sp.</i>	1			1	
<i>Phragmites sp.</i> + hydrophytes fixées	0				2
<i>Phragmites sp.</i> + autres hydrophytes	2				
Hydrophytes fixées	2		16	11	
Hydrophytes fixées + <i>Enteromorpha sp.</i>		1	4	4	
Autres Hydrophytes	5	1	6		1
Autres Hydrophytes + <i>Enteromorpha sp.</i>			1	1	2
Autres Hydrophytes + hydrophytes fixées	2				
<i>Enteromorpha sp.</i>			4	38	
Aucun abris	5	1	12	13	3

Les zones étudiées, bien qu'assez différentes du point de vue faciès végétal, ont un recouvrement végétal relativement moyen (2.3 ± 0.2). Cependant, nous pouvons observer un gradient de fermeture par « comblement » par la végétation des prairies pâturées aux cariçaies fauchées et gyrobroyées (figure n°3) avec une variabilité notable intra milieu, notamment pour les milieux cariçaie et prairie pâturée.

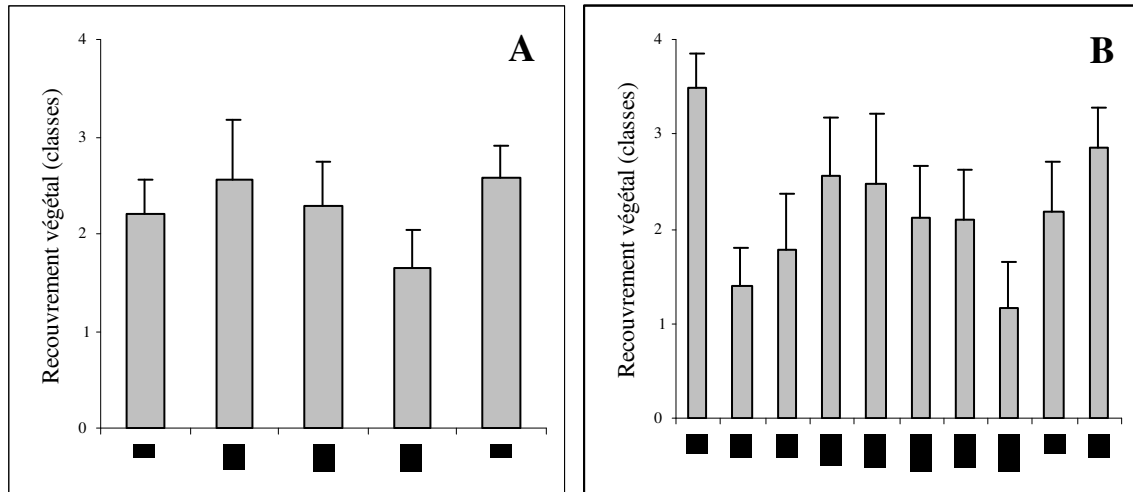


Figure n° 3 : Recouvrement végétal moyen par milieu (A) et par site (B).

IV.1.3 Le substrat

Très homogène sur l'ensemble des sites, il est composé essentiellement de tourbe (98 % des points). Toutefois, nous avons rencontré quelques stations avec un substrat vaseux recouvrant la tourbe notamment sur les sites de cariçaies gyrobroyées (3 points) et de prairies pâturées (2 points). De même, les seuils désignant les connexions entre les prairies et les canaux permanents peuvent présenter un sol argileux (2 stations).

IV.1.4 La turbidité

La turbidité de l'eau, exprimée en cm, varie également selon les milieux et les sites étudiés (figure n° 4). Elle est relativement faible dans les cariçaies (24.5 ± 1.5 cm) et la plus importante dans les prairies (45.5 ± 4.0 cm). Une certaine variabilité est observée également

pour ce paramètre environnemental et concerne à nouveau les cariçaies et les prairies pâturées.

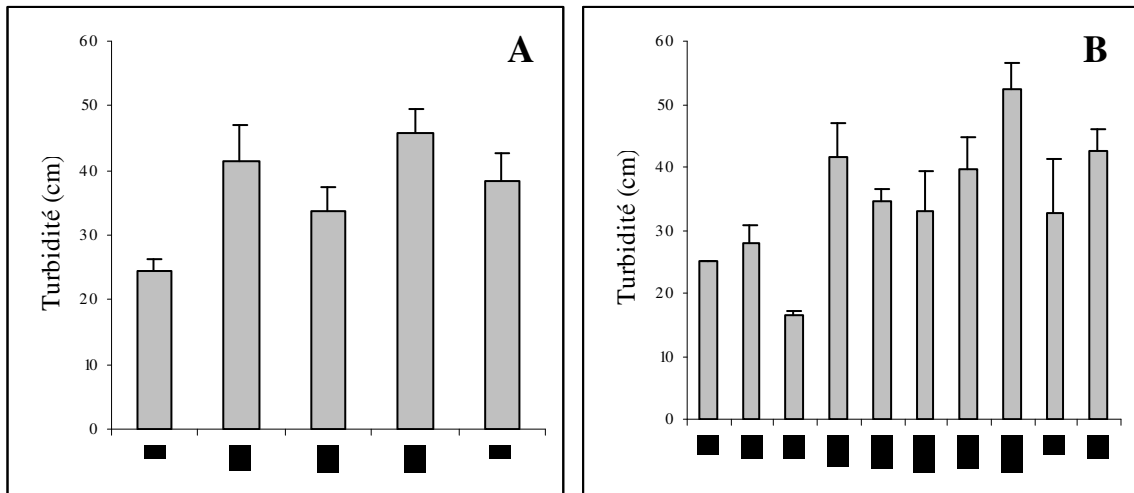


Figure n° 4 : Turbidité moyenne par milieu (A) et par site (B).

IV.1.5 La température et l'oxygène

Ces 2 paramètres se caractérisent par des variations journalières. Il est donc difficile de comparer les conditions selon les zones étudiées. Toutefois, une certaine homogénéité existe entre les milieux et sites ne laissant pas véritablement présager de conditions particulières au sein des faciès échantillonnés. La température varie de $20.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ à $25.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ en moyenne selon les milieux, avec donc une très faible variation entre les stations et la teneur en oxygène varie entre $4.5 \pm 0.2 \text{ mg.l}^{-1}$ et $7.0 \pm 0.3 \text{ mg.l}^{-1}$.

IV.1.6 Les distances au milieu permanent

L'une des conclusions fortes de l'étude réalisée en 2000 sur les cariçaies expérimentalement gyrobroyées était l'incidence d'un gradient dit de confinement sur la colonisation des parcelles par les poissons, traduisant à la fois la distance au milieu source (canal adjacent à la parcelle) et le recouvrement végétal de la colonne d'eau s'intensifiant au delà d'une certaine distance sur les parcelles. Nous avons ainsi voulu reproduire un échantillonnage semblable sur chaque site décrivant le facteur « distance au milieu source ». Rappelons que cette distance correspond à la distance la plus courte calculée au milieu

permanent et ne tient pas compte du nombre de connexions existant avec les canaux adjacents. La figure n°5 synthétise cet échantillonnage et les distances moyennes définies pour l'ensemble des stations variant selon les parcelles en fonction de la configuration de chaque site (taille de la parcelle, accessibilité et distance entre la connexion et la série de stations).

Ainsi les distances brutes s'échelonnent de 0 (échantillonnage au niveau d'une connexion à un canal) à 436 m pour la station la plus éloignée. Les distances moyennes par sites sont les plus élevées pour les milieux dits « ouverts » (cariçaies gyrobroyées et prairies) et les plus faibles pour les milieux plus difficiles d'accès, dits « fermés » (cariçaies et roselières). Il convient de noter que la configuration de CG2 a conduit à n'échantillonner qu'à partir d'une certaine distance à la connexion principale, la station la plus proche de cette connexion étant de 174 m. Pour tous les autres sites nous avons pu échantillonner directement à partir d'une connexion.

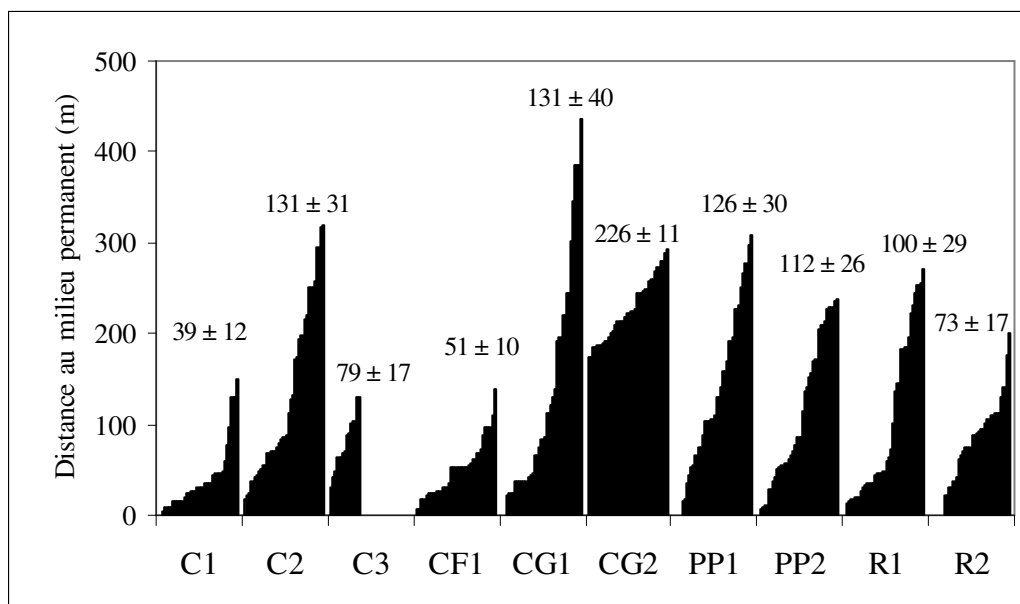


Figure n°5 : Distances calculées entre chaque station et la connexion la plus proche au milieu permanent (canal).

Afin de limiter l'effet « accessibilité » et « taille » des différents sites étudiés, nous avons choisi d'exprimer les distances non plus en valeurs brutes, mais en valeurs transformées en classes de distance. Ainsi le découpage suivant a été retenu pour homogénéiser les conditions d'échantillonnages selon le gradient de distance : 1 (0-10 m), 2 (11-60 m), 3 (61-110 m) et 4 (>110 m). La résultante de cette transformation est reportée sur la figure suivante (figure n°6).

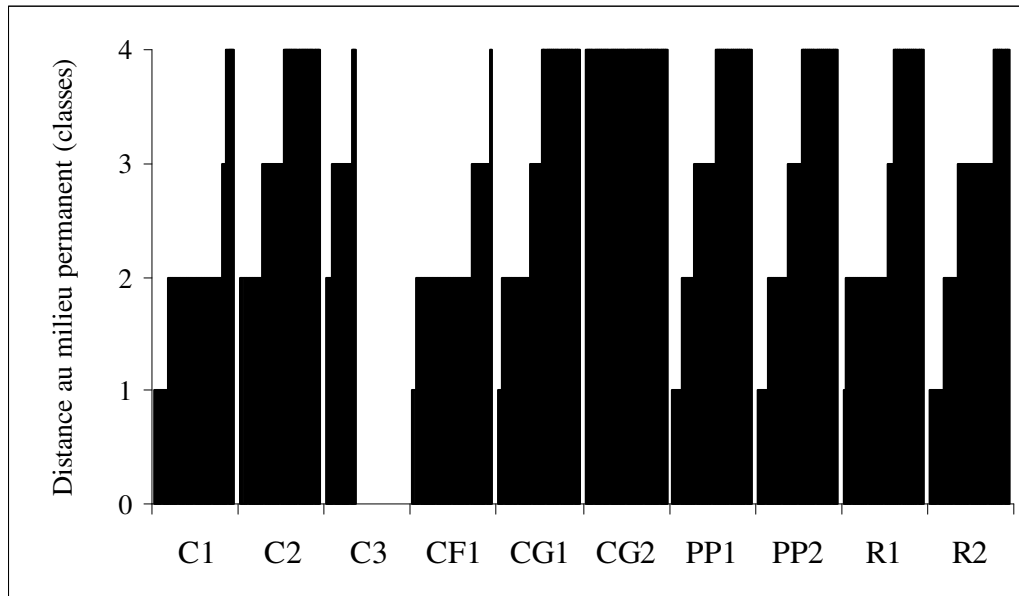


Figure n°6 : Distances transformées en classes (4) entre chaque station et la connexion la plus proche au milieu permanent (canal).

IV.2 Le peuplement

IV.2.1 Diversité

Un effort de pêche beaucoup plus soutenu en 2001 par rapport à 2000 (329 contre 184 EPA) a permis la capture de 4 fois plus de poissons (2708 en 2001 poissons contre 697 en 2000). 2 espèces supplémentaires, la Tanche et l'Épinoche ont été recensées, soit un total de 11 espèces (tableau n°5). Dans une étude moins récente, Eybert et al. (1998) signale la présence de la Tanche dans le secteur des réserves. Toutes les espèces appartiennent à des familles dulçaquicoles sédentaires hormis l'Anguille qui est migratrice amphihaline thalassochoque. La plupart des espèces sont omnivores et notamment les Cyprinidés auxquels il faut rajouter le Gambusie et l'Épinoche (Belaud et al. 1990). Deux espèces sont carnivores strictes (Brochet et Perche, alevins zooplanctonophages et adultes piscivores) et deux autres benthophages (Poisson-chat et Anguille, espèces opportunistes se nourrissant en fouillant le substrat) avec une tendance piscivore pour l'Anguille adulte. Pour la plupart de ces espèces le régime alimentaire évolue entre les stades alevins et adultes, passant d'un régime

planctonique strict à des proies plus conséquentes comme les mollusques, crustacés, vers et poissons, ou des végétaux (Michel & Oberdorff 1995). Par ailleurs, Balon (1975) a classé les différentes espèces en guildes en fonction de l'écologie de leur reproduction. Ainsi, plusieurs types de comportements sont bien séparés : les poissons qui construisent des nids et protègent leurs œufs (Poisson chat, Perche-soleil et Epinoche), les poissons qui pondent en mer dans les grandes profondeurs (Anguille) sont des pélagophiles, les espèces vivipares qui ne pondent pas d'œufs mais « accouchent » de poissons déjà formés (Gambusie) et enfin concernant la majorité des espèces ici, celles qui pondent sur un substrat. Ces dernières utilisent des éléments de leur environnement pour déposer leurs œufs ou comme matériaux de construction pour leur nid. Ainsi, la guildes des lithophiles comporte des espèces utilisant un substrat pierreux, les phytophiles, un substrat végétal, les phytolithophiles, un substrat indifféremment végétal ou pierreux et les polyphiles, tout type de substrat indifféremment. L'Epinoche est une espèce à part utilisant une sécrétion pour agglomérer les éléments de son nid. Elle appartient à la guildes des ariadnophiles.

Tableau n°5 : Liste des espèces piscicoles capturées en Brière en juin 2001 avec leurs principales caractéristiques écologiques.
(les espèces communes aux campagnes 2000 et 2001 figurent en gras).

FAMILLE	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Code	Régime alimentaire	Ecologie de la reproduction	Dépendance à l'inondation	
Anguillidae	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	ANG	Benthophage	Pelagophile	-	
Ictaluridae	Poisson-chat	<i>Ictalurus melas</i>	PCHA	Benthophage	Lithophile	-	
Cyprinidae	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	GARD	Omnivore	Phytolithophile	+	
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	ROT	Omnivore	Phytophile	+	
	Tanche	<i>Tinca tinca</i>	TAN	Omnivore	Phytophile	-	
	Brèmes		<i>Abramis brama</i>	BRE	Omnivore	Phytolithophile	+
			<i>Blicca bjoerkna</i>		Omnivore	Phytolithophile	+
Esocidae	Brochet	<i>Esox lucius</i>	BRO	Carnivore	Phytophile	++	
Poeciliidae	Gambusie	<i>Gambusia affinis</i>	GAM	Omnivore	Vivipare	-	
Centrarchidae	Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	PES	Carnivore	Polyphile	-	
Percidae	Perche franche	<i>Perca fluviatilis</i>	PEF	Carnivore	Phytolithophile	+	
Gasterosteidae	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	EPI	Omnivore	Ariadnophile	-	

En rapport direct avec cette classification par guildes, nous pouvons déduire la sensibilité de chaque espèce à l'exondation et donc à la fermeture progressive du milieu. Les zones temporairement inondées très attractives pour un certain nombre d'espèces sont colonisées en hiver ou en début de printemps pour la reproduction (Brochet, Perche franche),

pour la protection qu'elles offrent aux alevins (Cyprinidés) ou pour l'alimentation des adultes. Lors de la décrue, un certain nombre de ces espèces devront quitter les zones inondées, risquant de rester prisonnières si la baisse du niveau d'eau est trop rapide. Le confinement de ces zones entraîne des modifications importantes de la qualité physico-chimique de l'eau, des anoxies qui sont plus ou moins bien supportées par les poissons. En considérant l'ensemble de ces critères, nous avons arbitrairement indiqué la dépendance de chaque espèce à l'inondation par -, + ou ++ décrivant respectivement l'indifférence, une dépendance faible ou forte (tableau n°5).

IV.2.2 Richesse spécifique et indices de biodiversité inter-milieu et inter-site

La richesse spécifique inter-milieu varie de 9 à 10 espèces sachant que la valence ne joue que sur trois espèces, la Tanche (1 seul individu capturé), l'Épinoche (3 individus capturés) et la Perche franche absente des prairies pâturées. Toutes les autres espèces sont présentes sur l'ensemble des milieux ce qui tend à démontrer une relative uniformité de la composition des peuplements, paramètre confirmé ci-après. A plus petite échelle, le test de Strömngren associé aux richesses spécifiques de chaque site souligne un nombre significativement plus faible d'espèces dans C1, PP2 et R1 par rapport à la majorité des autres sites. Toutefois, il faut retenir un nombre d'espèce oscillant entre 7 et 9 dans chaque site (figure n°7). C'est la présence des trois espèces précitées qui est la plus aléatoire, auxquelles il faut rajouter par ordre d'importance la Brème, l'Anguille, le Gambusie et le Brochet absents chacun sur un seul site, le Rotengle étant absent sur deux sites. Parallèlement les indices de biodiversité (Guillory 1999) témoignent de certaines différences entre les sites : indice de Shannon (indice synthétique calculé sur la base de la proportion numérique de chaque espèce dans le peuplement) et Equitabilité (indice décrivant la part respective des espèces dans le peuplement, allant en théorie de valeurs proches de 0 traduisant un peuplement fortement déséquilibré, jusqu'au seuil de 1, correspondant à un peuplement fortement équilibré, c'est-à-dire où les espèces sont présentes dans les mêmes proportions). Le test de Hutcheson associé à l'indice de Shannon (figure n°7) souligne des valeurs d'indice significativement plus faibles dans C2 et CG1 (1.34 et 0.37) par rapport à l'ensemble des autres sites pour lesquels les valeurs varient entre 2.03 et 2.58. L'Equitabilité confirme la situation particulière de ces 2 sites avec un peuplement fortement déséquilibré en CG1 (0.11, le Gardon est largement majoritaire en raison de la présence d'alevins en grand nombre) et dans une moindre mesure

en C2 (0.42). Les valeurs d'Equitabilité oscillent entre 0.70 et 0.87 pour les autres sites échantillonnés.

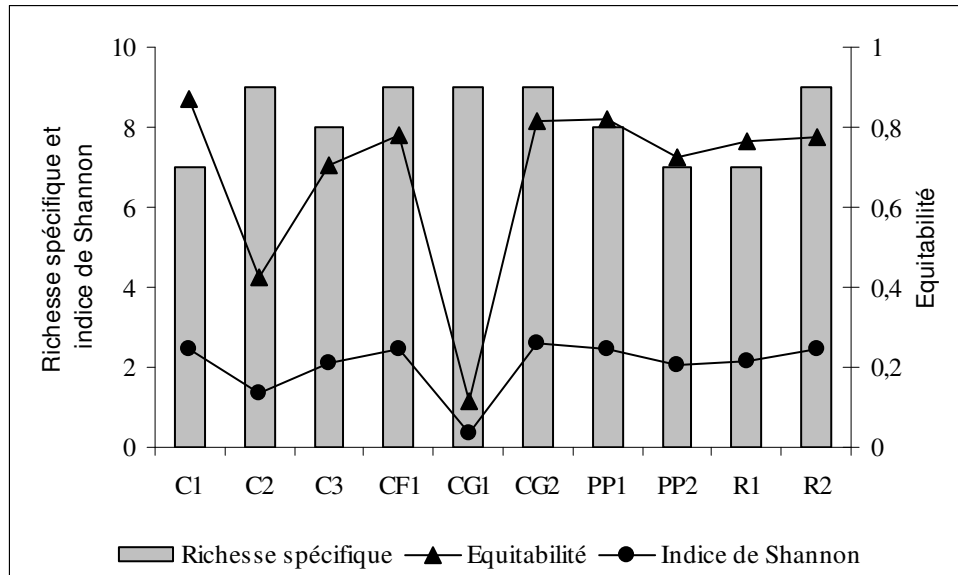


Figure n°7 : Richesse spécifique et indices de biodiversité inter-sites.

IV.2.3 Fréquence d'occurrence et répartition des poissons

La fréquence d'occurrence correspond au nombre de stations dans lesquelles l'espèce est capturée sur le nombre total de stations échantillonnées par site (C1 à R2), par milieu (C à R) et enfin sur l'ensemble de la campagne. Ce résultat est exprimé en % (fréquence). Cet indice permet rapidement de se faire une idée sur la fréquentation des sites et milieux par les différentes espèces. Ainsi, synthétiquement, une espèce ayant une fréquence d'occurrence inférieure à 25% sera considérée comme occasionnelle ou rare, commune si cette fréquence est comprise entre 25 et 50%, et permanente si elle est supérieure à 50% (Castelnaud & Rochard 1994). Notre étude montre que globalement au niveau des sites, la grande majorité des espèces est occasionnelle ou rare hormis le Gardon et le Poisson-chat (tableau n°6). Si l'on regarde les valeurs qui correspondent aux différents milieux échantillonnés, nous retrouvons ces deux mêmes espèces dont la fréquence varie d'un milieu à l'autre puisque le Poisson-chat devient permanent en cariçaie fauchée mais occasionnel ou rare en prairie pâturée et cariçaie gyrobroyée. Le Gardon est plus constant puisque commun dans toutes les sites, il devient occasionnel seulement en roselière. D'autres espèces apparaissent fréquemment dans un ou deux milieux comme le Brochet qui est commun en cariçaie fauchée

et la Perche soleil, elle aussi commune en cariçaie et cariçaie gyrobroyée. Au niveau des sites, deux autres espèces communes apparaissent ponctuellement : l'Anguille dans R1, la Brème dans C3.

Tableau n°6 : Fréquence d'occurrence de chaque espèce par site et milieu (cf. tableau n°1 pour le code des sites). Les valeurs en vert correspondent aux espèces communes, en rouge aux espèces permanentes.

	C1	C2	C3	CF1	CG1	CG2	PP1	PP2	R1	R2	C	CF	CG	PP	R	total
ANG	11,43	2,86	0,00	14,29	14,29	5,56	8,57	5,71	25,71	11,43	6,02	14,29	9,86	7,14	18,57	10,64
BRE	14,29	14,29	30,77	8,57	17,14	8,33	0,00	17,14	14,29	22,86	16,87	8,57	12,68	8,57	18,57	13,68
BRO	8,57	20,00	15,38	25,71	14,29	19,44	20,00	17,14	0,00	14,29	14,46	25,71	16,90	18,57	7,14	15,50
EPI	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,29	0,00	0,91
GAM	11,43	2,86	15,38	2,86	8,57	5,56	11,43	2,86	0,00	14,29	8,43	2,86	7,04	7,14	7,14	6,99
GARD	28,57	37,14	30,77	28,57	40,00	33,33	25,71	31,43	8,57	37,14	32,53	28,57	36,62	28,57	22,86	30,09
PCHA	37,14	28,57	76,92	51,43	22,86	19,44	8,57	14,29	37,14	57,14	39,76	51,43	21,13	11,43	47,14	32,52
PEF	0,00	2,86	15,38	2,86	8,57	2,78	0,00	0,00	0,00	2,86	3,61	2,86	5,63	0,00	1,43	2,74
PES	20,00	11,43	92,31	22,86	25,71	25,00	2,86	17,14	11,43	22,86	27,71	22,86	25,35	10,00	17,14	20,67
ROT	0,00	2,86	7,69	14,29	2,86	8,33	2,86	0,00	5,71	2,86	2,41	14,29	5,63	1,43	4,29	4,56
TAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,43	0,30

A ce stade de la description du peuplement piscicole échantillonné, 3 points importants sont à retenir. Premièrement, la quasi totalité des espèces recensées dans les études antérieures réalisées en Brière ont été capturées ce qui démontre que les habitats temporaires que constituent les roselières, cariçaies et prairies sont exploités par toutes les espèces répertoriées. Cela dénote une certaine attractivité de ces milieux vis-à-vis du peuplement piscicole. Néanmoins, les différents milieux sont inégalement fréquentés par certaines espèces, en témoignent les fréquences d'occurrence variables pour la majorité des espèces, hormis le Gardon et le Poisson-chat considérés comme commun dans l'ensemble des milieux, l'Anguille, la Brème et le Brochet sur certains sites. Finalement un effet site semble également se dégager par l'étude de la richesse spécifique et des indices de biodiversité (Shannon et Equitabilité), les sites C2 et CG1 se caractérisent par des bancs de gardon. Il convient néanmoins de relativiser ce dernier résultat en raison de l'échantillonnage aléatoire par la méthode des EPA pouvant conduire à des situations atypiques dans certaines stations.

IV.2.4 Effectifs et biomasses

Sur les 2708 poissons échantillonnés, les Cyprinidés (Brèmes, Tanche, Gardon et Rotengle) sont largement majoritaires avec 77.9% en abondance, dont 73.5% de Gardons (figure n°8). Cependant, il faut relativiser leur importance puisque de nombreux alevins ont été capturés. Pour preuve, ce n'est plus que la troisième espèce en terme de biomasse (15.7%). Le Poisson-chat est la deuxième espèce la plus abondante (11.6%) mais également la plus représentée en terme de biomasse (42.8%). Viennent ensuite la Perche soleil, le Brochet et l'Anguille qui représentent 4.4%, 2.4% et 1.7% en abondance et 7.3%, 2.6% et 21.0% en biomasse. L'Anguille est ainsi la deuxième espèce la plus importante en terme de biomasse. Les autres espèces, Gambusie, Perche franche et Epinoche, sont faiblement représentées aussi bien en effectif qu'en biomasse mais restent informatives quant à la détermination de la qualité (rôles fonctionnels) de ces milieux inondés (cf. infra).

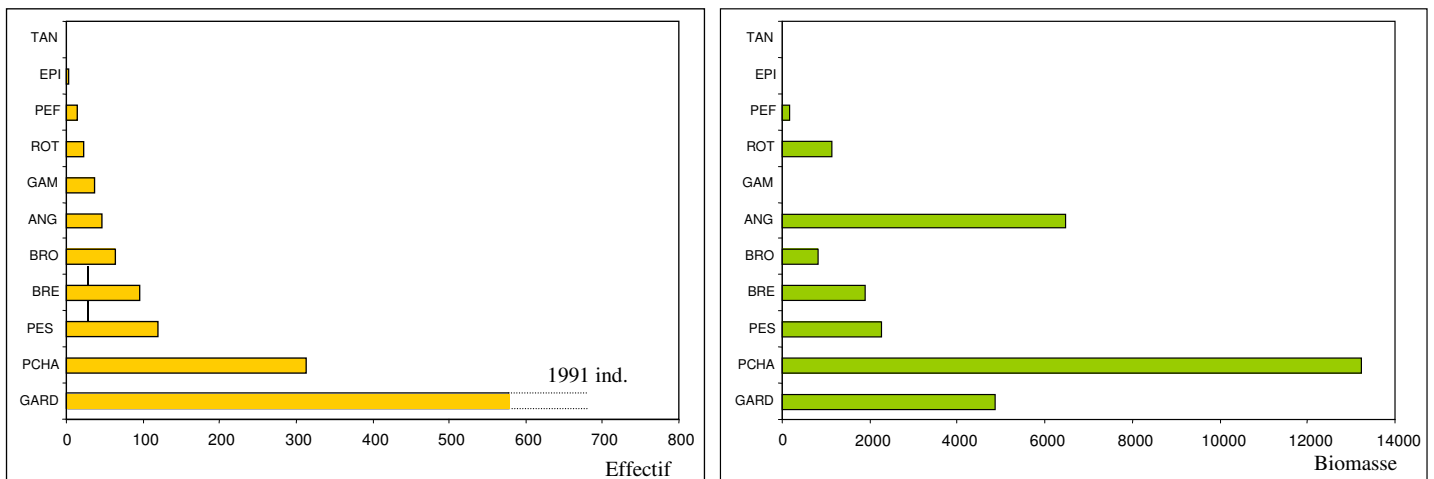


Figure n° 8 : Effectifs et biomasses (en grammes) des espèces capturées sur l'ensemble des sites étudiés.

L'effort de pêche étant relativement homogène quel que soit le site étudié (35 points en moyenne excepté pour C3 où seuls 13 points ont été réalisés), il est possible de comparer les quantités de poissons capturés sur chacun des sites (expression par CPUE : Capture Par Unité d'Effort). Les biomasses de poissons capturés sur C1 et C2 sont identiques mais ces 2 sites diffèrent en abondance en raison d'un effectif de Gardon très élevé en C2 (bancs d'alevins). Nous observons le même schéma en CG1 et CG2 avec la même espèce. Cependant cette fois-ci, les biomasses diffèrent elles aussi beaucoup d'un site à l'autre. Concernant les prairies pâturées PP1 et PP2, biomasses et effectifs diffèrent beaucoup comme c'est également le cas pour les deux roselières R1 et R2.

Ces distinctions inter-sites se répercutent sur les valeurs exprimées par milieux. Cette fois, afin de pouvoir comparer les milieux entre eux, nous avons ramené les différentes valeurs de capture à 70 points ce qui correspond au nombre moyen de points effectués par milieux. La figure n°9 indique que les effectifs diffèrent essentiellement sur CG toujours du aux bancs d'alevins capturés notamment sur CG1. Les biomasses moyennes sont plus homogènes mais restent assez différentes d'un milieu à un autre avec un minimum de 2000g pour les prairies pâturées et un maximum de 9000g obtenu sur la cariçaie fauchée. Les milieux les plus poissonneux en abondance sont dans un ordre décroissant : les cariçaies gyrobroyées, cariçaies, cariçaies fauchées suivies des roselières et des prairies pâturées à égalité. Les intervalles de confiance rendent compte des écarts de capture entre les différents sites pour un même milieu. En effectif, l'intervalle de confiance très important sur CG souligne la dissemblance entre les deux parcelles échantillonnées (CG1 et CG2). Il en est de même en terme de biomasse sur les prairies pâturées, ce résultat étant imputable essentiellement aux écarts importants de Poisson chat et de Brème entre PP1 et PP2.

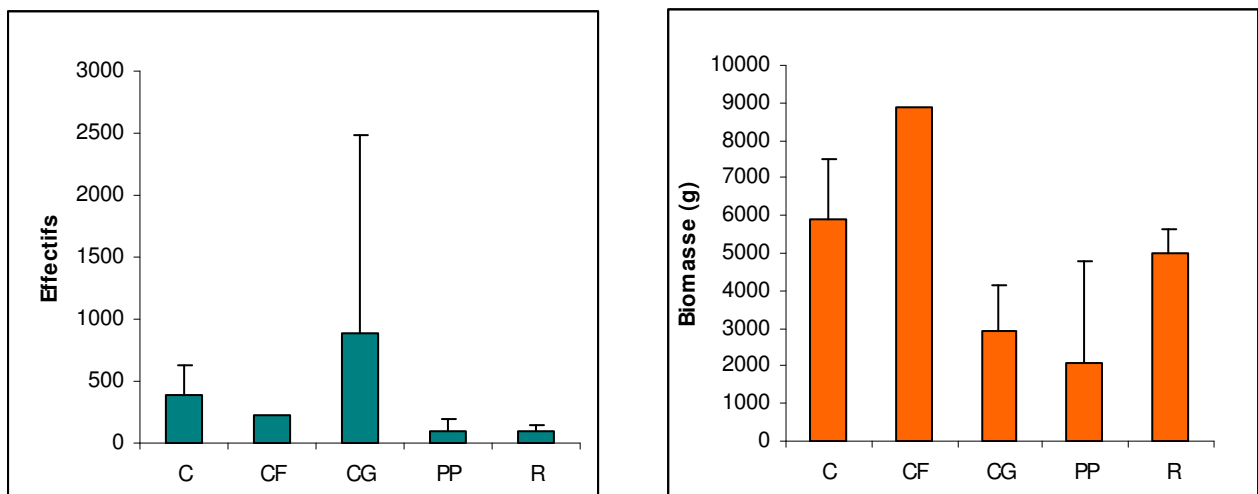
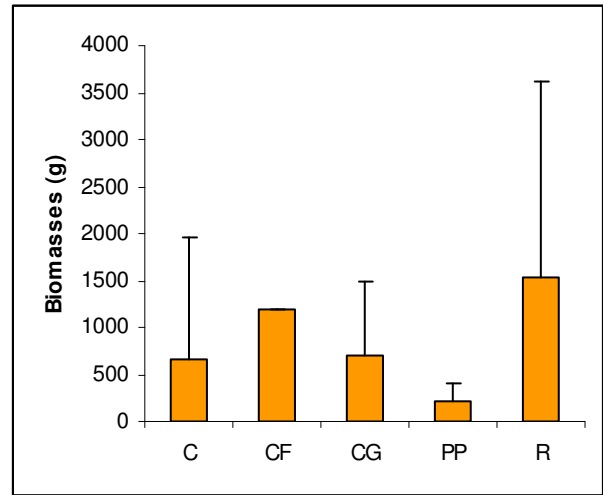
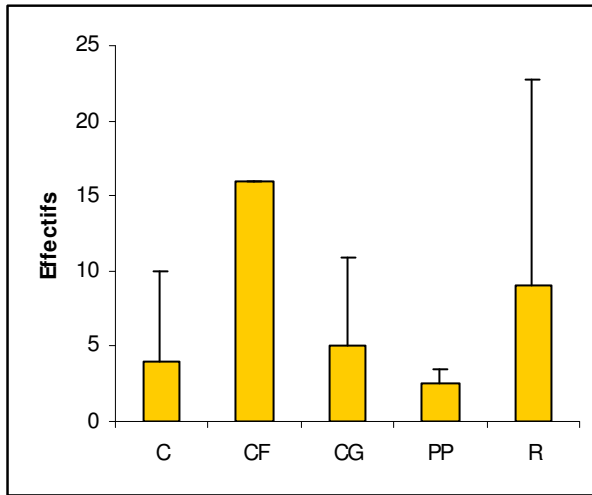


Figure n°9 : Effectifs et biomasses moyennes capturés sur chaque type de milieu (valeurs exprimées pour 70 EPA).

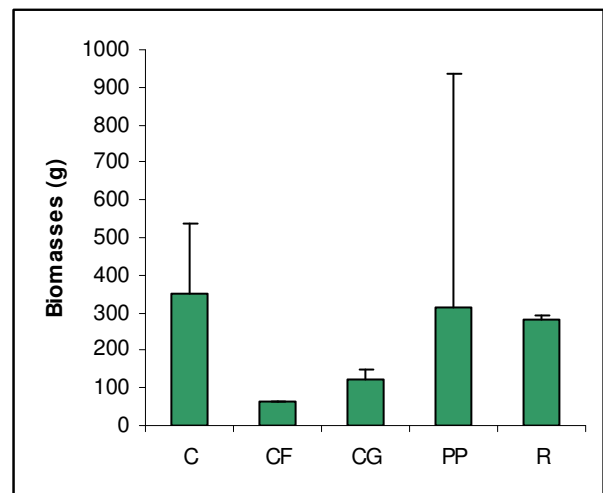
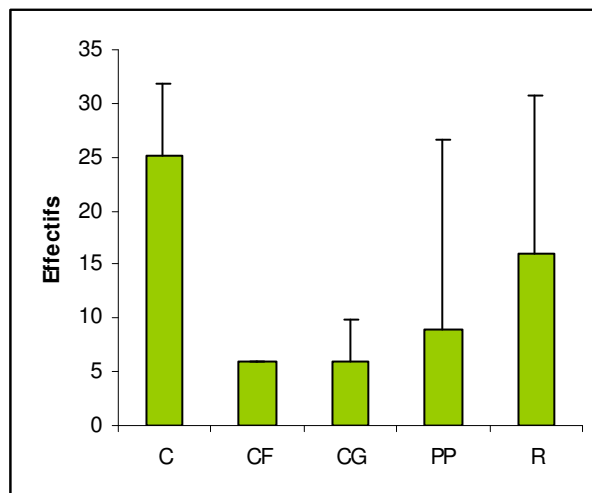
Nous avons reporté sur la figure n°10, le détail, en effectif et en biomasse, des 5 espèces les plus représentées dans le peuplement et cela dans chacun des milieux. Les Anguilles par exemple sont les plus abondantes en cariçaie fauchée mais la biomasse tendrait à être plus élevée en roselière. Pour les Brèmes, les cariçaies sont les habitats préférés aussi bien en effectif qu'en biomasse. Les biomasses et effectifs de Brochets sont supérieurs

en cariçaie fauchée. Pour le Poisson-chat, les effectifs les plus importants se retrouvent sur les cariçaies et la cariçaie fauchée, cette dernière étant la plus élevée en biomasse.

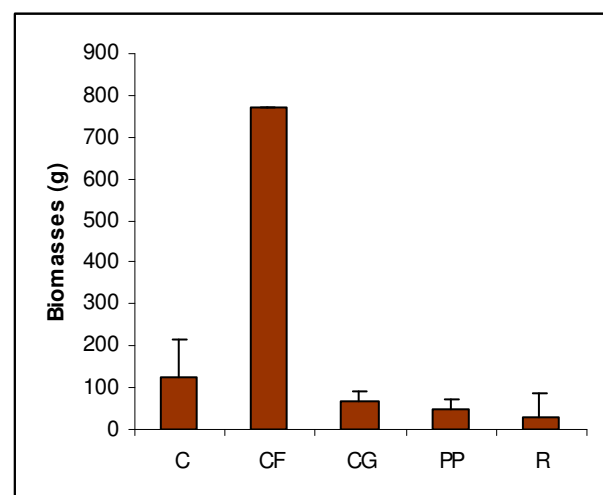
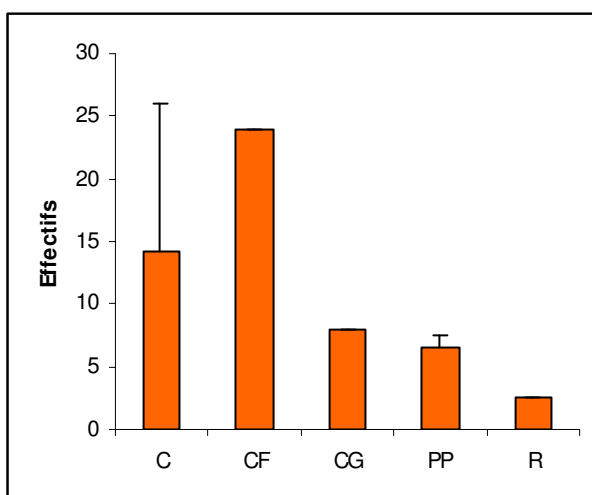
Anguille



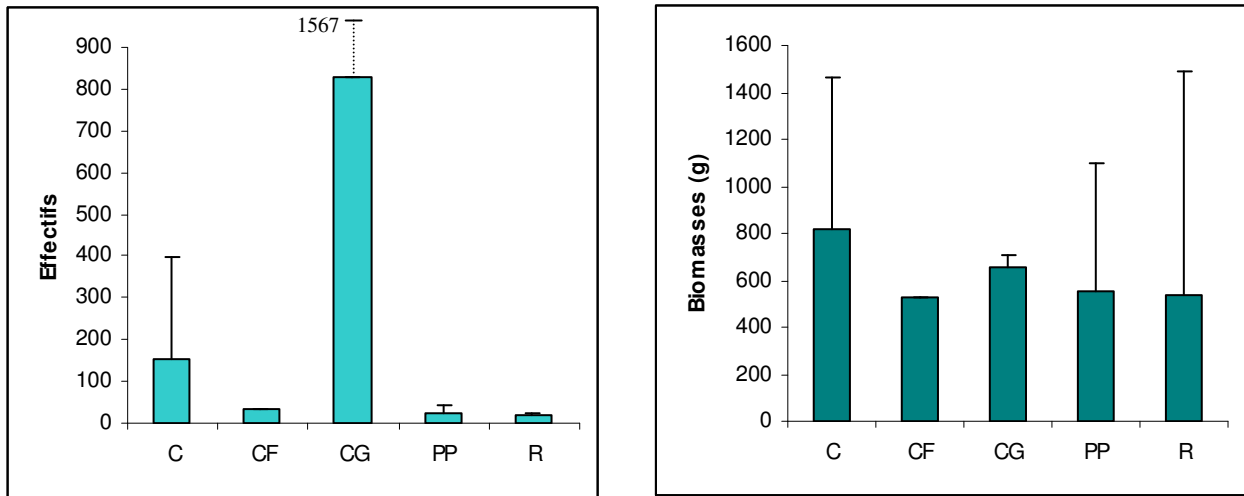
Brème



Brochet



Gardon



Poisson-chat

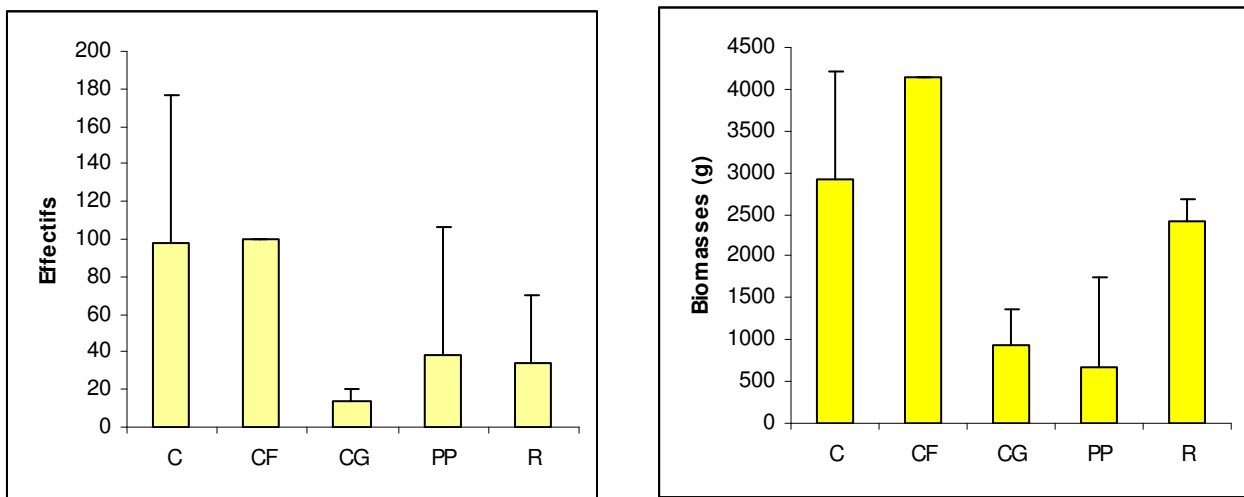


Figure n°10 : Captures moyennes par milieux pour les 5 espèces les plus importantes en effectifs et en biomasses (valeurs exprimées pour 70 EPA).

Nous avons complété l'étude descriptive de la composition du peuplement des différents sites échantillonnés par deux séries d'analyses statistiques (Sokal & Rohlf 1969).

Dans un premier temps, un test G nous a permis de comparer la composition du peuplement de chaque site et chaque milieu entre eux en tenant compte des effectifs puis des biomasses.

Ce test étant relativement puissant, seuls quelques sites ressortent de cette analyse qui tient compte des écarts de capture entre les espèces. En effectif, aucun site ni aucun milieu

n'est discriminé. En biomasse, seuls deux cas de ressemblance sont mis en évidence : la roselière R1 et la cariçaie C1 ($G_{adj.} = 14.72 < 18.31$ valeur critique du Chi2 pour un degré de liberté (ddl) de 10 et une probabilité (p) de 0.01), la cariçaie fauchée CF1 et le milieu cariçaie (C) ($G_{adj.} = 16.80 < 18.31$ ddl=10 et p=0.01). Ces résultats sont peu indicatifs hormis le fait que chaque site au sein d'un même milieu semble être différent, à l'exception C1 et C.

Dans un deuxième temps, une comparaison de rang nous a permis de confronter les différents peuplements non plus par rapport aux quantités capturées mais en tenant compte de la place (rang) de chaque espèce en terme d'abondance et de biomasse au sein de la communauté piscicole de chaque site. Nous avons choisi le test de Kendall qui permet de voir ces rapprochements sans être gênés par les différences d'effectifs ou de biomasse inter-sites. Ce test s'attache simplement à comparer la position de chaque espèce au sein de chaque peuplement et de mesurer à ce niveau le degré de similitude entre chaque site.

Les résultats montrent de très bonnes similitudes en effectif pour la quasi-totalité des sites et milieux (cf. tableau n°7). Seuls deux sites se distinguent, PP1 qui est significativement différent de tous les autres sites ainsi que R1 qui diffère notamment avec PP1 et les cariçaies, C2, C3, CF1, CG1, CG2 ($|\tau| < 1.96$ valeur critique pour $p = 0.05$ et $n = 11$). Aucune différence inter-milieu significative n'a été relevée.

Effectifs	C1	C2	C3	CF1	CG1	CG2	PP1	PP2	R1	R2
C1	1.00									
C2	0.74	1.00								
C3	0.60	0.63	1.00							
CF1	0.63	0.73	0.54	1.00						
CG1	0.79	0.84	0.61	0.76	1.00					
CG2	0.56	0.75	0.63	0.84	0.73	1.00				
PP1	0.27	0.27	0.14	0.36	0.31	0.33	1.00			
PP2	0.91	0.83	0.63	0.69	0.82	0.67	0.29	1.00		
R1	0.56	0.42	0.28	0.36	0.41	0.30	-0.10	0.50	1.00	
R2	0.83	0.90	0.68	0.67	0.86	0.76	0.34	0.90	0.44	1.00

Effectifs	C	CF	CG	PP	R
C	1.00				
CF	0.69	1.00			
CG	0.92	0.72	1.00		
PP	0.64	0.64	0.71	1.00	
R	0.77	0.69	0.72	0.79	1.00

Tableau n°7 : Test de rang de Kendall pour les effectifs. Les valeurs en rouge sont inférieures à la valeur critique de référence et indique une dissimilitude entre les deux distributions comparées ($p = 0.05$).

Concernant les biomasses, là encore R1 se distingue de C2, C3 et PP1. Plus anecdotiquement, PP1 est différent de C2 et C3, CF1 diffère de PP2. En ce qui concerne les milieux, seul PP diffère de CF ($|\tau| < 1.96$ valeur critique pour $p = 0.05$ et $n = 11$, cf. tableau n°8).

Biomases	C1	C2	C3	CF1	CG1	CG2	PP1	PP2	R1	R2
C1	1.00									
C2	0.53	1.00								
C3	0.50	0.83	1.00							
CF1	0.45	0.48	0.45	1.00						
CG1	0.84	0.70	0.68	0.63	1.00					
CG2	0.68	0.63	0.60	0.70	0.85	1.00				
PP1	0.50	0.40	0.29	0.59	0.55	0.70	1.00			
PP2	0.80	0.72	0.61	0.33	0.72	0.64	0.46	1.00		
R1	0.53	0.31	0.28	0.47	0.54	0.54	0.32	0.41	1.00	
R2	0.76	0.78	0.68	0.56	0.93	0.85	0.55	0.80	0.54	1.00

Biomasses	C	CF	CG	PP	R
C	1.00				
CF	0.59	1.00			
CG	0.93	0.67	1.00		
PP	0.80	0.39	0.72	1.00	
R	0.84	0.59	0.92	0.70	1.00

Tableau n°8 : Test de rang de Kendall pour les biomasses. Les valeurs en rouge sont inférieures à la valeur critique de référence et indique une dissimilitude entre les deux distributions comparées ($p = 0.05$).

Les effectifs et biomasses observés montrent que les espèces les plus abondantes ne sont pas forcément celles qui sont les plus représentées en biomasse. Le classement des milieux sera donc différent selon que l'on s'attache aux effectifs ou aux biomasses. Pour les effectifs, le classement, du milieu le plus riche au milieu le moins poissonneux donne : CG, C, CF, P et R. Pour les biomasses, l'ordre devient CF, C, CG, R, PP. Cette variabilité inter-milieu s'accompagne par ailleurs d'une forte variabilité intra-milieu (entre les sites) soulignant l'importance peut être prépondérante d'un effet site se traduisant par une productivité ou une capacité d'accueil différentes. Toutefois, les espèces ont une importance relative quasi constante quel que soit le milieu. Les quelques différences observées ne concernent que des sites particuliers et aucun milieu ne se distingue vraiment des autres.

IV.2.5 Structures en taille des peuplements piscicoles de chaque milieu

Comme nous venons de le montrer, même si les rapports d'abondance entre les sites sont très différents (test G), il n'y a pas de différences majeures de structure de peuplement entre les sites. Nous allons donc nous efforcer d'étudier par la suite les cohortes non pas au niveau des sites mais à une échelle plus grande qui est celle du milieu. Le fait de présenter les espèces en fonction des classes de taille permet de se faire une bonne idée de l'utilisation des différents milieux par le poisson et ainsi de déterminer le rôle de ces milieux en fonction du cycle biologique des espèces (reproduction, développement des alevins, alimentation des adultes). Les classes de taille des espèces principales sont donc détaillées pour les 5 milieux retenus (cf. figure n°11). Pour chacune des espèces un préférendum écologique peut être défini en complément à la précédente description des effectifs et des biomasses dans les différents milieux.

L'Anguille est globalement bien représentée par tous les stades dans la plupart des milieux échantillonnés. Les conditions sont donc réunies pour le développement des jeunes anguilles et l'alimentation des adultes. La reproduction se faisant en mer, la fonction de frayère n'est pas prise en compte. Nous pouvons cependant remarquer que les petites classes de tailles sont moins présentes en cariçaie gyrobroyée, prairie pâturée et roselière, ce qui tendrait à montrer que les conditions sont moins bonnes que dans les cariçaies ou les cariçaies fauchées pour lesquelles la pyramide des âges est mieux respectée. De même, certaines classes de taille sont absentes notamment en cariçaie et en prairie pâturée.

Seuls de jeunes **Brochets** (0+) ont été capturés hormis quelques individus de plus grande taille en cariçaie fauchée ce qui montre l'homogénéité et les bonnes conditions environnementales de tous ces milieux temporairement inondés pour la fraie et le développement des jeunes individus. Les adultes sont quasiment absents de ces zones qui ne semblent pas propices à l'alimentation et ne servent donc vraisemblablement que de zones de frayère et de nurserie en début de saison (Casselman & Lewis 1996).

Les zones de nurserie du **Gardon** semblent être concentrées sur les cariçaies et les cariçaies gyrobroyées et dans une moindre mesure les prairies pâturées. Les zones d'alimentation et/ou de fraie sont différentes et concernent les cariçaies fauchées, les roselières et les prairies pâturées. Les adultes sont peu présents sur les zones de fraie, il y aurait donc une migration entre ces zones et les zones d'alimentation. Les différents stades du cycle de vie du Gardon se feraient dans des milieux différents : des zones de frayères

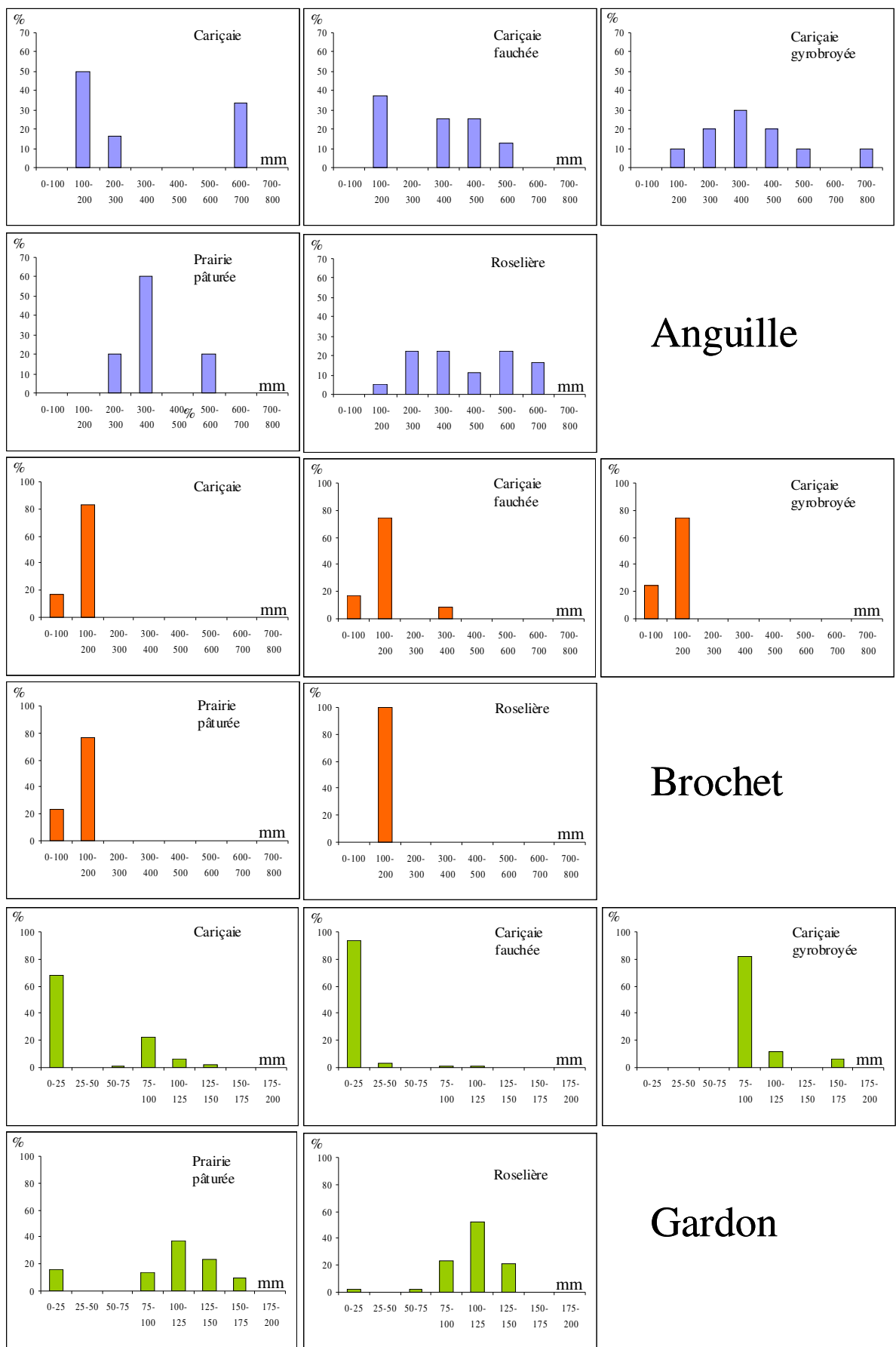


Figure n°11: Structure en taille de la population des différentes espèces sur l'ensemble des milieux étudiés.

(cariçaies gyrobroyées), des zones d'alimentation (cariçaies fauchées et roselières) et des zones qui sont les deux à la fois (cariçaies, prairies pâturées).

Contrairement au Gardon, la **Brème** ne semble se reproduire dans aucune des zones étudiées puisque aucun alevin n'a été capturé. La grande majorité des poissons sont de la classe d'âge 1+ et 2+, des poissons encore immatures et ce, dans tous les milieux échantillonnés. Nous pouvons donc considérer ces zones comme des nurseries. Quelques adultes ont été capturés sur les prairies pâturées.

Comme pour la Brème, le **Rotengle** n'est représenté que par les classes > 1+ dans la majorité des secteurs qui peuvent donc être considérés comme des zones de nurserie pour cette espèce. Des individus adultes ont été capturés en cariçaie gyrobroyée, cariçaie fauchée et prairie pâturée ce qui semble indiquer que ces milieux sont aussi des zones d'alimentation pour cette espèce omnivore. L'absence de la classe 0+ laisse à penser que le Rotengle ne se reproduit pas dans ces zones.

La **Perche soleil** est représentée par plusieurs classes de taille dans presque tous les milieux. Seules les cariçaies fauchées ne sont pas utilisées comme frayère puisque nous n'y avons trouvé aucun jeune. Il est intéressant de noter que la pyramide des âges n'est pas équilibrée et que les poissons adultes sont majoritaires dans la totalité des zones d'études. Il semble donc que ces zones ne soient pas les frayères principales ce qui engendrerait un faible taux de reproduction. Une deuxième hypothèse d'ordre démographique peut être émise : une différence de succès reproducteur cette année pourrait être à l'origine de ce déficit de jeunes Perches soleil.

Comme le Brochet, la **Perche franche** se reproduit tôt dans l'année et dès le mois de mars cette espèce est susceptible de gagner les zones temporairement inondées pour la fraie (Keith & Allardi 2001). Les sites étudiés ici semblent avoir des fonctions très distinctes pour l'espèce. Les cariçaies et cariçaies gyrobroyées sont des zones de frayère et de nurserie alors que les roselières ne sont que des nurseries. Enfin les cariçaies fauchées ne servent que de zones d'alimentation pour les adultes et l'espèce est absente des prairies pâturées.

Le **Poisson chat** est bien représenté par toutes les classes de taille dans tous les sites. Cependant, certains milieux semblent plus favorables à la fraie que d'autres puisque seules les prairies pâturées et les cariçaies présentent une pyramide des âges équilibrée. Pour les trois autres milieux, un déficit de 0+ apparaît.

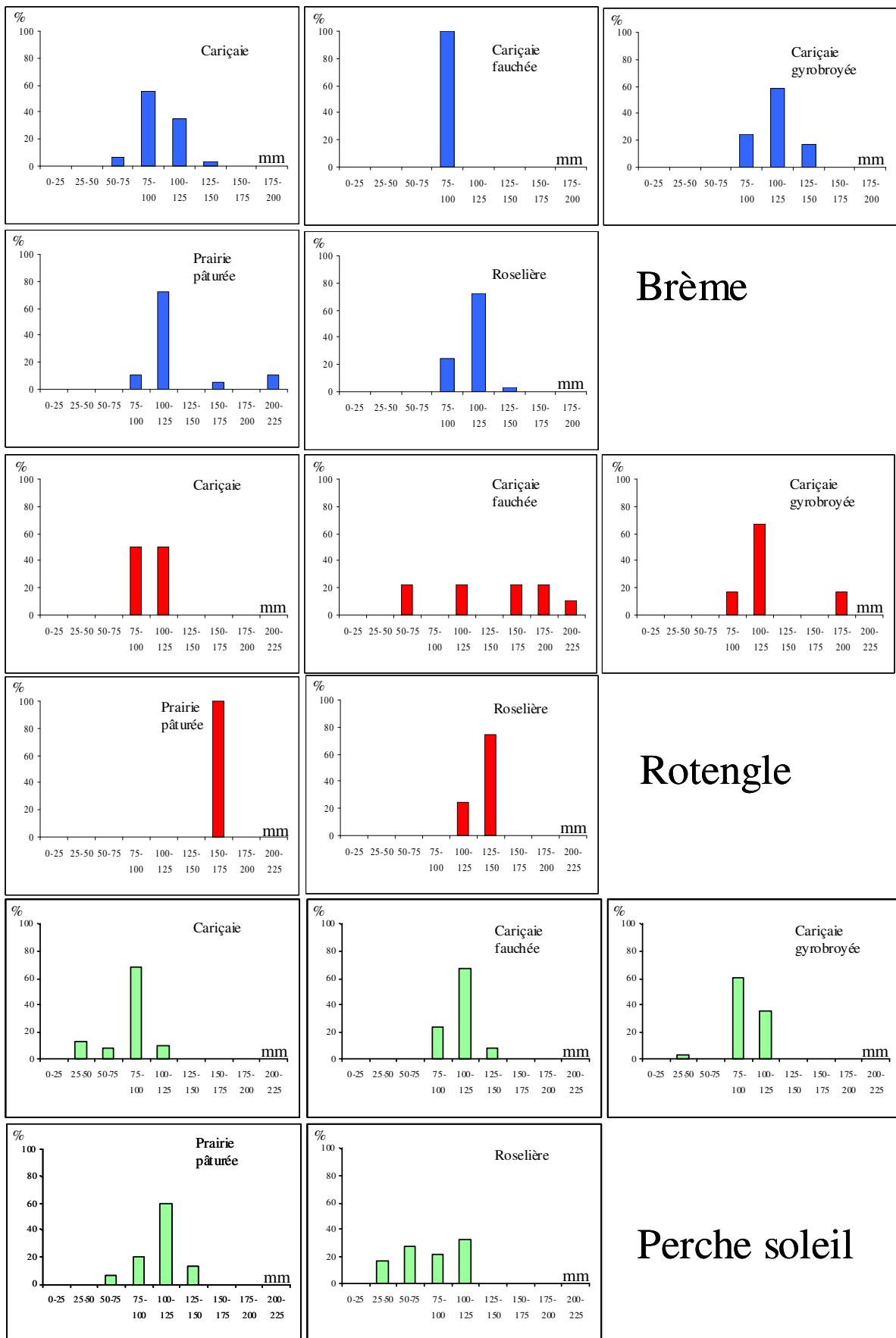


Figure n°11: Structure en taille de la population des différentes espèces sur l'ensemble des milieux étudiés.

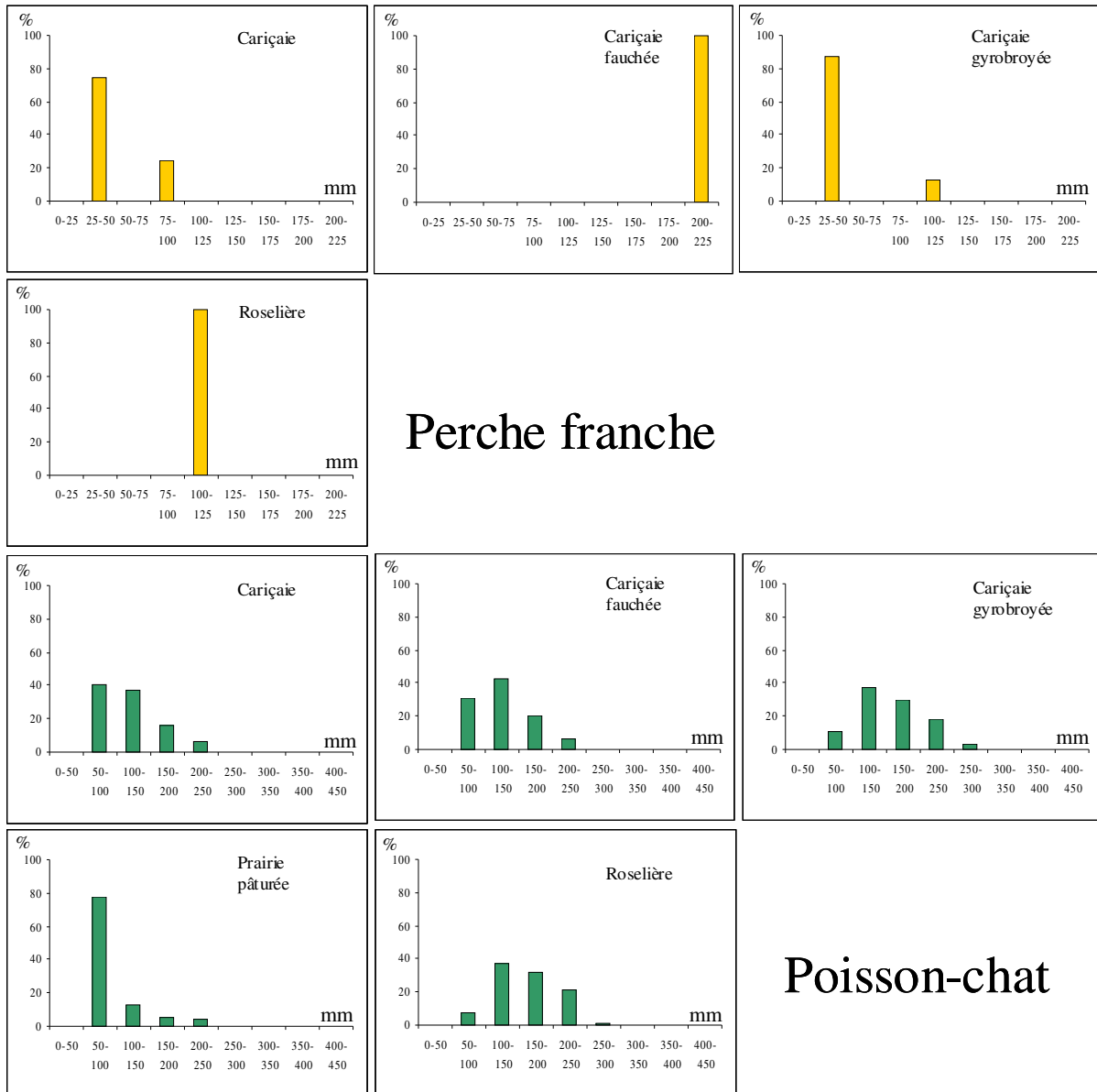


Figure n°11: Structure en taille de la population des différentes espèces sur l'ensemble des milieux étudiés.

L'analyse des classes de taille permet de qualifier les zones inondées pour la faune piscicole d'un point de vue fonctionnel. Un rôle majeur de nurserie est mis en évidence pour l'ensemble des espèces, avec une vocation de zone de frayère qu'il convient de noter pour la Brochet et la Perche franche. Certaines différences entre milieux sont perceptibles quant à la fréquentation par les classes de taille laissant à supposer des rôles complémentaires de ces zones inondables selon les faciès végétaux.

IV.2.6 Répartition spatiale des poissons : l'influence des variables de milieu.

Nous nous sommes attachés jusqu'à maintenant à décrire la composition du peuplement de poisson (richesse spécifique, indices de biodiversité, abondance et biomasse) dans chaque site et milieu. Les classes de taille nous ont permis d'aborder l'aspect fonctionnel des zones échantillonnées. Afin de répondre à la question de l'organisation spatiale du peuplement de poisson sur chacun des sites et ainsi à la quantification de l'attractivité de ces milieux temporairement inondés, il convient d'apprécier l'effet des variables environnementales mesurées sur la composition du peuplement au niveau de chaque station (micro-habitat).

Dans l'étude menée en 2000 (Carpentier et al 2000), il avait été souligné le rôle prépondérant du facteur « éloignement au canal le plus proche » dans la colonisation des cariçaies gyrobroyées par la faune piscicole. Nous avons ainsi voulu vérifier l'importance de ce paramètre sur l'ensemble des zones temporairement inondées en définissant un plan d'échantillonnage adapté. Le bilan des distances a été précédemment décrit (cf. **IV.1.6**). Nous allons maintenant étudier l'effet, d'une part, de ce paramètre seul sur la distribution des poissons (effectifs et biomasses) dans les différents milieux, et, d'autre part, l'effet de l'ensemble des variables environnementales mesurées sur la structuration spatiale des espèces.

Dans la figure suivante (figure n°12) sont indiquées les CPUE exprimées en biomasse et en effectif dans chaque milieu en fonction des classes de distance définies. Pour mémoire, rappelons que les 4 classes de distance sont : 1 (0-10 m), 2 (11-60 m), 3 (61-110 m) et 4 (>110 m). Par ailleurs, compte tenu de la forte variabilité déjà évoquée des effectifs entre stations, les abondances par EPA ont subi une transformation logarithmique. Les valeurs moyennes de l'ensemble des stations sont alors reportées pour chacun des 5 milieux.

Pour les CPUE exprimées en effectif, un patron de diminution des quantités de poissons s'observe, sur 3 des 5 milieux, à partir de la 2nde classe de distance. Cette tendance s'accompagne dans tous les cas d'une diminution des biomasses estimées. Ainsi le gradient de colonisation mis en évidence lors de la campagne 2000 sur les cariçaies gyrobroyées est en partie confirmé en 2001 (CPUE exprimées en biomasse), et surtout validé sur l'ensemble des autres milieux (cariçaies, roselières et prairies pâturées).

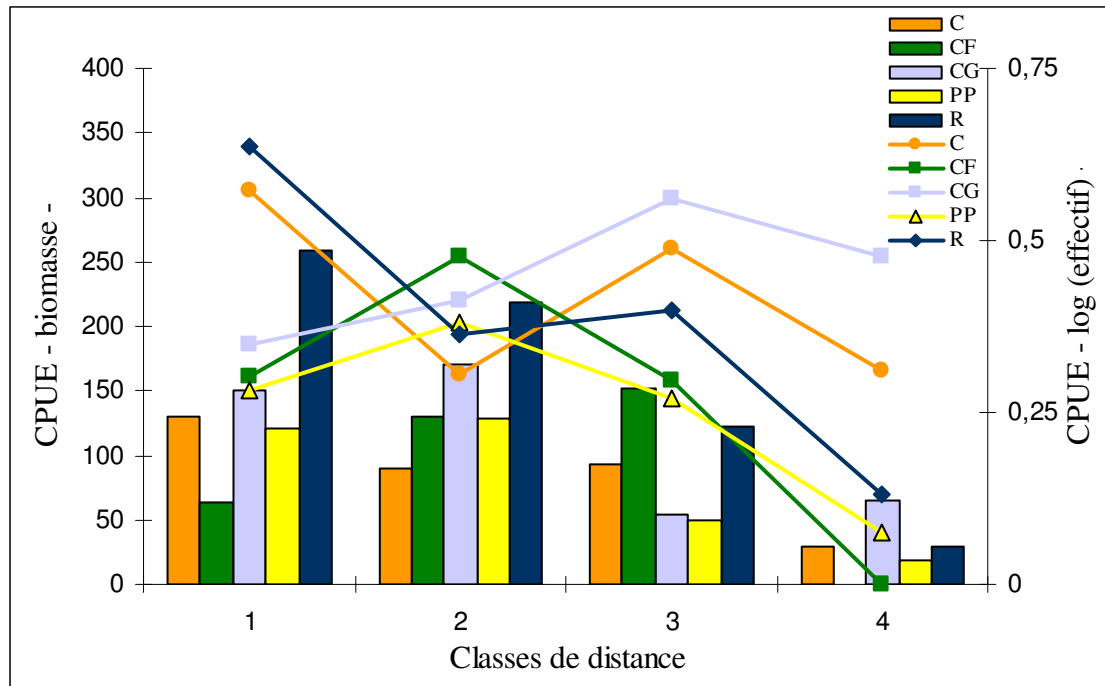


Figure n°12 : Moyenne des CPUE des 5 milieux étudiés en fonction du gradient de distance de chaque EPA au canal le plus proche.

Les CPUE en effectif et biomasse sont symbolisés respectivement par les lignes et histogrammes.

Il convient alors de voir ce qu'il en est maintenant quant à la réponse spécifique des différentes espèces selon, notamment le gradient des distances, mais également selon les autres variables environnementales. Pour cela nous avons eu recours à une analyse multivariée (Analyse Canonique des Correspondances) intégrant l'ensemble des variables stationnelles (profondeur de la colonne d'eau, recouvrement végétal, turbidité, température et oxygène ainsi que la variable distance minimum au milieu permanent. En pratique, cette analyse consiste à projeter sur un plan (factoriel) les coordonnées des différentes stations étudiées, et ce à la fois par rapport aux caractéristiques environnementales mesurées sur le terrain et par le profil de peuplement ichthyologique mis en évidence sur ces stations (ter Braak 1986, Thioulouse et al. 1997). Cette analyse, basée sur les abondances ne tient plus compte ni de classes de taille ni des biomasses. Nous avons fixé volontairement un seuil d'abondance minimum (>1%) afin de clarifier l'analyse. Cette démarche exclue donc de l'analyse la Tanche, l'Epinoche et la Perche franche qui étaient trop peu représentés pour être réellement informatif. Les deux premiers axes de l'analyse canonique (figure n°13) expliquent 52.5% de la variabilité dans la composition du peuplement observé sur les 235 EPA retenus (stations comportant des poissons). La représentation graphique montre l'importance des

variables explicatives, celle-ci étant relative à la longueur des vecteurs symbolisant les différentes variables environnementales. Il est ainsi confirmé l'importance des variables « distance au canal le plus proche » et « recouvrement végétal » dans la distribution spatiale des assemblages piscicoles (axe des abscisses), comme cela avait déjà été observé lors de la précédente étude (Carpentier et al. 2000) et, dans une moindre mesure, des variables « turbidité » et « profondeur de la colonne d'eau ».

Le second axe doit être interprété avec précaution, car il traduit un gradient des variables caractérisées par des variations temporelles (journalières) : l'oxygène et la température. Les stations caractérisées par une plus forte température s'accompagnent d'une teneur en oxygène moindre.

Un élément important de l'analyse multivariée est la visualisation de l'effet milieu, mais également de l'effet site. En effet, chaque site localisé par le barycentre des stations symbolisées par les branches est disposé selon essentiellement le second axe, des roselières aux Cariçaies. Par ailleurs, les repliquats de chaque milieu sont globalement proches sur la figure (Roselières, Prairies pâturées et Cariçaies gyrobroyées). L'effet site est confirmé par une certaine ségrégation parmi les 3 sites de Cariçaie. De plus, l'essentiel de la variabilité intra-site est lié au gradient défini sur l'axe des abscisses (distance et recouvrement végétal), hormis la Cariçaie fauchée CF1 et la Caricaie C3 pour lesquelles la variabilité s'observe également sur l'axe des ordonnées.

La position des espèces le long des vecteurs des variables reflète leurs préférences à l'égard de ces variables. Ainsi le Poisson chat, l'Anguille, le Gambusie et le Brochet semble préférer des milieux riches en végétation alors qu'à l'inverse les Cyprinidés (Gardon, Rotengle et Gardon) sont préférentiellement observés dans des conditions où le recouvrement végétal est faible à modéré. De la même façon les Cyprinidés sembleraient être notés dans des secteurs relativement éloignés des milieux permanents, contrairement aux autres espèces. Toutefois, les configurations variables entre les sites échantillonnées concernant le critère distance, même si elles ont été partiellement homogénéiser par l'utilisation de classes de distances, peuvent masquer l'effet de cette variable quant à la structuration spatiale du peuplement. Par exemple, les roselières sont plus difficiles à échantillonner selon un gradient de distance et se caractérisent par ailleurs par une proportion plus modeste de Cyprinidés. Dans chaque site le gradient « végétation / distance » semble prépondérant, mais la résultante quant à la structuration spatiale du peuplement est plus complexe à l'échelle de l'ensemble des sites. Il convient néanmoins de retenir une ségrégation quant à la répartition spatiale des espèces, comme le démontre l'arbre de la figure n°13. Une forte convergence de préférences

écologiques est notée pour l'Anguille et le Poisson-chat, en adéquation avec ce qui a déjà été noté (Verneaux 1968), alors qu'à l'opposé sont reportés les trois Cyprinidés (Brème, Gardon et Rotengle). Se rapprochent du premier groupe le Brochet et le Gambusie puis la Perche soleil qui semble plus ubiquiste. La même classification des espèces avait déjà été observée lors de la précédente étude (Carpentier et al. 2000), et est ainsi largement confortée par la présente étude portant sur 10 sites.

L'étude de l'influence des variables environnementales sur la structuration spatiale du peuplement de poissons permet de dégager 3 points essentiels :

- 1 - Un gradient de colonisation en fonction de la distance au milieu permanent (canal) se traduisant par une diminution des quantités de poissons, sur 3 des 5 milieux, à partir de la 2nde classe de distance. Cette tendance s'accompagne dans tous les cas d'une diminution des biomasses estimées.*
- 2 - Un effet milieu est confirmé par l'analyse canonique, s'accompagnant pour les Cariçaias par une forte variabilité entre les 3 sites échantillonnés.*
- 3 - le rôle prépondérant du recouvrement végétal et de la distance la plus proche au milieu permanent quant à la structuration du peuplement : Anguille, Poisson-chat, puis Gambusie et Brochet préférant les zones riches en végétation contrairement aux Cyprinidés. La classification des espèces fait également apparaître une répartition plus ubiquiste de la Perche soleil sur l'ensemble des milieux.*

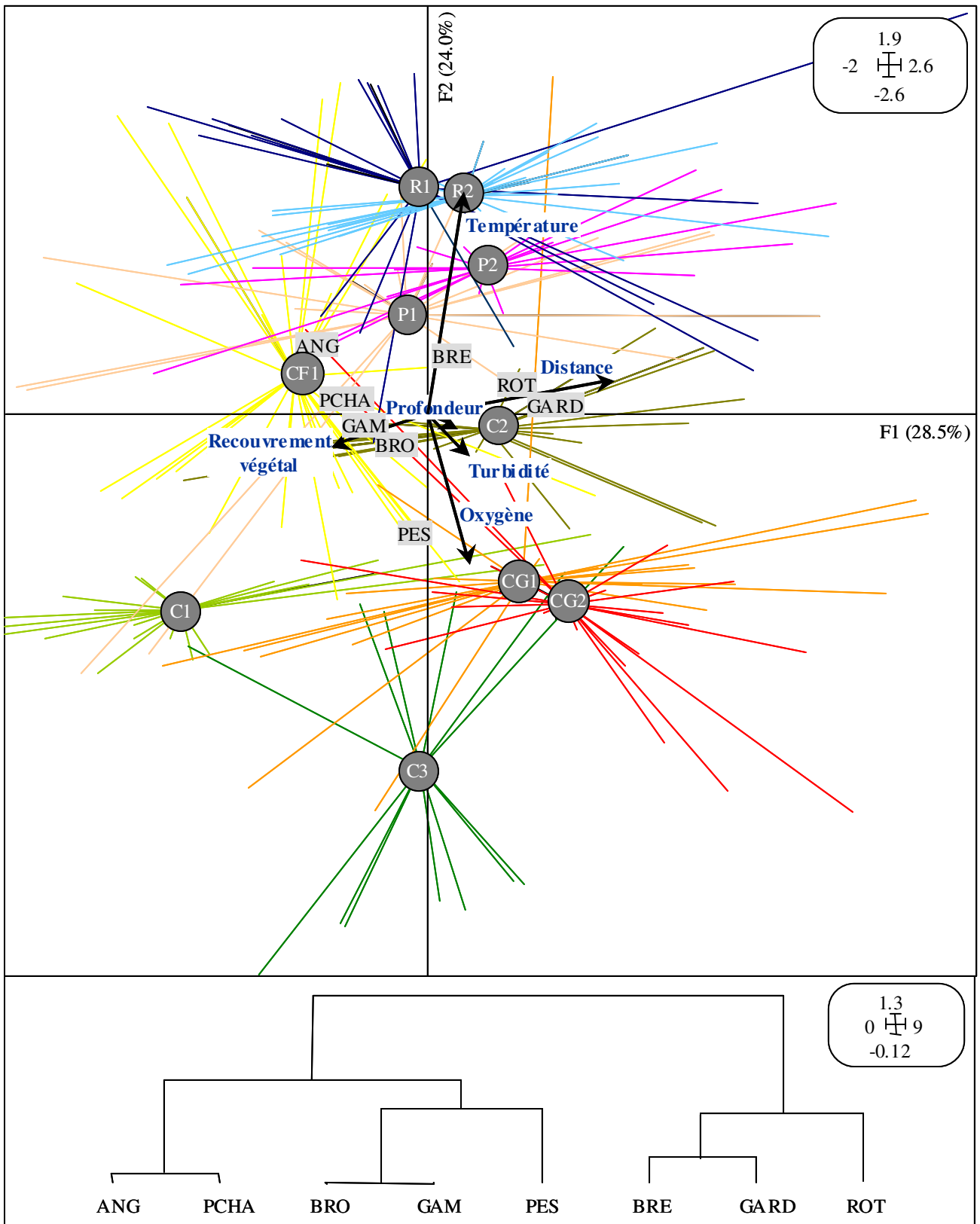


Figure n°13 : Analyse Canonique de Correspondance du peuplement piscicole de chaque site en fonction des variables environnementales

IV.2.7 Evolution du peuplement au niveau des Cariçaises gyrobroyées : comparaison avec l'année 2000.

IV.2.7.1 Evolution du peuplement

Nous avons volontairement échantillonné deux des prairies gyrobroyées étudiées en 2000, Bréca et La pointe, Les Landes et ce dans un but comparatif. Les fortes crues de l'hiver et du printemps ne nous ont pas permis d'échantillonner à la même période en 2001. Cependant nous avons effectué l'échantillonnage dans des conditions hydrauliques semblables. Rappelons que ces niveaux d'eau étaient considérées comme minimaux dans la précédente campagne (2000) pour permettre la colonisation par les poissons.

La comparaison des peuplements à l'aide d'un test G montre une dissemblance nette entre 2000 et 2001 que ce soit sur les sites identiques ou en considérant le peuplement global (Test G, $G_{adj.} = 123.84$ pour La Pointe, Les Landes, $G_{adj.} = 67.54$ pour Bréca et $G_{adj.} = 122.66$ pour la moyenne des deux, valeurs toutes supérieures à la valeur critique $\chi^2 = 20.09$ pour un niveau de signification de 0.01). Cependant, le test de rang de Kendall nous montre que chaque espèce conserve sa place en terme d'abondance au sein du peuplement que ce soit en 2000 ou en 2001 : test de Kendall = 2.25 et 2.91 respectivement pour La pointe, les Landes et Bréca), $\tau < 3.75$ valeur critique pour $p = 0.05$ valeur critique pour un degré de liberté de 9).

Les Captures Par Unité d'Effort (CPUE) exprimées en nombre d'individus capturés par point d'échantillonnage pour une espèce donnée (cf. figure n°14) permettent de comprendre l'évolution du peuplement tout en éliminant les inégalités dues à un nombre de points différent entre les années. Cette figure nous montre que le taux de capture a augmenté entre 2000 et 2001 sur les deux sites pour 7 des 9 espèces. Seul le Rotengle semble s'être raréfié sur les deux sites, auquel s'ajoute le Poisson-chat sur Bréca et les Brèmes sur La Pointe, Les Landes. Globalement, si l'on considère que les CPUE reflètent **la densité de peuplement** en place, cette dernière aurait été **multipliée par 8 sur La Pointe, Les Landes et par 2 sur Bréca.**

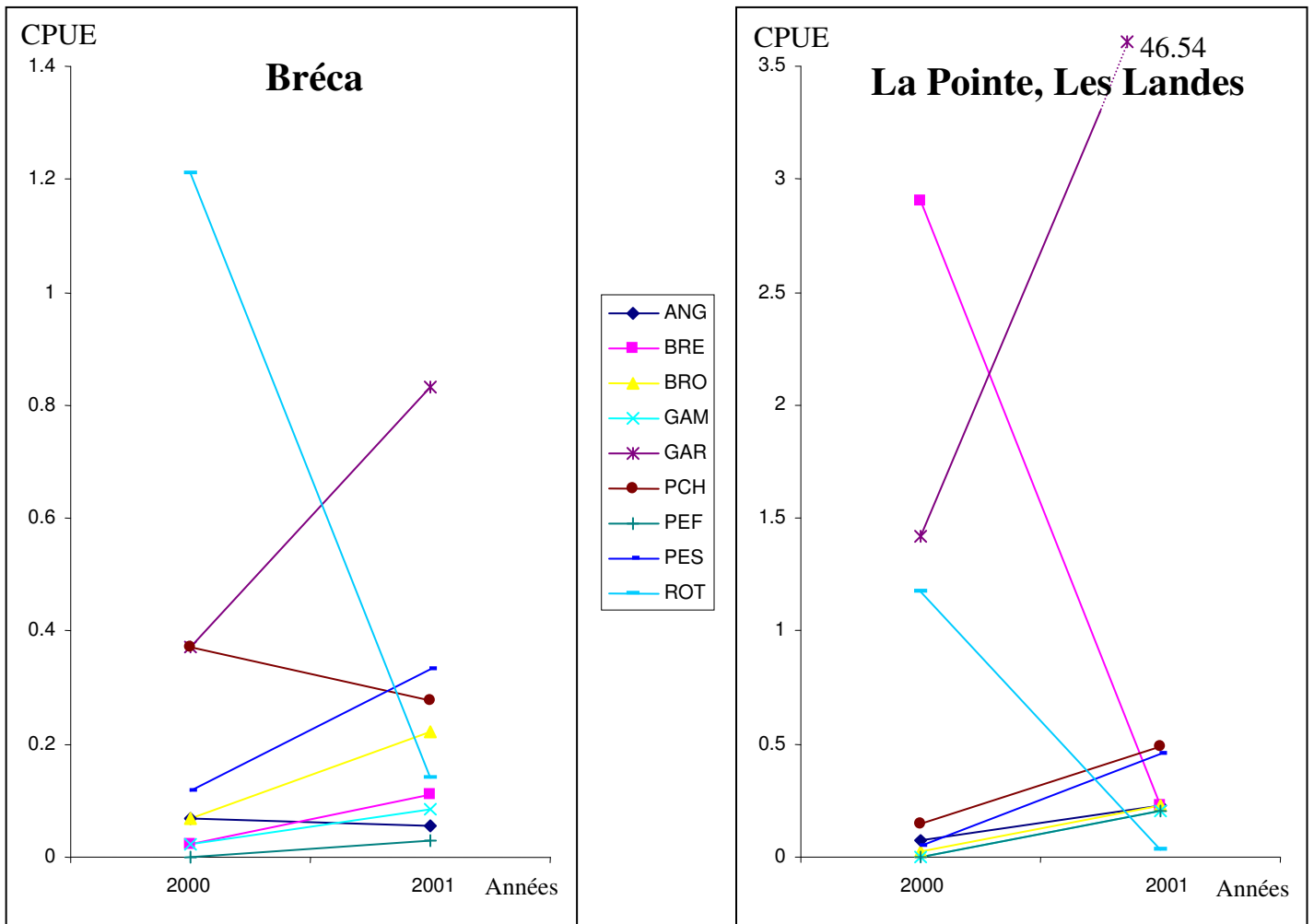


Figure n°14 : Evolution des CPUE (nombre de poissons capturés/EPA) en 2000 et 2001.

La biomasse capturée quant à elle, a été **multipliée par un facteur 6.2 sur La Pointe, Les Landes et 12.4 sur Bréca** (figure n°15). Toutes les espèces augmentent sur Bréca excepté le Brochet qui sur les deux sites n'a été capturé qu'au stade 0+. Sur La Pointe, Les Landes, les CPUE de la Brème et du Rotengle ont diminué parallèlement à la baisse des effectifs. Il est intéressant de noter que la très forte progression du Gardon en effectif sur La Pointe, Les Landes ne se répercute en biomasse que de façon modérée contrairement à l'Anguille et au Poisson-chat.

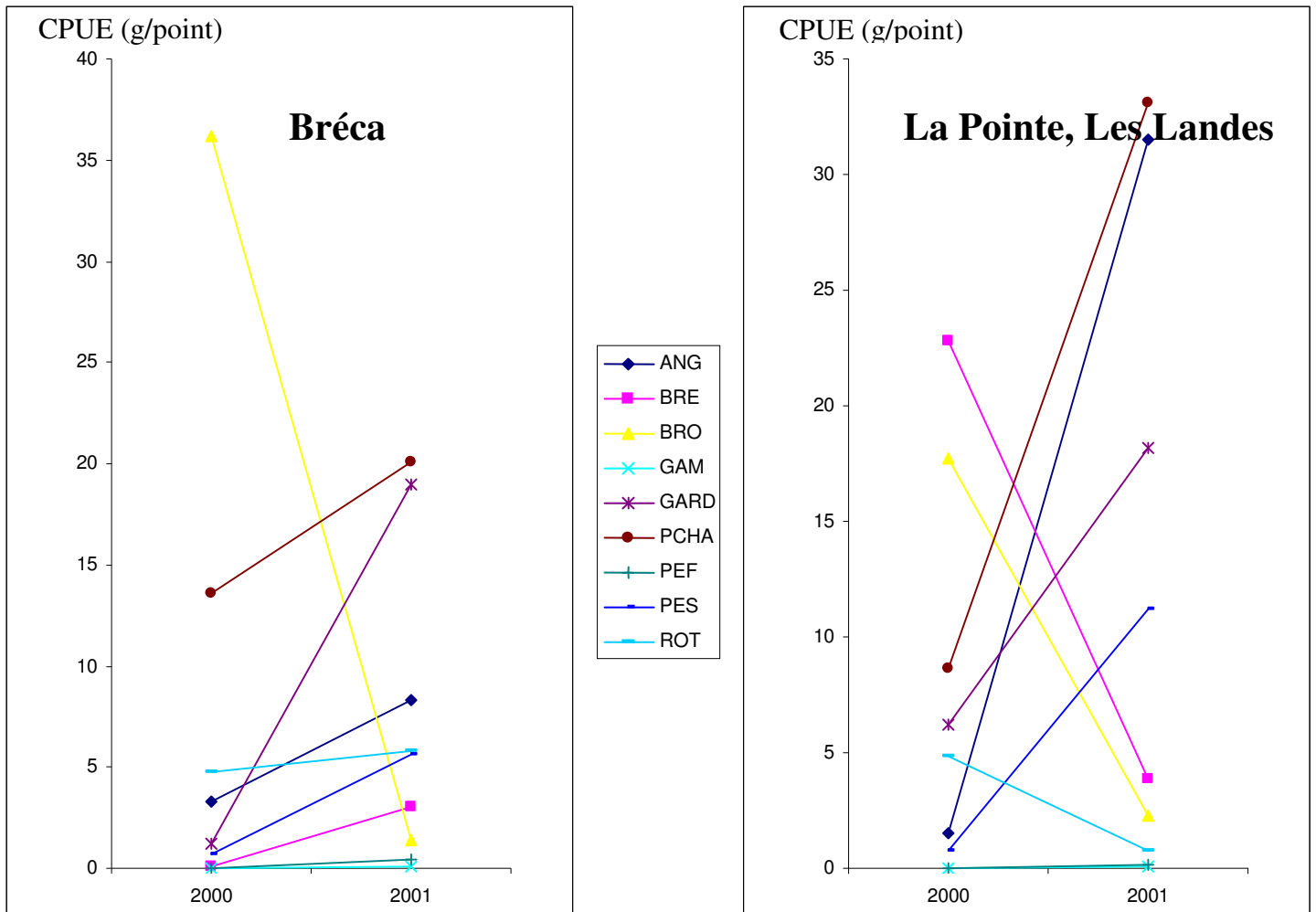


Figure n°15 : Evolution des CPUE (biomasse de poissons capturés/EPA) en 2000 et 2001.

IV.2.7.2 Evolution de la fonction des cariçaias pour les différentes espèces rencontrées.

La comparaison des classes de taille entre 2000 et 2001 fait apparaître des résultats riches en enseignements. Espèce par espèce, nous pouvons voir l'évolution de l'attractivité de ces sites pour la faune piscicole.

Pour l'Anguille, rien ne change vraiment ; les mêmes classes de taille sont représentées et la structure de la population est conservée entre 2000 et 2001. La seule différence notable est un décalage de l'abondance maximale vers la classe 300-400 mm à la place de la classe 200-300 mm en 2000. Cela confirme le rôle de zone d'alimentation des cariçaias gyrobroyées pour cette espèce.

La population de **Brochet** est complètement modifiée en 2001 par rapport à 2000 avec une disparition totale des adultes, compensée par l'apparition des 0+. Le rôle de frayère et de nurserie est clairement mis en évidence cette année pour cette espèce.

Le bilan pour le **Gardon** est identique à ce que nous avons en 2000. La classe dominante 50-75 mm a disparu cette année au profit de la classe 75-100 mm du à la différence de trois mois entre les deux campagnes d'échantillonnage. Nous voyons aussi apparaître des individus plus âgés (>2+). Le rôle de nurserie évoqué en 2000 a donc probablement été conservé pour des poissons qui ont comparativement trois mois de plus. L'apparition d'adultes prouve que ces zones sont aussi des sites d'alimentation, mais il est peu probable qu'elles aient une fonction de frayère étant donné que nous n'avons pas capturé de très jeunes poissons. Rappelons que le Gardon se reproduit d'avril à juin et que nous avons échantillonné à la fin juin ce qui correspond logiquement à la fin de la période de reproduction.

Comme pour le Gardon, seules les **Brèmes** de 1 an (1+) sont présentes (classe de 100-125 mm dominante correspondant à la classe 75-100 mm en 2000 en raison de l'échantillonnage plus tardif). Le rôle de nurserie attribué aux cariçaies est donc confirmé cette année pour cette espèce.

Le **Rotengle** présente les mêmes caractéristiques démographiques que le Gardon avec la présence de 1+ (zone de nurserie) et l'apparition d'adultes (zone d'alimentation) qui n'étaient pas présents en 2000. Les cariçaies gyrobroyées ne semblent par contre pas être des zones de fraie pour cette espèce puisque nous n'avons pas capturé de 0+.

Curieusement, alors que nous avons conclu en 2000 que la **Perche soleil** effectuait son cycle de vie complet sur les cariçaies, cette année montre une quasi absence de reproduction et une nette dominance des adultes qui déséquilibre totalement la pyramide des âges de 2000. C'est un phénomène que nous avons observé sur l'ensemble des zones étudiées (cf. IV.2.5), il semblerait donc que se soit un processus démographique intrinsèque à l'espèce plutôt que directement lié à l'évolution des cariçaies.

Totalement absente en 2000, la **Perche franche** apparaît en quantité non négligeable pour un prédateur. Les zones temporairement inondées servent de frayère à l'espèce puisque nous trouvons une majorité de 0+, mais aussi de nurserie pour les 1+ qui sont aussi bien représentés (15% des effectifs). Les adultes par contre en sont absents.

La pyramide des âges du **Poisson-chat** est identique à celle décrite en 2000 avec un déficit net en 0+ qui nous indique que les cariçaies gyrobroyées ne sont pas exploitées comme frayère préférentielle par cette espèce malgré la présence d'adultes et de jeunes 1+, 2+ (zone d'alimentation).

La comparaison inter-annuelle de la fréquentation des cariçaies gyrobroyées par la communauté piscicole montre des changements importants, non pas dans la composition (même rang des espèces) mais dans la productivité (CPUE) qui a très largement augmenté (augmentation de facteurs 8 et 2 en abondance, 6.2 et 12.4 en biomasse respectivement sur La Pointe, Les Landes et Bréca). L'étude des classes de taille en 2001 confirme les rôles fonctionnels de ces cariçaies gyrobroyées observés en 2000. Toutefois, le résultat le plus intéressant reste l'apparition de deux espèces reproductrices sur ces sites : le Brochet et la Perche soleil.

V. Discussion

V.1 Peuplement global

11 espèces ont été capturées, soit 2 de plus qu'en 2000 (la Tanche et l'Épinoche) probablement en liaison avec la diversité des milieux échantillonnés cette année et la pression d'échantillonnage (329 contre 184 EPA). Les études piscicoles préalables menées entre 1990 et 1995 (Feunteun & Constant 1992, Eybert et al. 1998) rapportaient la présence de 12 espèces dont le Gobie (*Pomatoschistus microps*), la Carpe (*Cyprinus carpio*), le Sandre (*Stizostedion lucioperca*) non capturés dans la présente étude, alors que l'Épinoche et le Gambusie n'avaient pas été recensés. Les milieux échantillonnés (marais doux) ne répondent pas aux exigences écologiques du Gobie, il était donc peu probable que nous puissions rencontrer cette espèce. Pour information, nous avons capturé dans un canal en pleine eau, un jeune Black-bass (*Micropterus salmoides*), espèce ayant à peu près la même biologie que le Sandre. Nous n'avons pas capturé de Carpe alors que la période de reproduction de mai à juillet avait commencé. Les prairies inondées, pour peu qu'elles soient accessibles sont des milieux de prédilection pour la fraie de cette espèce. Le niveau d'eau était peut-être déjà trop faible (Keith & Allardi 2001). Ces quelques différences notées entre les études peuvent donc s'expliquer à la fois par la localisation géographique des stations par rapport à l'estuaire de la Loire, le type de milieu échantillonné (plans d'eau contre zones temporaires) ainsi que par les engins de pêche utilisés (verveux, tramail et senne contre pêche électrique).

Dans la présente étude, le Poisson-chat et le Gardon sont les deux espèces les plus fréquentes. Viennent ensuite par ordre d'importance la Perche soleil, le Brochet, les Brèmes puis l'Anguille. Nous avons des résultats similaires en 2000 sur le peuplement global des trois cariçaies gyrobroyées. Le Rotengle était alors beaucoup plus fréquent et dépassait même le Gardon qui a sensiblement progressé ainsi que le Brochet mais contrairement à l'Anguille et au Poisson-chat qui sont légèrement moins fréquents.

V.2 Variabilité du peuplement inter-site et inter-milieu

Les statistiques descriptives nous permettent rapidement de faire le point sur d'éventuelles ressemblances inter-site ou inter-milieu. Ainsi, en absolu, les effectifs et biomasses par espèces ne sont pas similaires en terme de proportions entre les sites ni même entre les milieux.

Par contre, les structures des différents peuplements sont fortement corrélées entre elles, hormis PP1 et R1 qui se distinguent du lot (PP1 étant le seul site dans lequel nous n'avons pas pêché de Brèmes et R1 le seul site où aucun Brochet n'a été noté). Ce résultat est essentiel, signifiant que quel que soit le milieu étudié, nous rencontrons sensiblement les mêmes espèces et qui plus est avec un « rang » équivalent. C'est à dire que l'espèce la plus importante (en effectif ou en biomasse) le sera pour tous les sites et tous les milieux. **Ainsi, les zones temporairement inondées soumises à des activités humaines très variables allant d'une absence d'intervention (roselière et cariçaie) à une gestion ponctuelle (gyrobroyage de cariçaie) ou régulière (prairie pâturée), accueillent la même communauté piscicole (richesse spécifique et indice de biodiversité), avec une prépondérance du Gardon et du Poisson-chat en abondance et du Poisson-chat et de l'Anguille en biomasse. Toutefois, la capacité d'accueil et la productivité (abondance et biomasse spécifique) varient selon les milieux et probablement davantage selon les sites.**

Le bilan sur les CPUE conforte l'idée d'une productivité variable selon les milieux en terme d'abondance et de biomasse. **Les cariçaies non soumises à intervention anthropique et la parcelle de cariçaie fauchée sont les milieux les plus poissonneux (en effectif avec en moyenne respectivement 386 ± 241 et 228 individus capturées pour 70 EPA et en biomasse avec en moyenne 5892 ± 1627 g et 8896 g pour 70 EPA),** et ce grâce aux espèces dominantes du peuplement, le Poisson-chat et le Gardon. Rappelons que la cariçaie fauchée a un faciès proche de celui des cariçaies typiques, hormis le fait que la coupe annuelle des

Carex limite la densification des touradons. Les roselières sont importantes en terme de biomasse (3ème milieu avec 4996 ± 668 g pour 70 EPA), mais dans une moindre mesure en abondance (98 ± 39 individus capturés pour 70 EPA), le peuplement se composant de poissons de plus grande taille et notamment par les Anguilles adultes. **A l'opposé, les prairies pâturées se caractérisent par des densités de poissons moindres (97 ± 104 individus capturés pour 70 points).**

V.3 Eléments d'explication de la répartition piscicole au niveau des micro-habitats

Au delà de la mise en évidence d'un peuplement homogène, nous avons testé l'influence des paramètres environnementaux sur la répartition des différentes espèces cette fois-ci au niveau du micro-habitat (station ou EPA). Dans un premier temps, **une tendance négative a été mise en évidence entre les CPUE (effectif et biomasse) et la distribution spatiale des EPA, selon un gradient de distance aux connexions au milieu permanent. Les entrées sur l'ensemble des zones temporairement inondées (classe 0-10 m) sont probablement le siège d'échanges d'individus avec les canaux et la colonisation est progressivement réduite au delà d'une distance de 60 m.** Dans un second temps, l'analyse multivariée vient finalement conforter le fait qu'aucun milieu n'est vraiment différent des autres quant à la structuration spatiale du peuplement qui résulte essentiellement des facteurs recouvrement végétal et distance au milieu permanent. Ce premier axe souligne en effet une répartition des espèces en fonction du recouvrement végétal, de la distance la plus proche au canal, puis de la turbidité et de la profondeur qui sont les quatre facteurs les plus importants pour les différentes espèces de poissons rencontrées en Brière. Un gradient de sensibilité des espèces à ces différents facteurs apparaît et semble en bonne concordance avec les exigences biologiques de ces dernières. L'Anguille, le Poisson-chat, le Brochet et le Gambusie se retrouvent dans des stations à fort recouvrement végétal, forte turbidité et faible profondeur. A l'opposé, le Gardon, le Rotengle et la Brème se retrouvent dans des stations à faible recouvrement végétal, turbidité faible et forte profondeur. Les 4 premières espèces sont peu exigeantes généralement vis à vis de la qualité de l'eau et leur habitat type se situe bien en milieu confiné (Allardi & Keith 2001). Gardons et Brèmes vivent en banc généralement en pleine eau et nous les retrouvons donc logiquement en milieu plus

ouvert avec des profondeurs plus importantes. Ce qui est remarquable sur ce premier axe de répartition c'est **la disparité des stations** : nous pouvons en conclure que chaque site étudié présentait à la fois des zones confinées et des zones plus ouvertes ce qui peut parfaitement expliquer l'absence de variation de peuplement d'un milieu à un autre, chaque espèce trouvant au sein de chaque site l'habitat qui lui convient.

Le deuxième axe de répartition oppose là encore deux facteurs l'oxygène et la température qui cette fois ordonne sensiblement les différentes stations : les Cariçaies, les Cariçaies gyrobroyées et la Cariçaie fauchée, les plus oxygénées et les plus froides vers les Prairies pâturées puis les Roselières moins oxygénées et plus chaudes. Ce deuxième axe finalement n'ordonne pas vraiment les espèces, mais plutôt les différents types de milieux.

V.4 La fonctionnalité de chaque milieu : explication par les classes de taille

Nous venons de montrer par diverses approches que les peuplements des différents milieux échantillonnés étaient similaires dans leur composition, mais pas dans leur productivité. Cela dit, ces milieux sont temporairement inondés et donc par définition instables et relativement contraignants (Carpentier et al. *soumis*). En effet, aucune espèce n'y effectue la totalité de son cycle biologique. Il s'agit donc d'incursions plus ou moins longues et cela pour trois raisons essentielles qui correspondent en fait aux principales étapes du cycle de vie d'un poisson : la protection contre les prédateurs et l'alimentation au stade juvénile (N = Nurserie), l'alimentation pour les poissons adultes (A = Alimentation) et enfin la recherche d'un substrat de ponte et de bonnes conditions de développement pour les alevins (R = Reproduction) (cf. tableau n°9). L'étude des classes de taille permet d'apprécier en fonction de la période d'échantillonnage, quelles classes d'âges de poissons côtoient tel ou tel milieu et ainsi de déduire le(s) rôle(s) de chaque milieu dans le cycle biologique des espèces.

Deux groupes d'espèces sont distingués : celles effectuant les différentes phases de leur cycle vital dans les milieux échantillonnés et celles regroupant les espèces pour lesquelles ce n'est pas le cas et qui utilisent d'autres zones pour effectuer au moins un stade de leur cycle biologique. Dans le premier groupe figurent le Poisson-chat, le Gardon et la Perche soleil, dans le second l'Anguille, la Brème, le Rotengle, le Brochet et la Perche franche (tableau n°8)

Tableau n°9 : Fonctions de chaque milieu pour les différentes espèces

(R = Reproduction, N = Nurserie, A = Alimentation des adultes).

En orange sont distinguées les espèces qui utilisent les milieux temporaires pendant toutes les phases de leur cycle de vie, en vert les espèces pour lesquelles ce n'est pas le cas.

	Cariçaie	Cariçaie fauchée	Cariçaie gyrobroyée	Prairie pâturée	Roselière
Poisson-chat	R, N, A	R, N, A	R, N, A	R, N, A	R, N, A
Gardon	R, N, A	N, A	R, N, A	R, N, A	R, N, A
Perche soleil	R, N, A	N, A	R, N, A	R, N, A	R, N, A
Anguille	N, A	N, A	N, A	N, A	N, A
Brème	N	N	N	N, A	N
Rotengle	N, A	N, A	N, A	A	A
Brochet	R	R, N	R	R	R
Perche franche	R, N	A	R, N		N

Comme précédemment, il n'y a pas de tendance particulière en faveur de tel ou tel milieu et globalement tous accueillent globalement les mêmes espèces pour les mêmes fonctions. Ce qu'il est intéressant de retenir, c'est que **Brèmes et Rotengle ne se reproduisent pas dans ces différents milieux qui ne servent que de site de nurserie pour les Brèmes et de nurserie, alimentation pour le Rotengle. Le Brochet n'utilise ces milieux que pour s'y reproduire et ce, dans tous les types de milieux contrairement à la Perche franche qui ne se reproduit que dans les cariçaies et les cariçaies gyrobroyées.**

V.5 Comparaison entre les années 2000-2001 sur les cariçaies gyrobroyées

Nous avons conclu dans le cadre de l'étude menée en 2000 (Carpentier et al. 2000) que plusieurs paramètres essentiels expliquaient la mauvaise colonisation des cariçaies nouvellement gyrobroyées et le défaut de fonctions essentielles de ce type de milieu pour certaines espèces (la reproduction du Brochet notamment). Parmi ces facteurs figurent **la hauteur d'eau trop faible pour la saison, la présence de seuils à l'entrée des prairies limitant les échanges (entrée-sortie des poissons), un recouvrement végétal très dense qui**

couplé au faible niveau d'eau limite fortement la colonisation par les poissons selon un gradient de distance aux connexions avec les canaux de ceinture. Nous n'avons pas pu réitérer la campagne de 2001 à la même saison en raison des inondations. Cependant, ces conditions hydrauliques exceptionnelles, même s'il n'est pas souhaitable de les voir se reproduire, ont permis d'en apprécier les conséquences sur la faune piscicole et ainsi vérifier nos hypothèses et suggestions quant à une colonisation limitée des milieux temporairement inondés et aux rôles fonctionnels de ces milieux. Concernant la fraie du Brochet et éventuellement même celle de la Perche franche, la présence d'individus 0+ lors de la campagne 2001 confirme la reproduction de ces deux espèces dans les cariçaies gyrobroyées. Deux paramètres peuvent expliquer ce phénomène : la hausse sensible du niveau d'eau que nous venons d'évoquer mais aussi l'augmentation de la pression de pâturage pendant l'été 2000 qui est susceptible d'avoir favorisé l'implantation d'espèces servant de support de ponte au Brochet (graminées, Eleocharis...) au détriment de la repousse du Carex (RSPB, EN & ITE 1997). Concernant les autres espèces, les changements relatifs à la fonction des cariçaies gyrobroyées sont minimes. Il faut noter deux points positifs : une diminution du nombre de Poissons-chat sur Bréca et la quasi disparition de la fraie de la Perche soleil, deux espèces introduites et considérées comme nuisibles.

Le bilan est **globalement positif en terme de productivité en 2001**, même si le niveau d'eau était très supérieur à ce qui est envisageable. **Les CPUE en biomasse et en densité sont multipliées par des coefficients compris entre 2 et 12.4, ce qui montre une colonisation globale très supérieure à ce que nous pouvions avoir en 2000. Cependant le problème des seuils à l'entrée des prairies reste entier (colonisation réduite à un rayon limité) et les progrès en terme de reproduction pourraient être réduits à néant si la baisse du niveau d'eau est trop rapide empêchant la migration des poissons vers les milieux permanents.**

VI. Conclusions et perspectives

Cette étude nous a permis de mettre en évidence plusieurs éléments. Les différents milieux, que ce soit en terme de structure du peuplement ou de fonctions biologiques vis à vis des différentes espèces capturées sont très homogènes, constituant des zones temporaires de refuge, d'alimentation et de reproduction. Malgré tout, une ségrégation importante existe du

point de vue de la productivité et donc de la capacité d'accueil des milieux puisque les CPUE sont deux fois supérieures en C et CF comparées à PP, R et CG. Cependant, l'effet site semble prépondérant sur l'attractivité de ces zones pour la faune piscicole montrant là encore des différences entre des parcelles de même nature pourtant supposées être des replicats. Parallèlement, la mise en évidence d'une colonisation réduite de ces milieux temporairement inondés selon un gradient de distance souligne l'intérêt crucial des connexions physiques dans la colonisation et l'échange d'individus avec le réseau de milieux permanents (canaux). Il semblerait donc que l'effet site observé puisse, outre l'attrait vis-à-vis de la communauté piscicole en liaison au faciès végétal, traduire à la fois la notion de connectivité avec le milieu permanent, mais aussi la position géographique des parcelles par rapport à l'ensemble de l'écosystème briéron. En d'autres termes, à l'échelle de l'écosystème briéron, la localisation des parcelles par rapport aux milieux sources (confinement de secteurs), pourrait contraindre fortement les potentialités d'accueil de ces parcelles, peut être au delà de l'attractivité même des parcelles en liaison aux contraintes anthropiques. De plus, le nombre et la qualité des connexions, quand celles-ci existent, conditionneraient l'efficacité fonctionnelle des parcelles. Toutefois, à ce stade de l'étude, la capacité d'accueil des zones inondées semblent être reliée avant tout aux activités humaines.

De par leur fonctionnalité avérée par rapport à différents stades biologiques essentiels d'un nombre important des espèces de poissons briérons, ces zones inondables sont donc indispensables au maintien de la diversité et du stock piscicole de Grande Brière Mottière pour peu qu'une gestion hydraulique adéquate soit appliquée. N'oublions pas que cette année est exceptionnelle du point de vue des niveaux d'eau et donc forcément un peu atypique du point de vue piscicole même si ceux-ci ont peut-être révélé le potentiel pour la reproduction de certains milieux avec un fort niveau d'eau.

Les cariçaies gyrobroyées ont été fortement colonisées en 2001 et nous avons pu montrer la reproduction de deux nouvelles espèces de carnassiers : le Brochet et la Perche franche. Malgré tout, comme nous avons pu le voir au travers des CPUE, la présence du poisson sur ces zones est encore en deçà de ce que nous pourrions espérer et il est donc encore possible d'améliorer le rendement piscicole, d'une part, par le biais de la gestion hydraulique cette fois en assurant un assec complet pour permettre le pâturage, et, d'autre part, en limitant les seuils à l'entrée des prairies qui ne favorisent pas les échanges de poissons avec les canaux adjacents et pouvant également emprisonner les poissons sur les prairies.

Les perspectives qu'ouvrent cette étude sont multiples. Dans l'étude de la caractérisation de la communauté piscicole de la Brière et du fonctionnement des milieux temporaires caractéristiques de cette grande zone humide, il conviendrait d'étudier simultanément les milieux permanents (canaux, piardes) et de mesurer le potentiel réel qu'offrent ces différents « milieux sources » aux zones temporaires dites « zones puits ». Par ailleurs, un important volet d'écologie spatiale et de caractérisation des zones inondables par rapport à la fois à un gradient géographique à l'échelle de la Brière (confinement vs proximité des milieux alimentant la Brière, notamment la Loire), mais aussi à la connectivité physique des parcelles en liaison aux travaux d'entretien du réseau de canaux (création de bourrelets de curage et de dépressions d'accès aux parcelles inondables) est nécessaire pour apprécier la capacité d'accueil de ces milieux. Au niveau du peuplement, une étude approfondie des mécanismes impliqués dans la colonisation et la répartition spatio-temporelle des différentes espèces s'avère importante. Au niveau populationnel, des investigations complémentaires pourraient être envisagées pour mieux appréhender et quantifier, à la fois le recrutement et la structuration spatio-temporelle d'espèces d'intérêt patrimonial et halieutique : Brochet, Perche franche et l'Anguille. Pour cette dernière, il convient d'insister sur sa contribution importante dans les biomasses quantifiées (2nd rang en CPUE) et sur la situation privilégiée de la Brière par rapport à l'estuaire de la Loire.

BIBLIOGRAPHIE

- Adam, G. & Elie, P., 1993 :** Etude de la faune ichthyologique et de l'exploitation halieutique professionnelle du Lac de Grand-Lieu, Loire-Atlantique. *Rapport Cemagref Bordeaux*, 171 p.
- Anonyme, 2001 :** Entretien du marais, consultation publique pour la valorisation du « noir de Brière », *Le journal du Parc Naturel Régional de Brière*, n° 2 : 6.
- Balon, E.K., 1975 :** Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *Journal of Fish Research Board of Canada*, 32: 821-864.
- Barron, D.H. & Mathews, B.H.C., 1938 :** The interpretation of potential changes in the spinal cord. *Journal of Physiology*, 92: 276-321.
- Belaud, A., Bengen, D. & Lim, P., 1990 :** Approche de la structure du peuplement ichthyologique de six bras morts de la Garonne. *Annales de Limnologie*, 26(1) : 81-90
- Bernard, J. Y. & Rolland, R., 1990 :** Restoration of the "Grande-Brière Mottière" marsh overhauling's project of the stretches of water. *Bulletin d'Ecologie*, 21(3): 15-19.
- Capone, T.A. & Kushlan, J.A., 1991 :** Fish community structure in dry-season stream pools. *Ecology*, 72(3): 983-992.
- Carpentier, A. Paillisson, J-M, Damien, J-P. & Feunteun, E. 2000 :** Gyrobroyage de cariçaias en Grande Brière Mottière : nouvelles zones d'accueil pour la faune piscicole ?. *Université de Rennes 1, UMR Ecobio 6553, PNR Grande Brière*, 22 p.
- Casselman, J.M. & Lewis, C.A., 1996 :** Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*), *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, 53(1): 161-174.
- Castelnaud, E. & Rochard, E., 1994 :** Surveillance halieutique de l'estuaire de la Gironde : suivi statistique 1992, étude de la faune circulante 1993. *Rapport Cemagref Bordeaux*, 15 p.
- Copp, G.H. & Penaz, M., 1988 :** Ecology of fish spawning and nursery zones in the flood plain, using a new sampling approach. *Hydrobiologia*, 169: 209-224.
- Dauble, D.D. & Gary, R.H., 1980 :** Comparison of a small seine and a backpack electroshocker to evaluate near shore fish population. *Progress in Fisheries Culture*, 42: 93-95.
- Eybert, M.C., Bernard, J.Y., Constant, P., Feunteun, E., Hedin, J. & Questiau, S., 1998 :** Réhabilitation des prairies inondables dans les marais briérons : évolution de la flore, des poissons et des oiseaux. *Gibier Faune Sauvage*, 15 (HS3) : 999-1016
- Feunteun, E. & Constant, P., 1992 :** Le peuplement piscicole de la Grande Brière Mottière. Inventaire dans le Réserve du Nord. *Non publié*, 13 p.
- Garnier, P., 1997 :** Sample sizes for length and density estimating of 0+ fish when using point sampling by electrofishing. *Journal of Fish Biology*, 50: 95-106.

Guillory, V., 1999 : Ecolostat, version B. *Université de Rennes*.

Huckley, P. & Starkie, A., 1985 : Cost effective sampling of fish population in large water bodies. *Journal of Fish Biology*, 27 (suppl. A): 151-161.

Keith, P. & Allardi, J. (coord.), 2001 : Atlas des poissons d'eau douce de France. *Muséum National d'Histoire Naturelle Ed. Patrimoines Naturels*, 47 : 387 p.

Michel, P. & Oberdorff, T., 1995 : Feeding habits of fourteen European freshwater fish species. *Cybium*, 19(1): 5-46.

Naismith, I. A. & Knights, B., 1990 : Studies of sampling methods and of techniques for estimating populations of eels, *Anguilla anguilla L. Aquaculture and Fisheries Management*, 21: 357-367

RSPB, EN, ITE, 1997 : The Wet Grassland Guide: Managing floodplain and coastal wet grasslands for wildlife, 254 p.

Sokal, R.R & Rohlf, F.J., 1969 : Biometry. *Wilson, J. Editor*, 859 p.

ter Braak, C.J.F., 1986 : Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67 (5): 1167-1179.

Thioulouse, J., Chessel, D., Dolédec, S. & Ollivier, J-M., 1997 : ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics & Computing*, 7 :75-83.

Verneaux, J., 1968 : Le milieu et les peuplements aquatiques. Relation. *Bulletin Technique d'Information du Ministère de l'Agriculture*, 227: 250-260.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par le Parc naturel Régional de Brière et par l'UMR 6553 Ecobio de l'Université de Rennes. Nous tenons à remercier pour leur précieuse collaboration dans le travail de terrain le personnel de la Commission syndicale (Jérôme Guiheneuf et Jean-Paul Halgand), le personnel technique du Parc naturel régional de Brière (Christian Berthelot et Xavier Moyon) ainsi que des collègues de l'Université de Rennes (Pauline Boury et Olivier Timsit). Nous remercions également Jean-Philippe Robert ainsi que Annie Boulet (données de niveau d'eau).