

Analyse de la dynamique de la biodiversité piscicole des marais du Brivet (2010) et rétrospective de 6 années de suivi



J.-M. PAILLISSON

Janvier 2011

Analyse de la dynamique de la biodiversité piscicole des marais du Brivet (2010) et rétrospective de 6 années de suivi

J.-M. PAILLISSON

UMR ECOBIO 6553 CNRS, Université de Rennes 1,
Campus de Beaulieu
Avenue du général Leclerc
35042 Rennes Cedex
jean-marc.paillisson@univ-rennes1.fr

J.-P. DAMIEN (réfèrent du dossier)

Parc naturel régional de Brière
Centre administratif
177 île de Fédrun
44720 Saint-Joachim
jp.damien@parc-naturel-briere.fr

Rapport de fin d'étude 2010 rédigé à la demande du Parc naturel régional de Brière.
Financement : Région Pays de la Loire et Parc naturel régional de Brière.

Remerciements : Je tiens à remercier le Parc naturel régional de Brière qui m'a confié cette étude. Jean-Patrice DAMIEN a assuré, comme de coutume, la coordination technique et logistique de l'étude et a largement contribué aux opérations de terrain. Je remercie P. BONNET, A. CARPENTIER, J. CUCHEROUSSET, F. FONTENEAU, F. NOËL, J.-M. ROUSSEL et A. SOUDIEUX pour leur aide sur le terrain. Mes remerciements s'adressent également aux différents détenteurs des droits de pêche (Mr LELIEVRE au nom de la Commission Syndicale de la Grande Brière Mottière, Mr TILLARD, Président du Syndicat Mixte d'Aménagement Hydraulique du Bassin du Brivet et Mr SAUZEREAU, Président de la Carpe Pontchâtelaine) qui ont permis le déroulement des pêches scientifiques sur l'ensemble des marais du Brivet, ainsi qu'à l'Association des Pêcheurs de Grande Brière Mottière pour son soutien et son intérêt aux suivis scientifiques entrepris depuis 2004. Je remercie à nouveau J. CUCHEROUSSET pour la mise à disposition des données de pêche électrique portant sur la période 2004-2006 et A. BOULET pour la fourniture des données de niveau d'eau.

SOMMAIRE

Remerciements	p 1
A. Introduction	p 3
B. Matériel et méthodes	p 6
<i>B-1. Présentation du site d'étude</i>	p 6
<i>B-2. Plan d'échantillonnage</i>	p 8
<i>B-3. Méthode d'échantillonnage</i>	p 11
C. Résultats	p 15
<i>C-1. Bilan des captures et descripteurs de la biodiversité piscicole à l'échelle globale</i>	p 15
<i>C-1-1. Composition spécifique et abondances</i>	p 15
<i>C-1-2. Occurrences</i>	p 18
<i>C-2. Descripteurs de la biodiversité piscicole à l'échelle locale</i>	p 21
<i>C-3. Dynamique de la population d'anguille et liaison aux échanges Loire/marais</i>	p 36
<i>C-4. Régime hydrologique et conséquences sur les populations de poissons. Proposition d'une démarche d'évaluation et illustration avec l'exemple du rotengle</i>	p 40
D. Discussion	p 46
Références bibliographiques	p 50

A. Introduction

Les zones humides comptent parmi les habitats naturels les plus menacés à travers le monde (Fustec & Lefeuvre, 2000). Elles ont longtemps souffert de l'action de l'Homme (destruction d'habitat, fragmentation, pollutions chimiques, biologiques...). Le territoire des marais du Brivet ne fait pas exception à ces diverses perturbations d'origine essentiellement anthropique. La déprise agricole, la gestion des niveaux d'eau associés à des enjeux de territoire importants, la présence, en nombre, d'espèces non natives invasives, les blooms de cyanobactéries en période d'étiage..., sont autant de paramètres qui influent sur le fonctionnement de ce vaste complexe de zones humides.

Le Parc naturel régional de Brière (PnrB) s'est engagé depuis plusieurs années dans différentes opérations de diagnostic environnemental afin d'identifier les facteurs majeurs de perturbation du fonctionnement des marais et de trouver des solutions de gestion permettant d'enrayer une dégradation de son patrimoine biologique. Il a fallu pour cela trouver des modèles biologiques pertinents et clés dans le fonctionnement des écosystèmes briérons. Le choix s'est rapidement porté sur la communauté piscicole, compte tenu de l'importance culturelle et traditionnelle que revêt le poisson sur ce territoire. Les différentes espèces de poissons, du fait de la diversité de leur cycle biologique et de leur impossibilité de s'affranchir du milieu aquatique font qu'elles constituent véritablement un indicateur de l'état écologique des habitats briérons. Le PnrB s'est donc largement investi sur cette composante de l'écosystème aquatique notamment à travers une opération de diagnostic de grande ampleur menée sur l'ensemble de son territoire (période 2004-2006, Cucherousset et al. 2007a), et cela grâce au soutien financier de plusieurs partenaires (FEDER, Ministère de l'Ecologie, Région Pays de la Loire et Agence de l'Eau Loire-Bretagne). Les objectifs de ce travail étaient à la fois de caractériser la communauté piscicole sur l'ensemble du territoire des marais du Brivet et de déterminer l'utilisation spatiale et temporelle des principaux types d'habitats par les poissons au cours du cycle hydrologique annuel. Un effort particulier a porté, durant cette période, sur l'analyse fine du fonctionnement des populations de deux espèces exploitées, l'anguille et le brochet, et d'une espèce non native invasive, le poisson-chat. Ce travail a permis de

cerner très précisément l'état de la communauté piscicole et ses évolutions récentes en faisant référence à des travaux ponctuels plus anciens. Il a été mis en évidence une très forte régression, en l'espace de 30 ans, de la diversité des espèces amphihalines (poissons migrateurs réalisant une partie de leur cycle biologique en mer), un nombre croissant d'espèces non natives, certaines qualifiables d'envahissantes (poisson-chat, perche soleil, carassin et dans une moindre mesure gambusie) et une diminution de certaines espèces natives (e.g. tanche, perche franche) et patrimoniales (anguille, brochet). Les principales causes de cette évolution de la communauté piscicole ont pu être identifiées et des propositions de mesures de gestion ont alors été formalisées. Celles-ci s'articulent autour (1) d'une meilleure libre circulation des poissons, d'une part, par une reconquête des connexions longitudinales Loire/marais, et d'autre part, par une connectivité dite 'latérale' entre le réseau de canaux et les différents milieux temporairement inondés devant être davantage favorisée, (2) du retour à un régime hydrologique plus naturel impliquant l'acceptation de périodes d'inondations plus variables lors de la phase printanière, et, (3) de la prise en compte du rôle joué par certaines activités anthropiques telle que la pêche et l'agriculture. Une meilleure perception de ces perturbations et l'appréciation des mesures de gestion mises en place à la fois à l'échelle globale des marais, mais aussi à l'échelle locale comme de simples travaux de pelle dans le but d'accroître la connectivité canaux/milieux inondables, passent nécessairement par la pérennisation des études scientifiques sur le long terme.

La mise en place d'une 'veille scientifique', telle que celle développée sur la période 2008-2010 (Paillisson et al. 2008), et qui sera relayée dès 2011 par la mise en place d'un Contrat Restauration et Entretien des marais du Brivet pour une période 5 ans, répond avant tout à ces objectifs d'évaluation d'actions de gestion du territoire. En effet, la philosophie de cette veille scientifique est de permettre une évaluation standardisée et simplifiée (comparaison possible d'une année sur l'autre) de l'évolution de la communauté piscicole des marais en réponse aux facteurs globaux identifiables à grande échelle (niveaux d'eau, invasions biologiques ...) et aussi à des actions ponctuelles de restauration d'habitat. Ce type de suivi constitue également, dans le cas de l'anguille, un outil intéressant d'une évaluation des efforts de gestion au niveau du Bassin de la Loire, particulièrement attendue dans le contexte du plan Européen de sauvegarde de l'espèce.

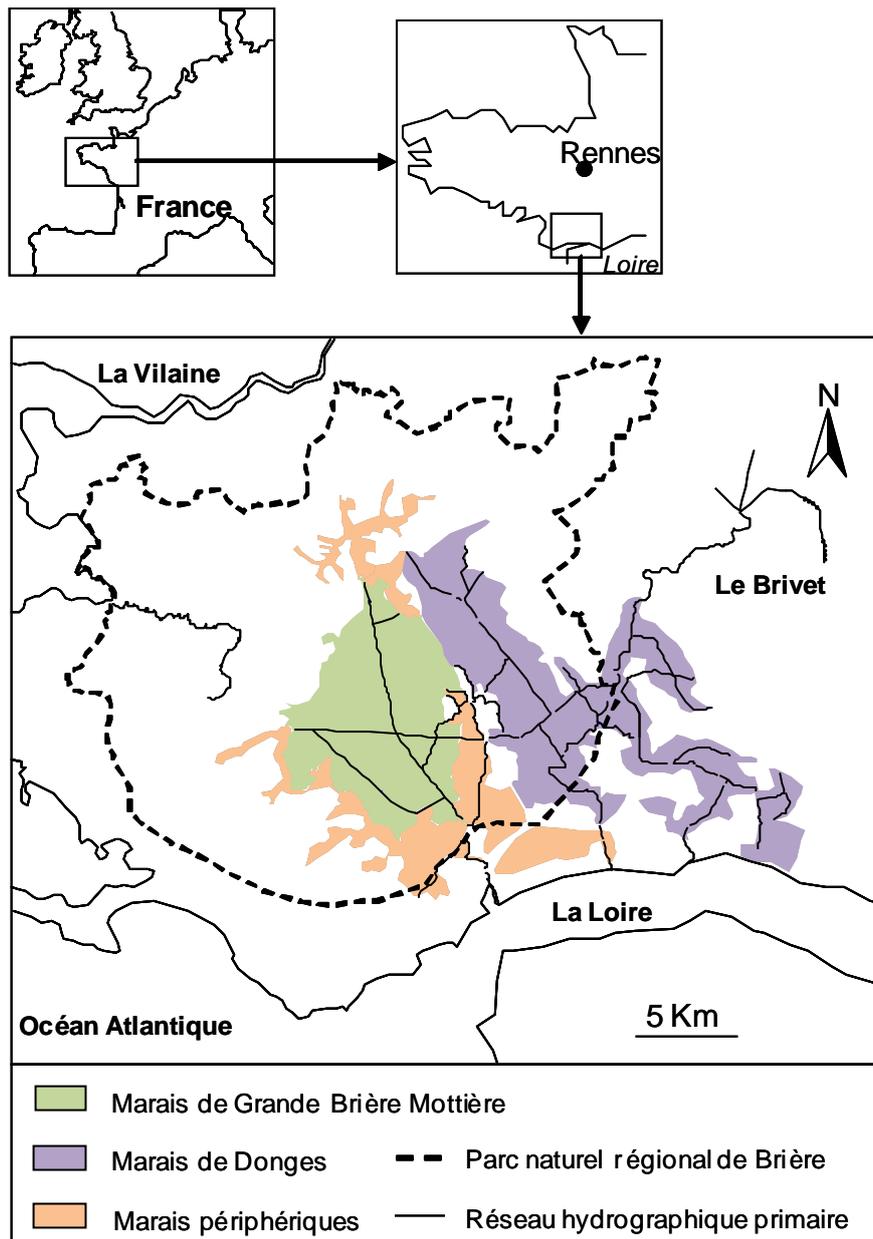
Dans le présent document, le recours à différents descripteurs complémentaires (richesse spécifique, occurrence, abondances et structure de tailles des poissons) permet d'apprécier des tendances au sein de la communauté piscicole depuis 2004. Ce rapport aborde également deux points particuliers : (1) l'analyse détaillée de la population d'anguilles, en liaison notamment à plusieurs récents évènements allant dans le sens d'une connectivité accrue entre la Loire et les marais du Brivet, et, (2) la proposition d'une démarche qui permettrait, à l'avenir, d'explorer précisément la réponse des populations de poissons aux conditions d'inondation printanière des marais de Grande Brière Mottière et de la Boulaie.

B. Matériel et méthodes

B-1. Présentation du site d'étude

Les marais du Brivet encadrent un petit fleuve côtier du même nom (30 km de long) qui se jette dans l'estuaire de la Loire (dernier affluent avant la mer sur la rive droite de la Loire, Figure 1). Situés sur la façade atlantique, au sein d'un bassin versant de 80 000 ha, ils s'intègrent à un vaste ensemble de zones humides à fort intérêt patrimonial : le Golfe du Morbihan et l'estuaire de la Vilaine au Nord-Ouest, les marais salants de Guérande et du Mès à l'Ouest, l'estuaire de la Loire et le lac de Grand-lieu au Sud. Les marais du Brivet, inscrits dans le territoire du Parc naturel régional de Brière, sont constitués de 17 000 ha de zones humides composés de trois grandes parties : (1) le marais de Grande Brière Mottière (GBM), d'une superficie de l'ordre de 7 000 ha, (2) les marais de Donges (dont les marais de la Boulaie, le moyen Brivet...), d'une superficie de 7 800 ha, et (3) un ensemble de petits marais adjacents disséminés sur le territoire qui couvrent une surface de 2 200 ha. L'étude a été conduite sur les deux entités majeures de marais afin de couvrir ainsi une large part des marais du Brivet (Figure 2).

Durant des siècles, les variations de niveau d'eau et l'exploitation du marais par l'Homme pour l'agriculture, l'exploitation du roseau ou encore le creusement de plans d'eau pour la chasse et de canaux pour les déplacements ont façonné ce milieu. Ce territoire est actuellement caractérisé par des milieux temporairement inondés (essentiellement des roselières et des prairies, et dans une moindre mesure des plans d'eau et/ou des piardes) couvrant la quasi totalité des marais lors de la période d'inondation (97,1 % de la surface totale). A l'étiage, le paysage est totalement différent puisque seul un réseau de canaux primaires et secondaires reste en eau (144 km, soit 206 ha, dans le cas de la GBM). Les milieux temporairement inondés sont ainsi d'autant plus exploitables par les poissons que l'inondation est importante en terme d'amplitude (i.e. niveau d'eau) mais aussi en terme de durée (jusqu'à une dizaine de mois pour certains plans d'eau) et de période au cours de l'année.



B-2. Plan d'échantillonnage

Au cours des cycles hydrologiques alternant périodes d'inondation et périodes d'étiage, il est évident que les conditions de vie des poissons sont complètement différentes. Cependant, de nombreuses espèces de poissons y sont adaptées et utilisent les milieux temporairement inondés afin d'assurer certaines fonctions biologiques à des périodes bien précises de leur cycle de vie (Cucherousset et al. 2007b). Au cours de la décrue progressive survenant au printemps et s'étalant parfois jusqu'à l'automne pour certains plans d'eau, les poissons regagnent, selon une chronologie particulière (Cucherousset et al. 2007c), les milieux permanents où ils se trouvent alors confinés durant toute la période d'étiage. Dans le cadre des opérations de veille écologique, la stratégie consiste donc à échantillonner les poissons lors de cet étiage estival, l'effort de pêche étant alors proportionnellement beaucoup plus représentatif vis-à-vis de la surface en eau que lors d'un échantillonnage en période de crue. Par ailleurs, le choix de cette période permet d'évaluer, à travers l'analyse de la taille des poissons capturés (juvéniles en particulier), l'état de reproduction des différentes espèces, et d'entreprendre une démarche d'analyse du lien possible entre les conditions hydrologiques de l'année en cours ou de l'année passée par exemple, et les abondances de certaines cohortes dans les populations de poissons. Il peut être envisagé, par exemple, l'existence d'un lien étroit entre le nombre de captures de juvéniles d'une espèce connue pour être tributaire des milieux inondables et les conditions d'inondation de ces milieux selon les années. A l'inverse, les espèces non natives, qui ne semblent que peu tirer profit des conditions d'inondation prolongée des milieux inondables (Cucherousset et al. 2007b), sont attendues ne pas répondre significativement, en terme de recrutement en juvéniles, aux conditions d'inondation printanière des prairies et roselières d'une année sur l'autre. Cette démarche sera abordée en dernière partie du document.

Dix sites référentiels ont été sélectionnés lors de la mise en place de cette veille écologique en 2008 afin (1) d'avoir un suivi temporel le plus exhaustif possible (ces canaux ont été pour une grande majorité d'entre eux échantillonnés chaque années depuis 2004), (2) de couvrir une grande partie du territoire, et (3) de répondre à des problématiques plus précises comme le niveau de recrutement en

anguille, l'effet réserve de pêche, l'influence de secteurs à dominante roselière ou bien prairiale et enfin la configuration du réseau hydrographique en terme de connectivité (Tableau I et Figure 2). Du fait d'une salinité trop importante, facteur limitant pour l'utilisation de la pêche électrique, la station de Loncé (n°9 sur la Figure 2) n'a pas pu être échantillonnée pour la seconde année consécutive. Ne seront donc reportés par la suite que les résultats des 9 autres sites. Toutefois, alors que contractuellement est programmé le suivi de 10 sites référentiels, les opérations de terrain ont été étendues sur un total de 12 sites. En effet, les sites de Tréhé et de Kerfeuille (stations 11 et 12 sur la Figure 2) ont été échantillonnés afin de fournir des données sur des secteurs où des opérations de restauration de roselière ont été ou sont encore menées. Dans l'optique de la mise en place du CRE ZH à partir de 2011, il a été jugé intéressant de fournir des premières données sur la communauté de poissons sur le Haut Brivet (station 13). Ces trois nouveaux sites permettent également d'avoir un regard sur la pertinence du choix des 9 sites référentiels, et donc de voir si rajouter de nouveaux sites permet ou pas de gagner de l'information sur les poissons des marais. Il sera discuté de ce point par la suite du document.

Tableau I. Sites référentiels d'échantillonnage piscicole durant la période 2004/2010 (2007 exclue).
Voir la localisation spatiale des sites sur la Figure 2.

N°	Nom du site	Marais	2004	2005	2006	2008	2009	2010
1	Besné	Brivet	x	x	x	x	x	x
2	Boisman	Brivet	x	x	x	x	x	x
3	Canal de Bréca	GBM	x	x	x	x	x	x
4	Canal de la Boulaie	Boulaie	x	x	x	x	x	x
5	Canal de Rozé	GBM	x	x	x	x	x	x
6	Canal du Nord	GBM	x	x	x	x	x	x
7	Canal Sud Rés. Sud	GBM	x	x	x	x	x	x
8	La Grande Bande	GBM			x	x	x	x
9	Loncé	Brivet	x	x	x	x		
10	Réserve du Sud	GBM	x	x	x	x	x	x
11	Tréhé	GBM				x	x	x
12	Kerfeuille	GBM						x
13	My	Brivet						x

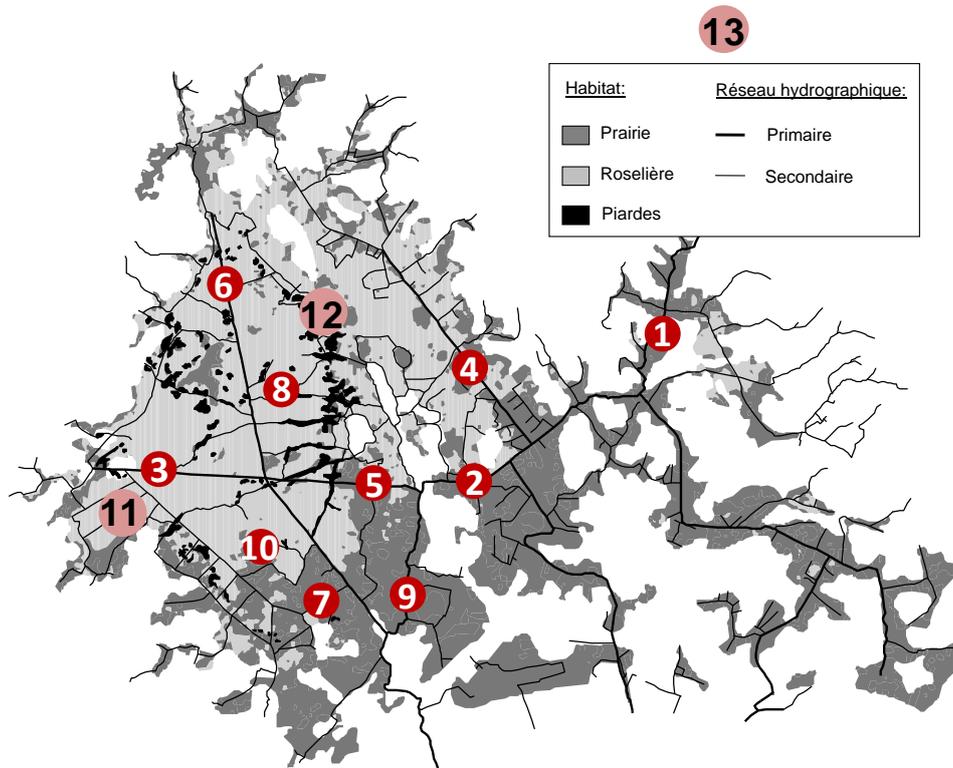


Figure 2. Localisation des sites (canaux) référentiels échantillonnés en 2010 (voir en complément le Tableau I). La nature des milieux inondables et du réseau hydrographique des marais du Brivet est également renseignée.

B-3. Méthode d'échantillonnage

Les canaux ont été échantillonnés par pêche électrique en utilisant la méthode d'échantillonnage ponctuel d'abondance (EPA) selon une méthode standardisée mise en place dans les marais de Brière (Cucherousset et al. 2007a). Parmi les nombreuses techniques employées pour échantillonner les poissons d'eau douce, la pêche électrique s'avère comme l'une des plus fiables et des mieux adaptées aux milieux peu profonds (<1 m, voir la revue de Cowx 1996). Outre une mortalité réduite des poissons capturés, la sélectivité vis-à-vis des espèces et tailles de poissons est également particulièrement faible (Nelva et al. 1979, Copp & Penaz 1988, Persat & Copp 1990, Lucas & Baras 2000). La mise en œuvre de cette méthode permet d'échantillonner un grand nombre de sites, à condition qu'un nombre suffisamment élevé de points de pêche (ou EPA) soit réalisé, permettant alors les comparaisons inter sites (Copp 1989, Persat & Copp 1990, Copp & Garner 1995, Garner 1997). C'est sur ce dernier aspect que la standardisation de la méthode pratiquée dans les marais du Brivet (densité similaire d'EPA par section de canaux) s'est appuyée, avec un nombre minimum d'EPA fixé à 25. Ces derniers sont pratiqués sur une section de canal variant de 800 à 1500 m en fonction de sa largeur. Seules les berges, principaux habitats occupés par les poissons, sont échantillonnées.

L'appareil utilisé est un EFKO (type FEG 8000) composé d'un groupe électrogène monocylindre de 8000 W et d'un boîtier électronique intégré. Le courant utilisé est de l'ordre de 400-600 V pour une intensité allant de 6 à 10 A. A cet appareil sont reliées une cathode fixe et une anode mobile composée d'un manche de deux mètres au bout duquel est fixé un anneau métallique de 30 cm de diamètre. Le matériel de pêche est installé à bord d'une embarcation et l'anode est projetée à une distance variant entre 5 et 10 mètres depuis le bateau pour limiter la fuite des poissons (Photographie 1). L'embarcation rejoint ensuite le point de chute de l'anode et les poissons téтанisés par le champ électrique sont capturés à l'aide d'une épuisette. Le point d'échantillonnage (ou EPA) est pêché jusqu'à épuisement du stock de poissons sur une surface effective d'environ 2 m². Les poissons sont alors identifiés, mesurés (longueur totale (au millimètre près) de l'extrémité de la tête jusqu'à la fourche caudale), puis remis à l'eau. Les deux espèces de brème non pas

été distinguées puisqu'il est difficile différencier les deux espèces sur le terrain, pour les jeunes stades de poissons.



Photographie 1. Séance de pêche électrique dans un canal des marais du Brivet : (1) lancer d'anode, (2) capture des poissons tétanisés et (3) identification et mesure des poissons avant remise à l'eau.

A partir de ces données recueillies sur le terrain, il est possible de définir plusieurs descripteurs complémentaires permettant de bien évaluer la communauté piscicole sur l'ensemble des sites de pêche, mais aussi éventuellement au niveau de chaque site. En plus du nombre d'espèces, sont définis quatre autres paramètres (Figure 3). Il s'agit dans un premier temps de **l'abondance relative**. Celle-ci décrit la part relative du nombre de poissons d'une espèce donnée par rapport au total de poissons échantillonnés (paramètre exprimé en pourcentage). Ce paramètre a ses limites, car une même valeur d'abondance relative d'une espèce donnée pour deux années différentes ne renseigne pas totalement sur les effectifs de poissons. En effet, le rotengle, par exemple, peut se caractériser par une abondance relative de 15%, mais pour l'année 1, le nombre total de poissons échantillonnés peut être de 1000, et pour l'année 2 le double. Par conséquent, est défini **la densité** de poissons, soit le nombre de poissons de chacune des espèces par EPA (c'est-à-dire pour chaque coup d'anode). De la sorte, on standardise l'information du nombre de

poissons de chacune des espèces par unité d'effort. Avec ce paramètre, il est possible de savoir si les milieux aquatiques sont plus poissonneux une année par rapport aux autres années. L'autre limite majeure de l'indice d'abondance relative est de donner moins d'importance aux espèces qui ne sont pas grégaires, et qui ne représentent rarement plus que quelques pourcents du nombre total de poissons (le cas du brochet par exemple). Dans ce cas, le recours à ***l'occurrence*** est alors très intéressant. Ce paramètre ne s'attache pas aux abondances de poissons, mais au nombre de fois où une espèce donnée est détectée sur l'ensemble des EPA (coups d'anode). On répond ainsi à la question : est-ce qu'une espèce est commune ou pas ? et même si une espèce est toujours peu abondante, sa présence peut avoir largement évoluée au cours des années, ce qui est une information très importante. Enfin, le quatrième descripteur pouvant être utilisé est ***la taille des poissons***. Cette information sera utilisée précisément dans le cas de l'anguille. Cette donnée supplémentaire permet d'évaluer des processus de recrutement significatif en jeunes poissons, ou au contraire un processus de vieillissement de population. Cette information permet ainsi de distinguer différentes cohortes (classes d'âge) au sein d'une population. Une autre illustration de ce critère sera présentée en dernière partie du document pour avancer la démarche visant à explorer le lien entre le régime d'inondation et la densité de poissons.

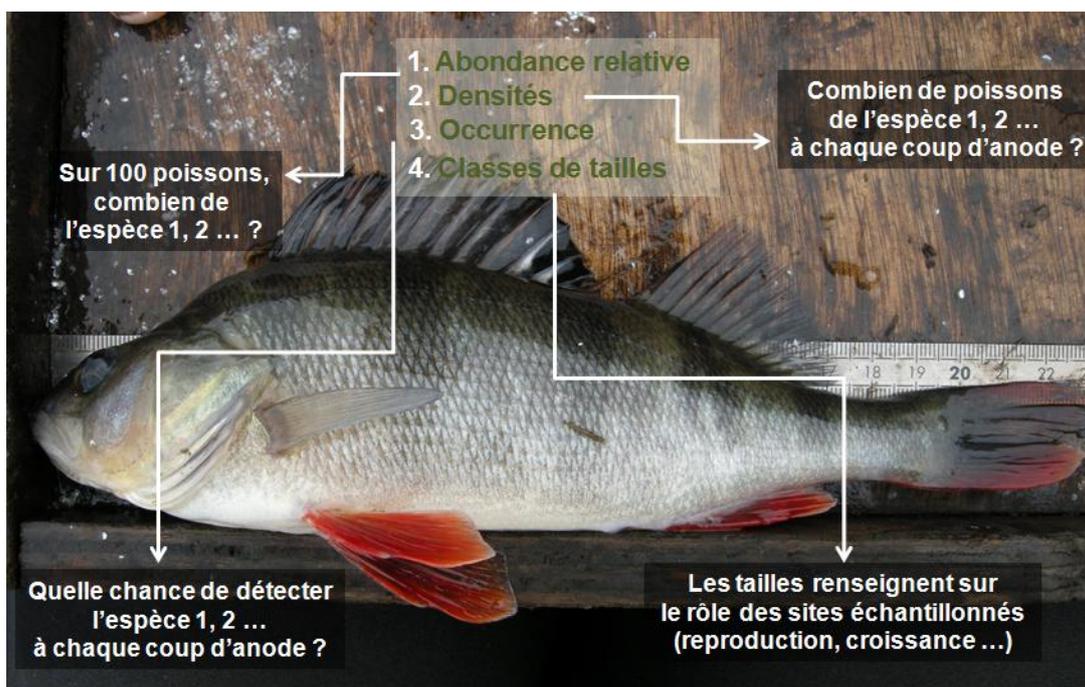


Figure 3. Descripteurs utilisés pour appréhender la communauté piscicole.

Compte tenu des régimes hydrologiques variables entre années, les dates de pêche ont été définies de sorte que les conditions de niveau d'eau soient les plus semblables possibles entre années, tout en s'efforçant de conserver également une cohérence calendaire afin de ne pas induire de biais inhérents aux cycles biologiques des différentes espèces. Les opérations de terrain ont eu lieu du 06 au 09 juillet 2010 et ont mobilisés 4 personnes par jour.

C. Résultats

C-1. Bilan des captures et descripteurs de la biodiversité piscicole à l'échelle globale

C-1-1. Composition spécifique et abondances

1816 individus, appartenant à 16 espèces (Tableau II), ont été capturés en 2010 sur les 9 sites référentiels.

Tableau II. Liste des espèces de poissons échantillonnées (nom commun, nom scientifique), statut (espèce native et non native) en 2010.

Nom commun	Nom scientifique	Statut
Bouvière	<i>Rhodeus amarus</i>	Native
Brèmes	<i>Abramis brama</i> & <i>Blicca bjoerkna</i>	Native
Carpe	<i>Cyprinus carpio</i>	Non native
Carassin argenté	<i>Carassius gibelio</i>	Non native
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	Native
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Non native
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Native
Perche franche	<i>Perca fluviatilis</i>	Native
Sandre	<i>Stizostedion lucioperca</i>	Non native
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>	Non native
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	Non native
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	Native
Gambusie	<i>Gambusia holbrooki</i>	Non native
Brochet	<i>Esox lucius</i>	Native
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Native
Poisson-chat	<i>Ameiurus melas</i>	Non native

Le nombre d'espèces est relativement stable au cours des années (Figure 4) et la composition en espèces est elle aussi assez semblable depuis 2004. Quelques espèces assez rares sont notées certaines années et ne le sont pas lors des années suivantes. C'est le cas par exemple de l'épinoche, du pseudorasbora et du able de Heckel, et encore bien plus occasionnellement du flet.

La communauté piscicole de 2010 est dominée par six espèces présentant une abondance relative > 5% (Figure 5 : les brèmes (27,6%), le gardon (24,1%), le poisson-chat (12,4%), la perche soleil (12,4%), l'anguille (6,9%) et le rotengle (6,6%). Ces six espèces représentent à elles seules 89,9% des captures totales. Il est cependant important de noter que l'expression en abondance relative ne donne

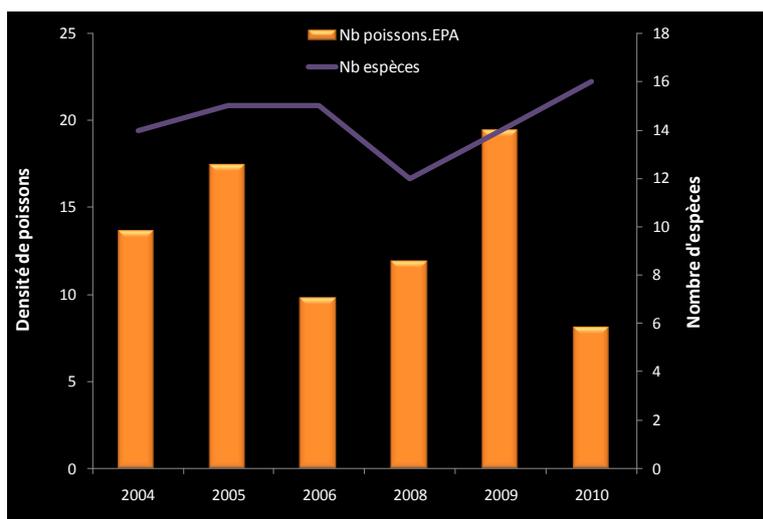


Figure 4. Nombre d'espèces et densités de poissons (nombre d'individus par EPA) dans les canaux référentiels des marais du Brivet de 2004 à 2010.

qu'une image incomplète de la composition du peuplement en place. En effet, comme il a été signalé auparavant, la capture de bancs de juvéniles de certaines espèces présentant un comportement grégaire à ce stade de développement, minimise la contribution des autres espèces de poissons et notamment d'espèces moins abondantes qui se voient ainsi encore moins représentées par ce descripteur.

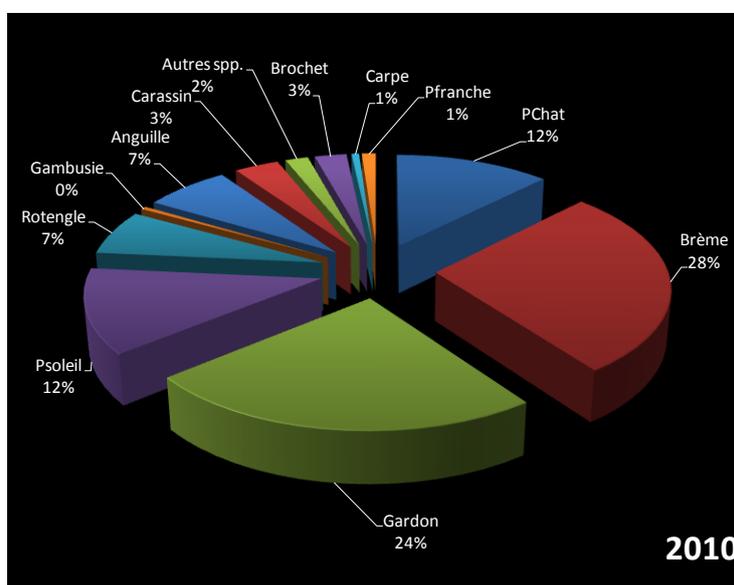


Figure 5. Bilan des captures par espèce (abondance relative, en %) dans les canaux référentiels des marais du Brivet (2010, n =1816 poissons). La valeur de 0% pour la gambusie doit se lire comme <1%).

L'ordre d'abondance des espèces dans la communauté piscicole en 2010 est sensiblement différent de celui noté en 2004 (Figure 6). Parmi les changements majeurs, il convient de signaler une diminution très importante du poisson-chat en

2010. L'espèce a été relayé au 3^{ème} /4^{ème} rang en 2010 alors qu'il s'agissait de l'espèce la plus abondante en 2004 (36%). Les gardons représentaient seulement 12% du nombre total de poissons en 2004. Ce pourcentage a doublé en 2010. Le brochet atteint 3% des effectifs totaux en 2010, il représentait moins d'1% des poissons en 2004.

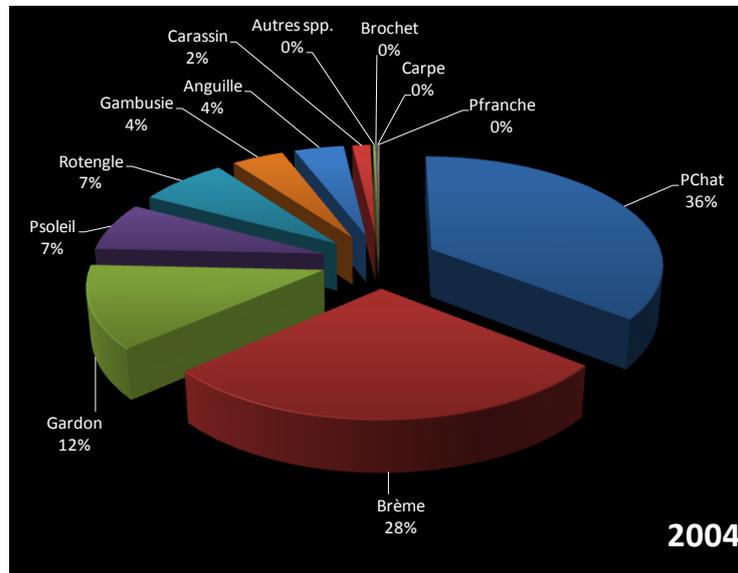


Figure 6. Bilan des captures par espèce (abondance relative, en %) dans les canaux référentiels des marais du Brivet en 2004 (n = 2861 poissons). Les valeurs de 0% pour certaines espèces doivent se lire comme <1%. Les espèces extrêmement peu représentées ont été regroupées sous l'expression 'autres espèces'.

Une lecture complémentaire de l'évolution de la part respective des espèces dans la communauté de poissons sur toute la série d'années est faite sur la Figure 7. Sur cette figure, les cyprinidés natifs majoritaires (brèmes, gardon et rotengle) ont été regroupés, tout comme les espèces non natives et les carnassiers (brochet et perche franche). Les deux autres catégories de poissons sont constituées par l'anguille et l'ensemble des autres espèces relativement minoritaires. Il apparaît très nettement une augmentation continue de la part des cyprinidés natifs sur la période 2004/2009 (de 47,2 à 67,7%) associée à une baisse des espèces non natives (de 48,4 à 28,4%), et en particulier du poisson-chat (cf. les Figures 5 & 6). Une légère redistribution de ces espèces est notée en 2010, puisque cette année se caractérise par une augmentation significative des poissons carnassiers (0,2% en 2004 et 3,6% en 2010) et de l'anguille (6,8% en 2010).

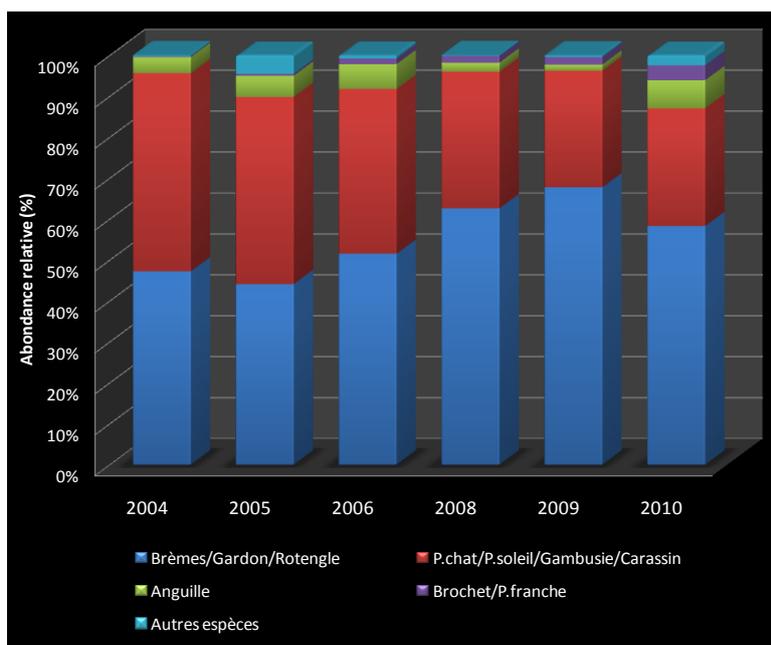


Figure 7. Bilan des captures en poissons (abondance relative, en %) dans les canaux référentiels des marais du Brivet de 2004 à 2010. N = 2816, 3484, 2195, 2680, 4341 et 1816 poissons respectivement.

La densité de poissons a elle-aussi évolué au cours des années, mais sans tendance particulière (Figure 4). La plus faible densité de poissons a été notée en 2010 (8,1 poissons/EPA). Elle était près de 2,5 fois supérieures en 2009. Les changements peuvent ainsi être très marqués d'une année à l'autre en parallèle à la tendance continue observée vers une plus grande « cyprinisation » des marais du Brivet. Ces résultats ne sont pas contradictoires, et dénoteraient vraisemblablement une réponse des poissons à des conditions d'habitat variables au cours des années. Toutefois, il convient d'être prudent quant à l'utilisation seule du paramètre 'densité de poissons' car les valeurs moyennes avancées peuvent être rapidement dépendantes de l'échantillonnage par exemple de quelques bancs de très jeunes poissons (le cas par exemple de 'boules' de poissons chats) qui conduit alors à une augmentation significative des densités de poissons. Le recours aux autres descripteurs de la communauté de poissons est donc particulièrement utile dans ce cas précis pour pondérer ce résultat.

C-1-2. Occurrences

L'expression en occurrence (ou fréquence de capture d'une espèce) apporte une information complémentaire aux valeurs d'abondance (Figure 8). En effet, alors

que certaines espèces étaient prépondérantes en abondance relative, elles le sont beaucoup moins sur la base de ce nouveau descripteur. C'est le cas notamment du poisson-chat qui, comparativement à d'autres espèces dominantes, n'est présent que dans 27% des EPA (6^{ème} rang). Les espèces les plus communes sont : le gardon (63%), la brème (59%), puis la perche soleil (39%) et le rotengle (30%) qui figurent aussi parmi les espèces les plus abondantes. Il est intéressant de noter les valeurs d'occurrence de l'anguille (33%) et celles de deux espèces de carnassiers : le brochet (15%) et secondairement la perche franche (8%).

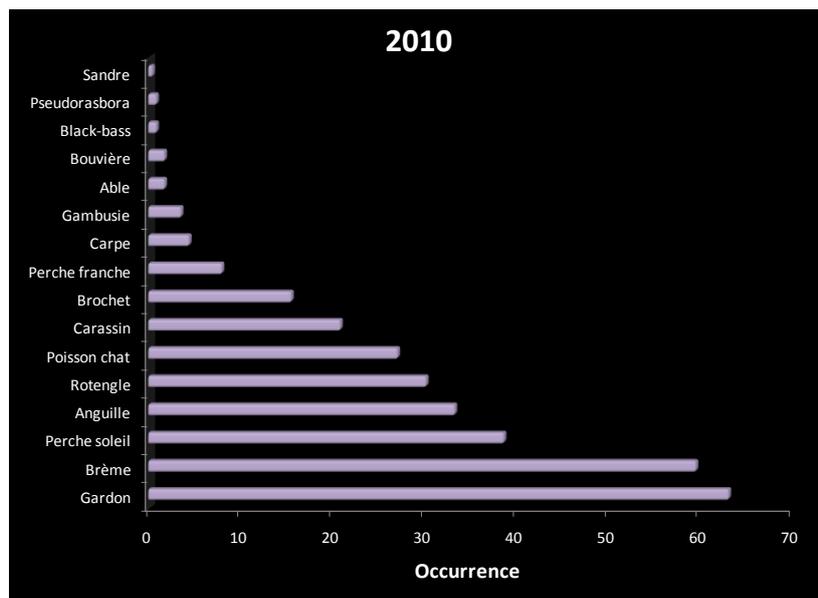


Figure 8. Occurrence des espèces de poissons dans les canaux référentiels des marais du Brivet en 2010 (n = 225 EPA).

Certaines espèces sont actuellement moins communes qu'elles ne l'ont été lors des années passées (Figures 8 & 9). En se référant à 2004, première année du suivi, et en classant les espèces selon le même ordre que celui appliqué en 2010, on constate en effet que le poisson-chat est passé d'une occurrence de 44% en 2004 à seulement 27% en 2010. A l'inverse, les occurrences de certains cyprinidés majeurs ont augmenté au cours des 6 dernières années. La structure globale des occurrences de l'ensemble des poissons est assez « déstructurée » en 2004 comparativement à celle de 2010. De nombreuses espèces présentaient une occurrence pratiquement nulle en 2004 (brochet, perche franche, carpe...), ce n'est plus le cas en 2010. La communauté de poissons qui était archi dominée par quelques espèces de poissons en 2004, l'est bien moins maintenant et plus

d'espèces présentent une occurrence bien au-delà du seuil de 5% communément retenu pour caractériser une espèce comme 'rare'.

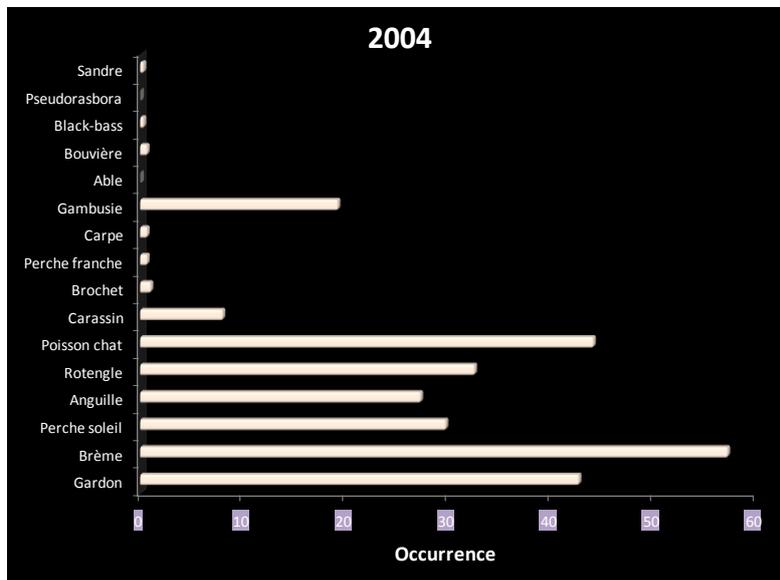


Figure 9. Occurrence des espèces de poissons dans les canaux référentiels des marais du Brivet en 2004 (n = 210 EPA).

C-2. Descripteurs de la biodiversité piscicole à l'échelle locale

Au-delà de l'échelle globale, il est important de regarder les changements de la communauté piscicole pouvant s'opérer au niveau de chaque canal référentiel. En effet, si des tendances convergentes se dégagent à cette échelle (i.e. à l'échelle d'un canal), il est alors possible de suggérer l'influence prépondérante de facteurs globaux, si de tels facteurs peuvent bien évidemment être identifiés. *A contrario*, des dynamiques variables des populations de poissons d'un site à un autre suggèrent l'effet majeur de facteurs plus locaux, comme par exemple des opérations d'entretien de canaux... et si bien entendu des actions de gestion de ce genre sont clairement entreprises sur les sites en question. Sont ainsi présentées, ci-après, les tendances des occurrences des principales espèces de poissons sur chacun des 9 canaux référentiels sur la période 2004 à 2010. Le choix de représenter les occurrences s'explique par le fait que cet indicateur permet d'analyser les tendances des espèces peu abondantes (voir les précédents résultats), et que pour les espèces les plus abondantes, c'est notamment vrai pour les cyprinidés, l'évolution des occurrences au cours des années est assez similaire à celle des abondances relatives.

La tendance à l'augmentation de l'occurrence des **brèmes** observée sur nombre de canaux de Grande Brière Mottière (GBM) depuis 2008, voire à une « saturation » des valeurs sur quelques sites (valeurs d'occurrence proche de 1, soit dans 100% des EPA) en 2009 tend à s'inverser dans une certaine mesure en 2010 (Figure 10). En effet, les occurrences sont globalement moins élevées en 2010 en GBM, la valeur moyenne sur ses sites étant de 0,66 avec des variations allant de 0,40 à 0,92 selon les sites. Il convient néanmoins de pondérer ce résultat par le fait qu'il s'agit des espèces les plus présentes dans ce marais (Figure 8). Sur les sites hors GBM, les brèmes sont moins communes et la tendance générale est plus à une stabilisation des occurrences en 2010 par rapport aux années antérieures. L'occurrence moyenne des brèmes y est de 0,46, soit la présence des poissons notée dans 46% des EPA.

La tendance est sensiblement la même pour le **gardon**, à savoir une baisse des occurrences en GBM (Figure 11). Hors GBM, la présence du gardon est assez stable sur le cours du Brivet, mais sur le canal de la Boulaie, les occurrences ont fortement diminué de 2009 (valeur de 0,76) à 2010 (0,36).



BREME

En occurrence

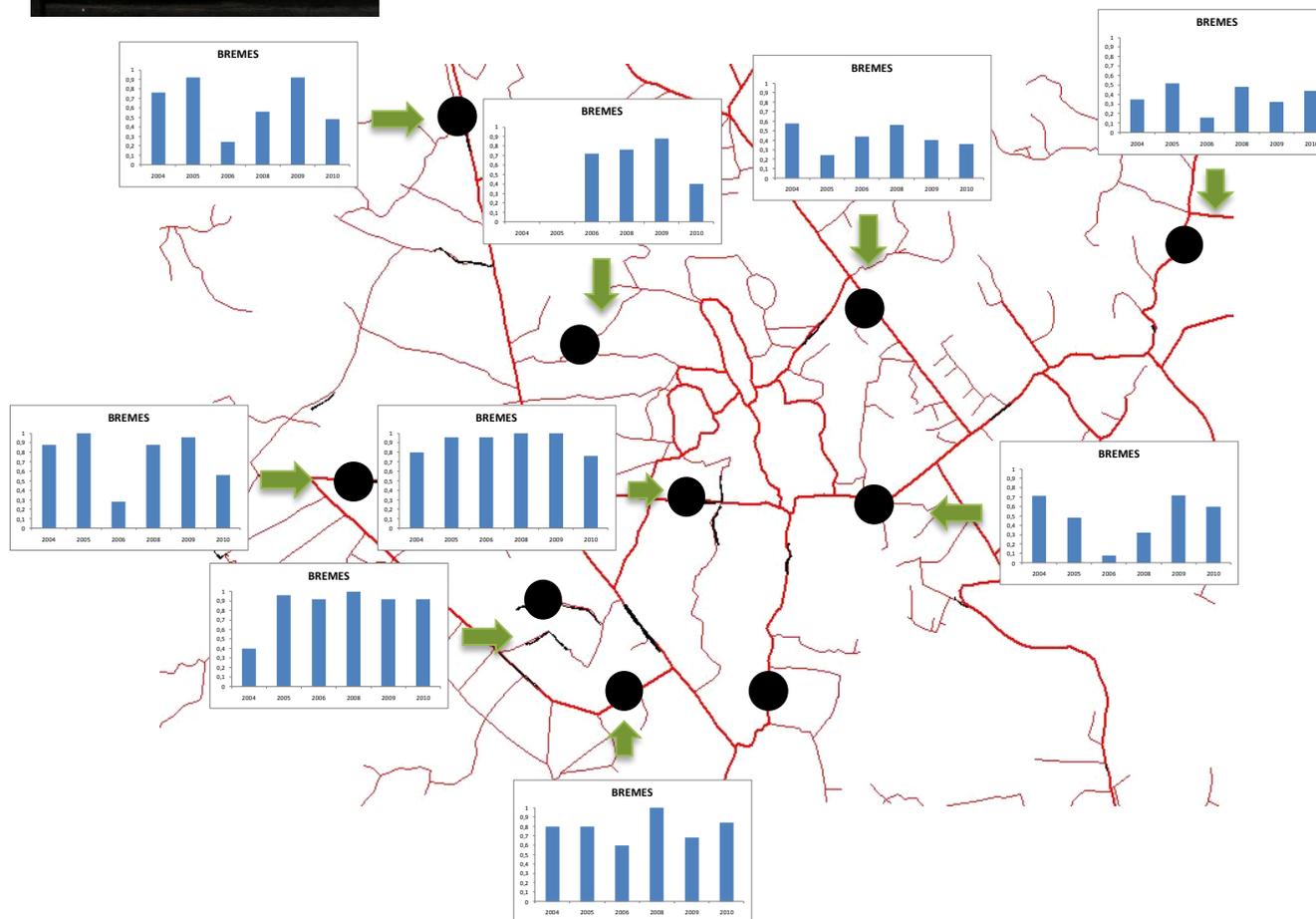


Figure 10. Occurrences des brèmes dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



GARDON

En occurrence

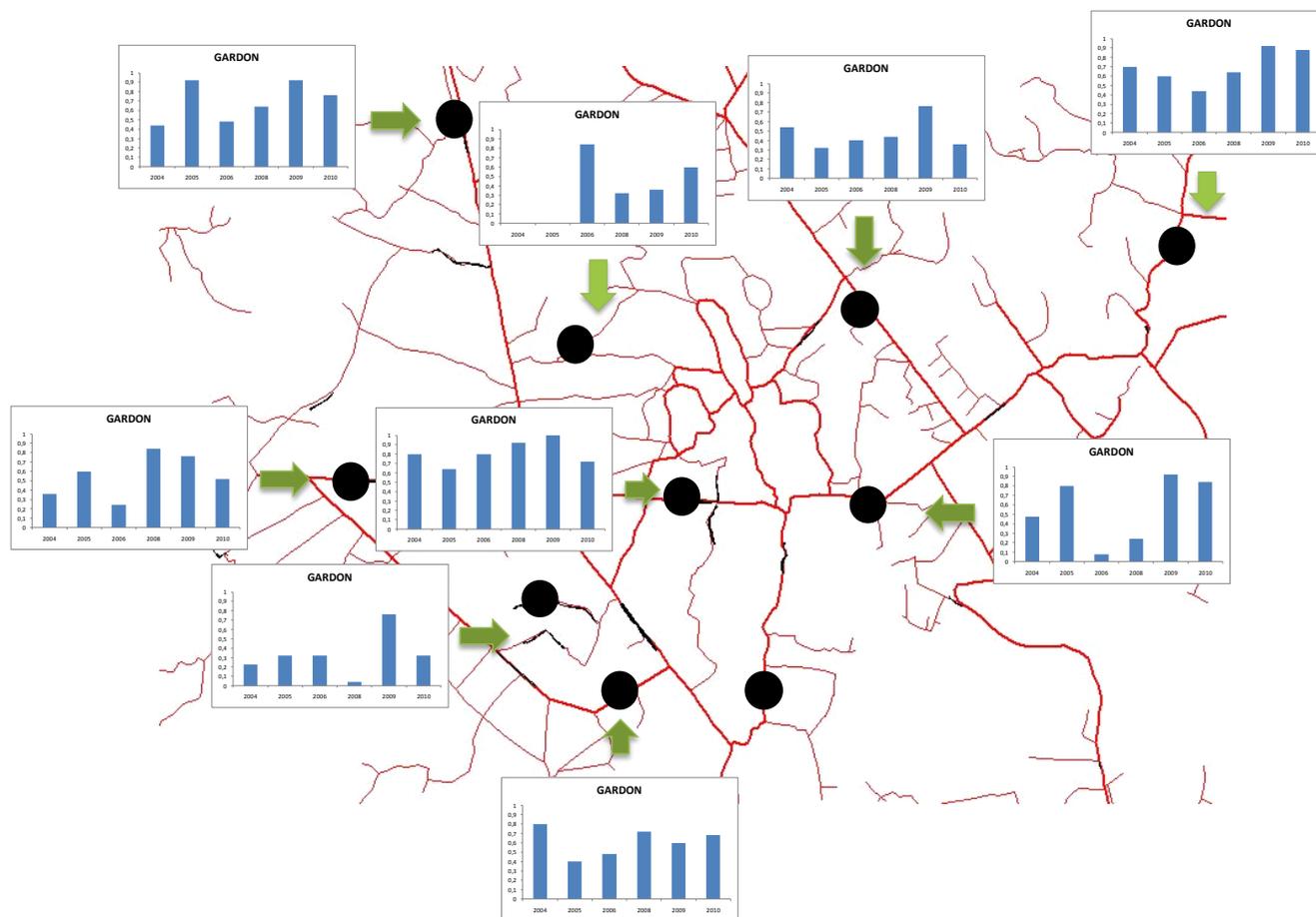


Figure 11. Occurrences du gardon dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.

Les occurrences du **rotengle** diminuent elles aussi en 2010 par rapport aux années passées et notamment par rapport à 2009 en globalement sur l'ensemble des marais (Figure 12). Les occurrences sont, contrairement à ce qui est noté pour les brèmes, dans le même ordre de grandeur sur l'ensemble des marais en 2010 : de 0,20 à 0,32 sur le Brivet et la Boulaie et une valeur moyenne de 0,32 en GBM. Les occurrences sont toutefois variables d'un site à un autre en GBM (de 0,12 en Réserve Sud à 0,60 sur le canal de Rozé).

En ce qui concerne le **carassin**, qui est bien présent en GBM, son occurrence globale tend, toutefois, à diminuer très nettement en 2010 (moyenne de 0,24) par rapport à 2009 (moyenne de 0,57, Figure 13). L'espèce n'a même pas été échantillonnée sur le site de la Grande Bande en 2010. Le carassin est globalement peu recensé sur les autres marais depuis 2004. Une augmentation très significative est cependant observée sur le canal de la Boulaie (occurrence de 0,40).

Les tendances des occurrences de la **perche soleil** soulignent là encore des divergences entre entités de marais (Figure 14). L'espèce est en diminution sur les sites de GBM : occurrence moyenne de 0,23 en 2010 contre 0,44 en 2009. L'espèce est aussi présente en 2010 qu'en 2009 sur les autres marais. Les occurrences sont par ailleurs plus importantes qu'en GBM : 0,44 sur la Boulaie et 0,84-0,88 sur le Brivet. Ces tendances sont relativement stables depuis 2005 sur des deux secteurs de marais.

L'occurrence du **poisson-chat** est en baisse importante, et de façon assez généralisée, sur l'ensemble de la GBM en 2010 (moyenne de 0,29, Figure 15). Cette baisse est de l'ordre de 10% par rapport à 2009, puisque, cette année là, l'occurrence moyenne était de 0,38. La tendance est différente sur les autres marais, car l'occurrence de l'espèce n'a pratiquement pas évolué par rapport à 2009. L'occurrence est actuellement de 0,22 sur le canal de Boulaie et de 0,35 sur le Brivet. Ces valeurs sont ainsi assez proches de celles observées en GBM. Cette homogénéisation de la présence du poisson-chat dans les différents marais est un fait nouveau car l'espèce était bien plus présente lors des premières années du suivi : occurrence moyenne de 0,68 sur la période 2004/2005



ROTENGLÉ

En occurrence

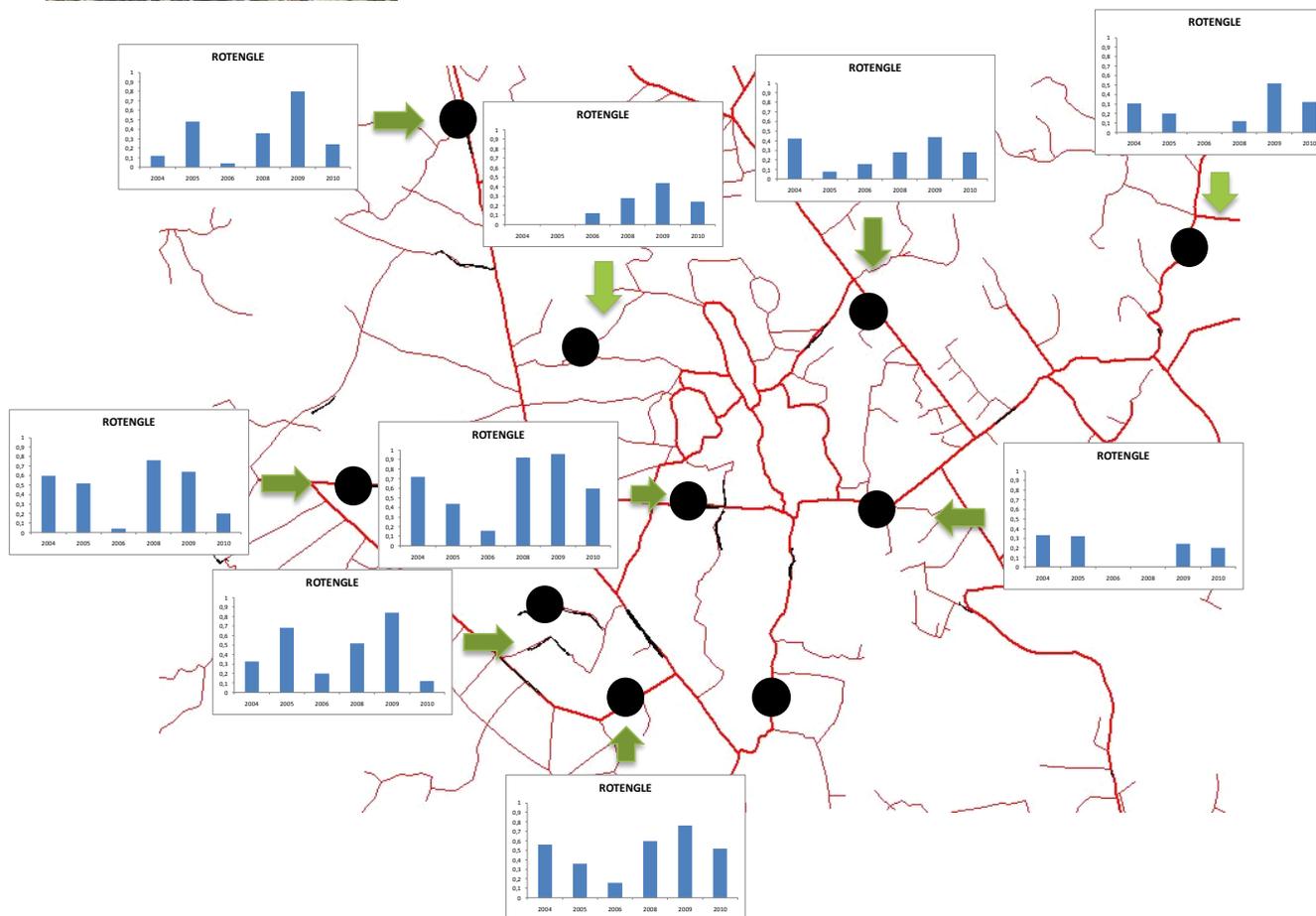


Figure 12. Occurrences du rotengle dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



CARASSIN

En occurrence

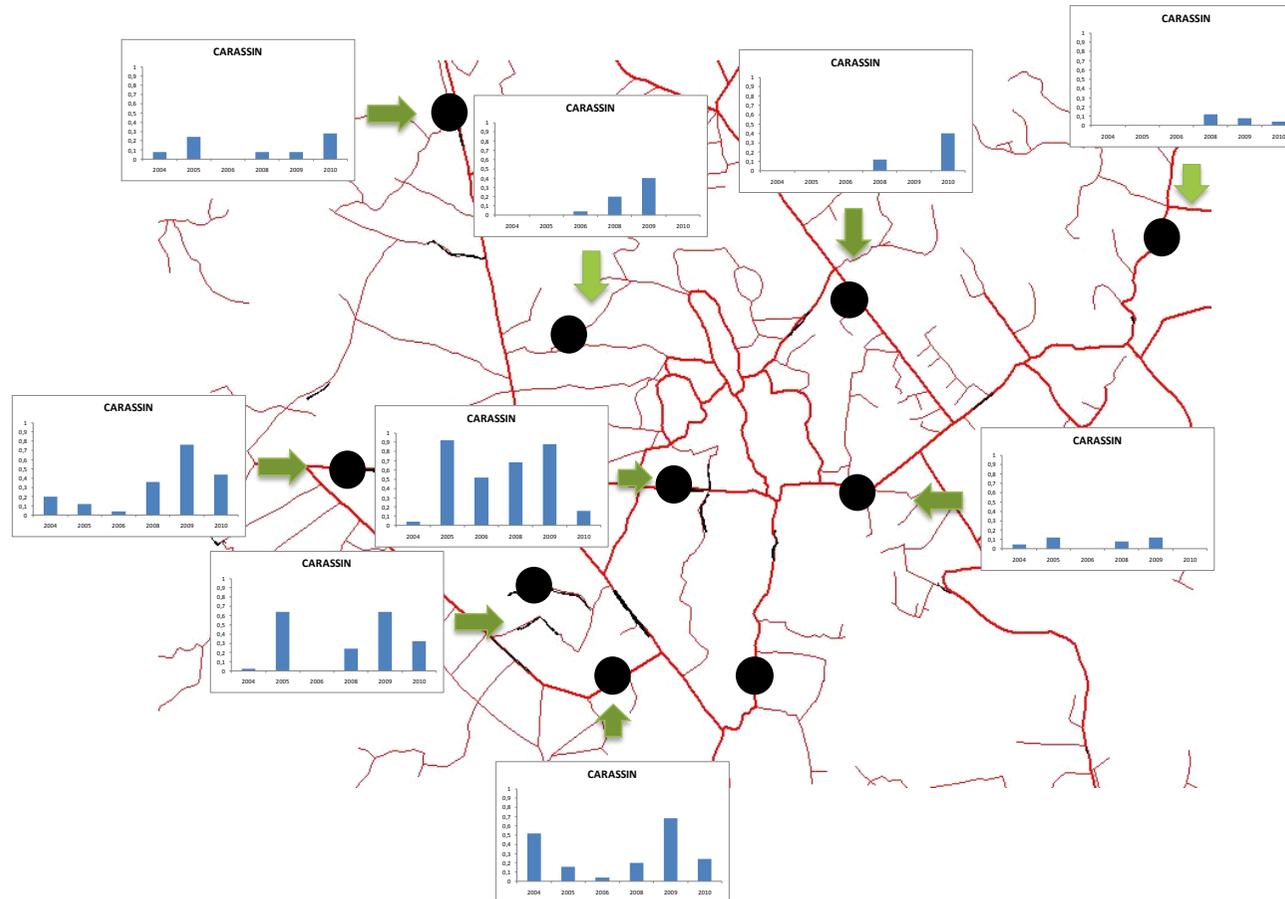


Figure 13. Occurrences du carassin dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



PERCHE SOLEIL

En occurrence

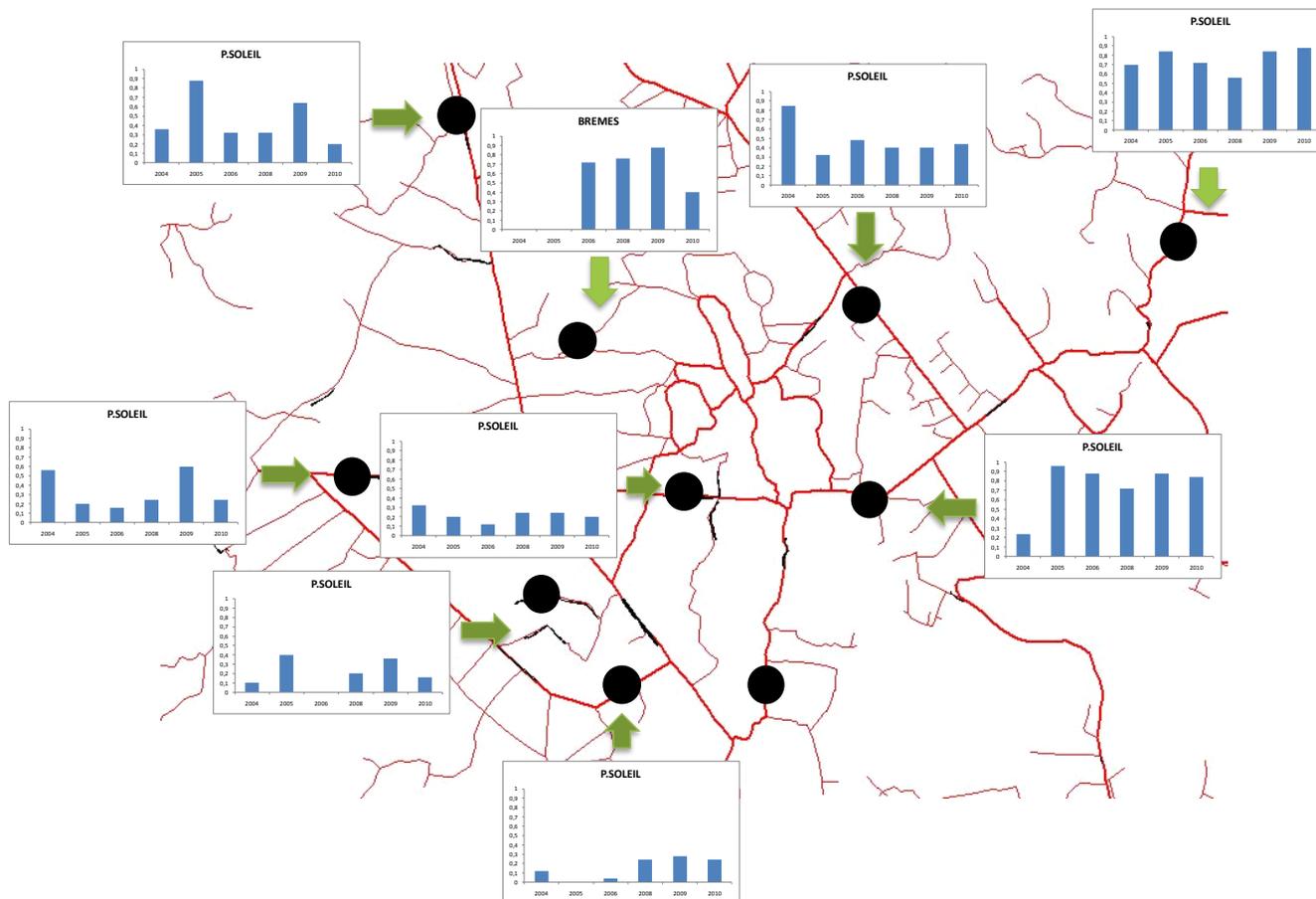


Figure 14. Occurrences de la perche soleil dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



POISSON CHAT

En occurrence

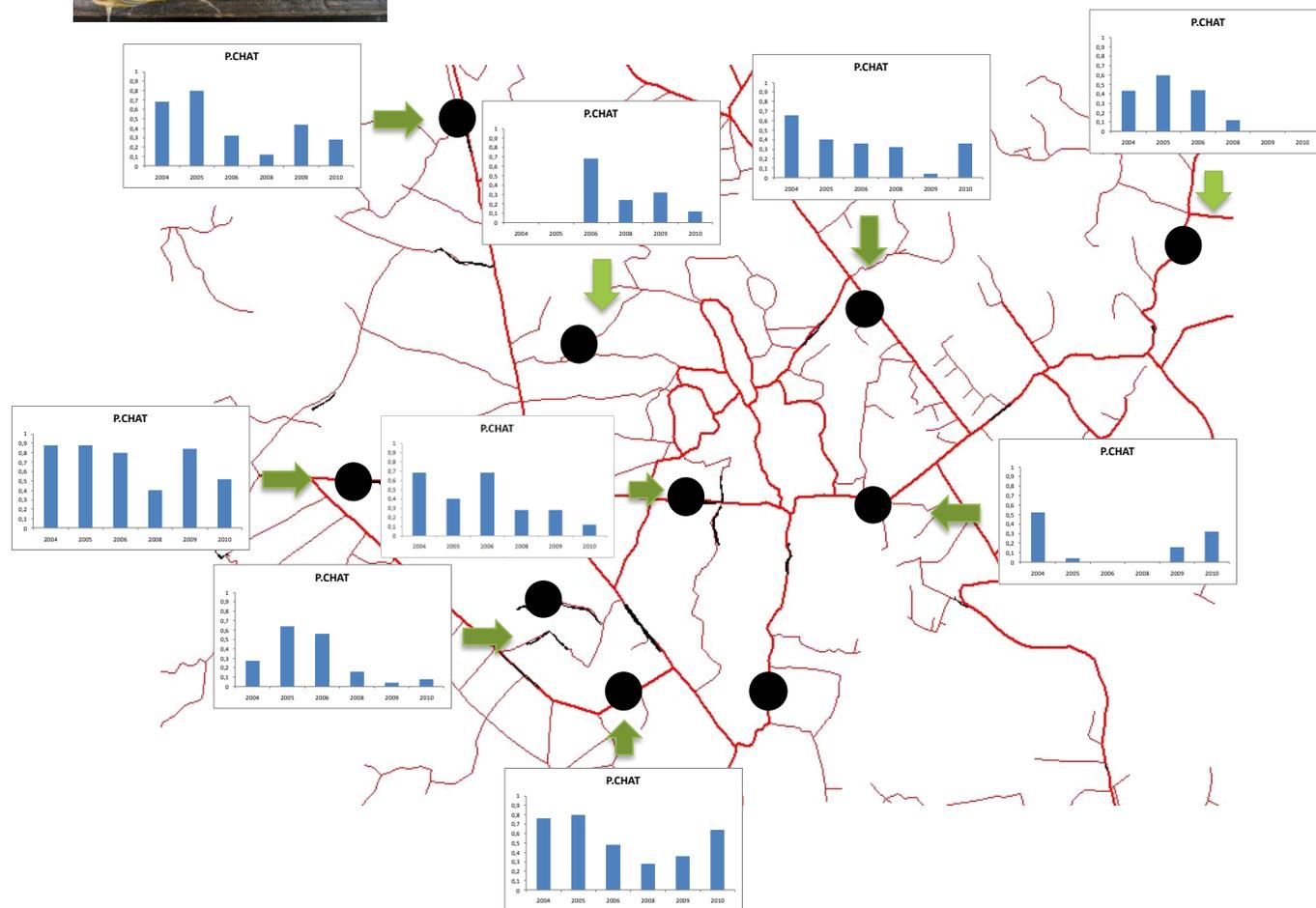


Figure 15. Occurrences du poisson-chat dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.

L'occurrence du **brochet** augmente ou se maintient à un seuil significatif de 0,20 sur les sites de la GBM (Figure 16). Cette valeur moyenne cache néanmoins des disparités entre sites, puisque les occurrences oscillent entre 0,04 et 0,36. Il est intéressant de souligner des occurrences en brochet particulièrement élevées en Réserve Sud et surtout sur le canal au Sud de la Réserve Sud, à proximité des vastes étendues de prairies inondables, mais aussi dans les secteurs nord de la GBM (canal du Nord et Grande Bande) qui se caractérisent par la très forte dominance de zones de roselières. L'occurrence du brochet se maintient à des seuils plus modestes sur les autres marais (0,04 à 0,08).

La **perche franche** est une espèce bien moins commune, mais néanmoins présente dans tous les sites échantillonnés en 2010 (Figure 17). Son occurrence limitée rend difficile l'analyse des tendances. Elle serait en légère baisse dans les différents canaux de GBM, mais de façon plus marquée dans le canal du Nord. Une légère baisse est également observée sur le Brivet, alors que l'espèce reste marginale sur le canal de la Boulaie

En 2009, le constat sur l'**anguille** était particulièrement préoccupant. Le déclin de l'espèce déjà noté depuis 2005 pour de nombreux sites (Grande Bande, Boulaie, Réserve Sud et canal Sud Réserve Sud) était à nouveau vérifié en 2009 (Figure 18). Quelques sites faisaient cependant exception à cette dynamique, notamment deux canaux centraux, Boisman et Rozé qui présentaient une occurrence en anguilles à la hausse, mais sans toutefois atteindre les seuils les plus élevés notés sur la série d'années. Ces canaux sont sur un axe transversal commun qui débute par Boisman, zone de recrutement préférentiel de l'espèce (Cucherousset et al. 2007a). La situation observée en 2010 semble un peu plus claire. Sans parler d'inversion de tendance, ce qui serait exagéré, il est toutefois possible de déceler une augmentation significative des occurrences à la fois sur certains sites de GBM, essentiellement sur le canal Sud de la Réserve Sud (occurrence de 0,64), mais aussi sur le cours du Brivet (0,60 et 0,68). Ces sites sont en effet en position privilégiée par rapport au recrutement possible en civelles et très jeunes anguillettes, et les valeurs d'occurrence sont parmi les plus fortes observées depuis 2004. Il s'agit pratiquement du seul cas, où l'on assiste à une évolution semblable d'une espèce associée à une localisation particulière de sites appartenant à différentes entités de marais. Les

autres sites de GBM ne se caractérisent pas par une augmentation très significative de l'occurrence en anguille.

Finalement, la lecture de l'évolution des occurrences des espèces au cours des années, et tout particulièrement de l'année 2010 par rapport aux années précédentes fait apparaître deux points majeurs (Tableau III) :

- des tendances variables selon les marais. Très souvent les tendances observées en GBM sont différentes de celles du canal de la Boulaie et du cours du Brivet,
- une très faible variabilité de tendance au sein d'un même marais, sauf dans le cas de l'anguille.

Ces deux constats laissent à suggérer l'influence prépondérante de facteurs globaux, pas nécessairement semblables d'un marais à un autre, mais aussi, et à ne pas négliger, l'action possible de facteurs plus locaux occasionnant alors des différences de tendance entre sites au sein d'un même marais. La suite du document s'attachera à analyser ces deux niveaux d'action, en cherchant à identifier les facteurs en question. Pour cela, seront analysés, dans le détail, le cas de l'anguille et le lien à un facteur local (franchissabilité des ouvrages connectés à la Loire), puis le cas du rotengle en liaison à la question des niveaux d'eau. Dans les deux situations, une illustration sera faite de l'intérêt de l'utilisation des tailles de poisson.

Tableau III. Symbolisation des tendances d'occurrence des principales espèces de poissons sur les différentes entités de marais (comparaison 2010 par rapport aux années précédentes). Voir les Figures 10 à 18 pour le détail sur l'ensemble des canaux échantillonnés.

	GBM	Brivet	Boulaie
Brèmes	-	=	=
Gardon	-	=	-
Rotengle	-	-	-
Carassin	-	=	+
P. chat	-	=	=
P. soleil	-	=	=
Brochet	+	=	=
P. franche	-	-	=
Anguille	+/-	+	-



BROCHET

En occurrence

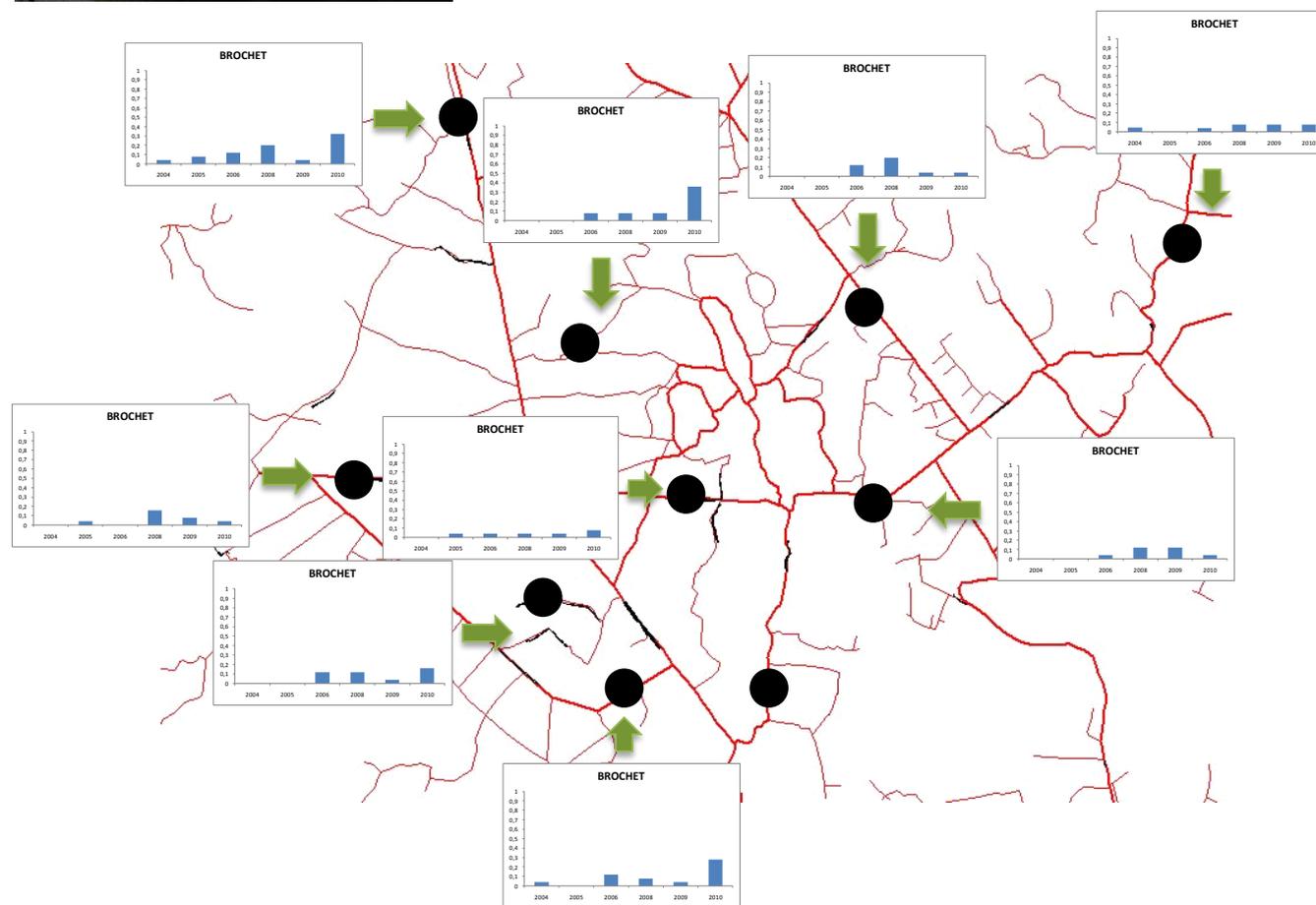


Figure 16. Occurrences du brochet dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



PERCHE FRANCHE

En occurrence

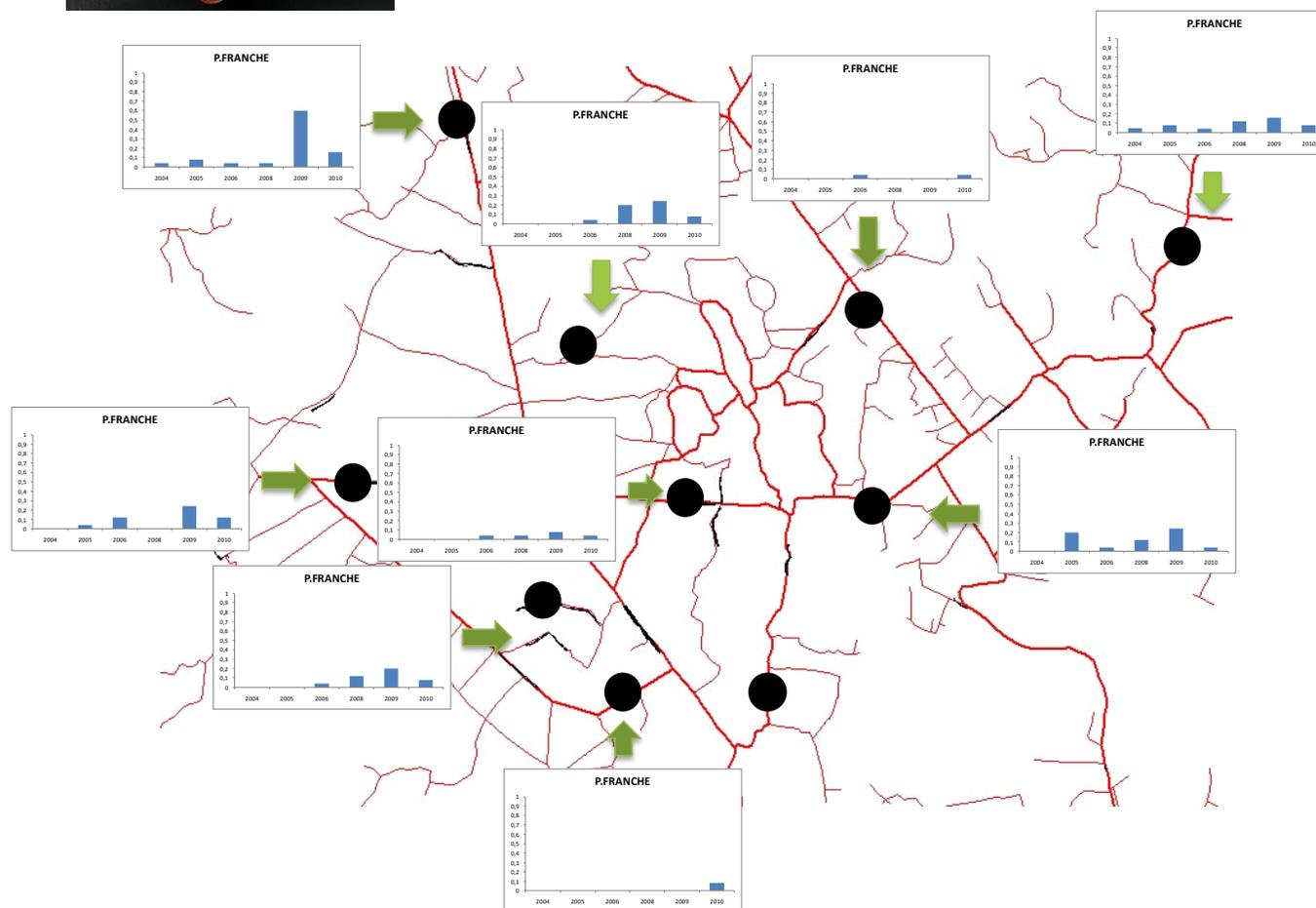


Figure 17. Occurrences de la perche franche les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.



ANGUILLE

En occurrence

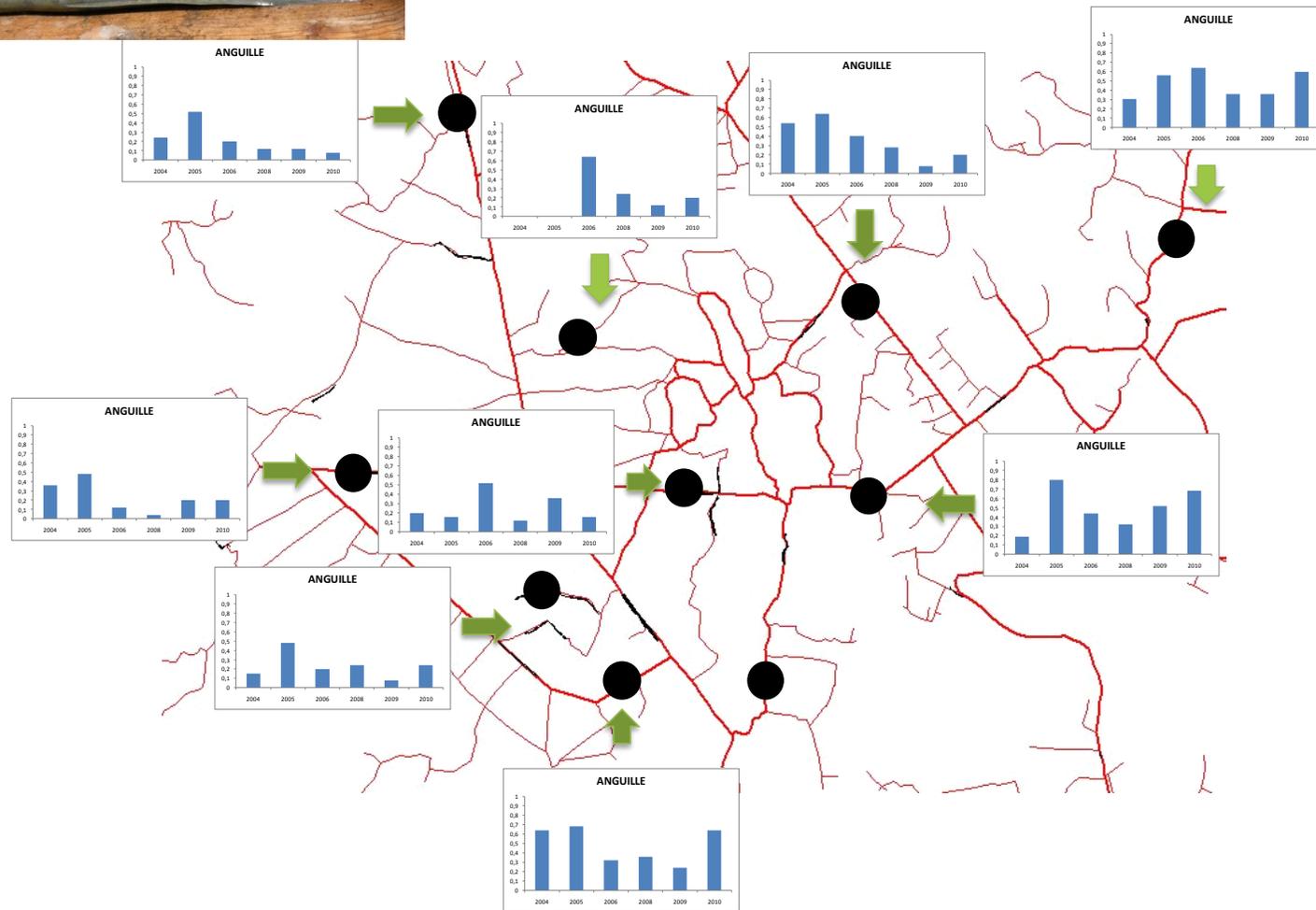


Figure 18. Occurrences de l'anguille dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 2007.

Néanmoins, avant d'aborder ces points, il est fait référence, ici, aux résultats des pêches électriques ayant été réalisées sur les trois sites supplémentaires (Tréhé, Kerfeuille et canal de My).

La question, ici, est de savoir si l'ajout de nouveaux sites permet de gagner en qualité d'information sur la communauté de poissons des marais, ou si, à l'inverse, les sites choisis depuis 2004 donnent une bonne image des poissons présents sur l'ensemble des marais. Les premières indications reportées sur la Figure 19 soulignent que les trois sites supplémentaires sont peu poissonneux. Ils totalisent à eux trois seulement 14,5% du total de poissons, et individuellement ne représentent que 3,6 à 6,7% des 2125 poissons échantillonnés.

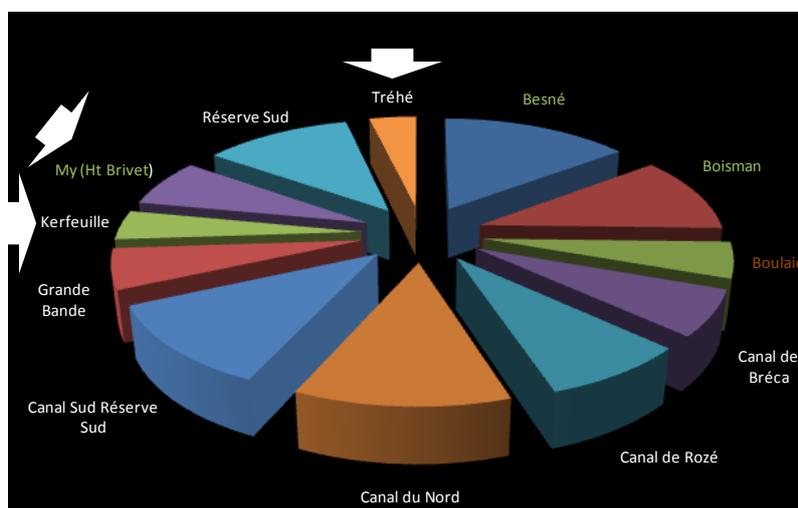


Figure 19. Part respective des différents canaux dans l'effectif total de poissons en 2010 (n = 25 EPA par canal). Les sites échantillonnés pour la première fois en 2010 sont indiqués avec une flèche blanche (n = 2125 poissons).

Le nombre d'espèces recensées sur chacun de ces trois sites est tout à fait dans la gamme de ce qui est observé dans les canaux référentiels (Tableau IV). En revanche, le canal de My situé sur le Haut Brivet a permis d'échantillonner une espèce supplémentaire qui est l'ablette (1 seul individu) et aussi de confirmer la présence du able de Heckle sur le cours du Brivet (espèce également notée à Boisman et à Besné). En conclusion, les trois sites supplémentaires inventoriés en 2010 ne permettent pas d'accroître le niveau de connaissance sur la communauté piscicole des marais et le choix des sites référentiels retenus lors du lancement de la veille écologique en 2008 n'est pas remis en cause.

Tableau IV. Liste d'espèces recensées sur les 9 canaux référentiels et sur 3 sites supplémentaires (identifiés par les colonnes grisées) des marais du Brivet en 2010. 25 EPA ont été réalisés sur chacun des canaux, totalisant 2125 poissons.

	Besné	Boisman	Boulaie	My (Ht Brivet)	Canal de Bréca	Canal de Rozé	Canal du Nord	Sud Réserve Sud	Grande Bande	Réserve Sud	Kerfeuille	Tréhé
Able de Heckel	x	x		x								
Ablette				x								
Anguille	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Black-bass	x											
Bouvière	x											
Brème	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Brochet	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Carpe	x	x			x	x	x		x		x	x
Carassin	x		x		x	x	x	x		x	x	x
Gambusie	x	x			x				x		x	
Gardon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Poisson Chat		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Perche franche	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Perche soleil	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudorasbora	x											
Roetngle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sandre									x			
Nb d'espèce	14	11	9	8	11	10	10	9	11	9	11	9

C-3. Dynamique de la population d'anguille et liaison aux échanges marais/Loire

Le cas de l'anguille mérite que l'on s'y intéresse de plus près en raison de sa situation de déclin généralisé sur de nombreux bassins versants, les marais du Brivet ne faisant pas exception. Comme il a été précédemment évoqué, voir aussi Carpentier & Paillisson (2009), une diminution de l'occurrence en anguilles a été observée depuis 2004. Pour compléter la description, l'analyse des classes de taille des anguilles échantillonnées à l'occasion du suivi effectué depuis 2004 (Carpentier & Paillisson, 2009) a montré un vieillissement progressif de la population, traduisant une diminution du recrutement en jeunes individus à partir de la Loire.

Dans ces conditions, et dans l'objectif d'intervenir spécifiquement sur l'une des phases du cycle de vie de l'espèce dans les marais (phase de recrutement à partir de l'estuaire de la Loire), des manœuvres d'ouvrage (relève de vanne de l'ordre de 20 cm pendant une période de 1h-1h30) ont été effectuées durant l'hiver 2009/2010 au niveau de Méan (9-10 manœuvres lors de marées de vives eaux avec un coefficient de marée supérieur à 70) afin de favoriser l'entrée de jeunes anguilles. Au-delà de ces opérations tests, la submersion temporaire des ouvrages reliant les marais à la Loire (Méan et Lavau) à l'occasion de la tempête Xynthia survenue en début mars 2010, a amplifié très momentanément les échanges avec la Loire. Les opérations de veille écologique ont été conçues afin d'évaluer les effets de tels phénomènes (ici action de gestion qualifiable de 'local'), et nous en avons eu une illustration avec l'augmentation significative des occurrences en anguilles sur certains secteurs bien précis des marais (Brivet et Sud de la GBM). Une analyse plus complète est livrée ici.

La tendance des occurrences en anguilles décrite sur la Figure 18 s'accompagne également de changements en terme de densité de poissons par EPA (Figure 19). Là aussi, une baisse très importante des effectifs d'anguilles est notée au cours des années, avec des valeurs minimales de 0,27 et 0,29 anguilles/EPA obtenues respectivement en 2008 et 2009. Cette tendance s'est inversée en 2010, puisque la densité moyenne anguilles a doublé, atteignant 0,55 anguilles à chaque coup d'anode. Cette densité est néanmoins plus faible que la valeur maximale notée en 2005 (0,90 anguilles/EPA).

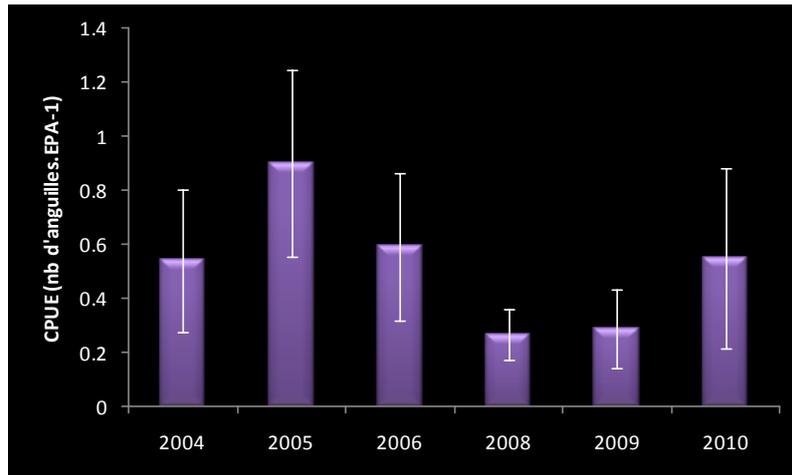


Figure 19. Densité d'anguilles (nb/EPA) dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA). Les valeurs moyennes sont accompagnées de l'intervalle de confiance à 95%.

Ce changement de densités en anguilles survenu en 2010 s'accompagne aussi de modifications radicales dans la taille des anguilles échantillonnées (Figure 20). Comme, il a été évoqué précédemment, la fraction de la population d'anguilles constituées par des individus de grande taille augmente au cours des années. C'est

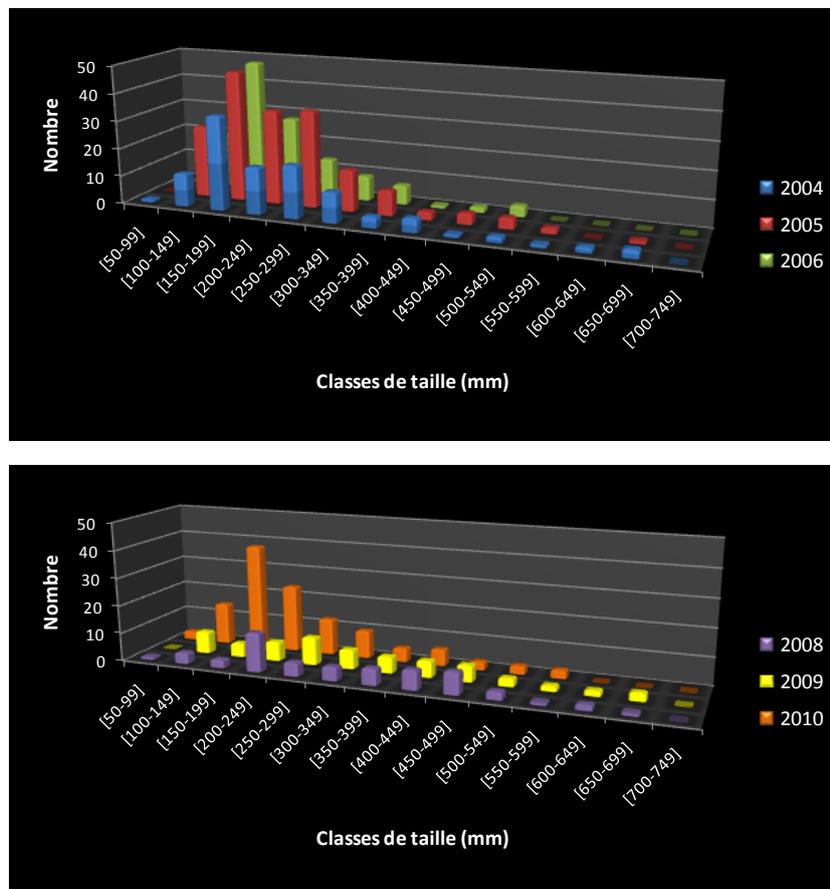


Figure 20. Profil des classes de taille en anguilles dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA).

le cas en 2008 et 2009. La situation est très différente en 2010, car la part que représentent les anguilles de taille inférieure à 200 mm atteint 45,5% alors que cette gamme de tailles ne totalisait que seulement 13,3 et 20,0% des anguilles lors des deux années antérieures. La hausse des densités en anguilles observée en 2010 est ainsi probablement attribuable à un recrutement en jeunes individus à partir de la zone source qu'est la Loire.

Pour répondre pleinement à cette question, il convient de regarder de près ce qu'il en est au niveau de chaque canal échantillonné. En complément de la Figure 18 qui présente les occurrences en anguilles sur chacun des canaux au cours des années, est reportée sur la figure suivante l'évolution des densités en anguilles sur ces mêmes canaux (Figure 21). Il n'est pas étonnant de remarquer que trois sites se distinguent par des valeurs plus élevées en densités d'anguilles en 2010. Il s'agit des sites du Brivet (Boisman et Besné) ainsi que le canal au Sud de la Réserve du Sud de GBM. Ces trois sites, et tout particulièrement les sites du Brivet, étaient déjà des sites caractérisés par des plus fortes densités en anguilles lors des premières années du suivi. Leur localisation stratégique, c'est-à-dire en prise directe avec Méan, permet d'expliquer la présence plus importante de l'anguille.

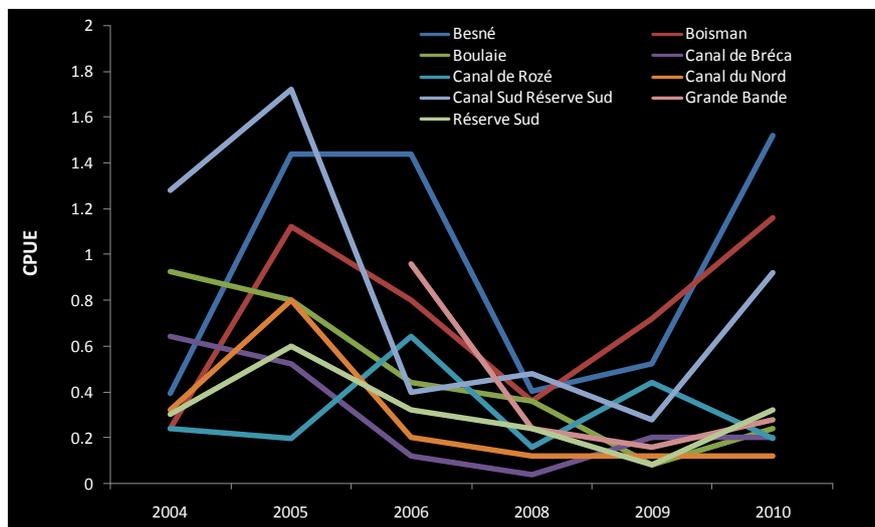


Figure 21. Densités en anguilles dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 200-225 EPA).

De plus, ces trois sites sont composés par une fraction en jeunes anguilles bien plus importante (anguilles < 200 mm : 52,2%) que celles des autres sites des marais du Brivet (26,5%, Figure 22). Ce résultat confirme donc qu'un recrutement majeur en jeunes anguilles s'effectue sur ces trois sites et contribue à plus de

moitié au stock d'anguilles présent dans ces canaux. Les effets de ce recrutement significatif en jeunes anguilles ne se répercutent pas sur les sites plus éloignées.

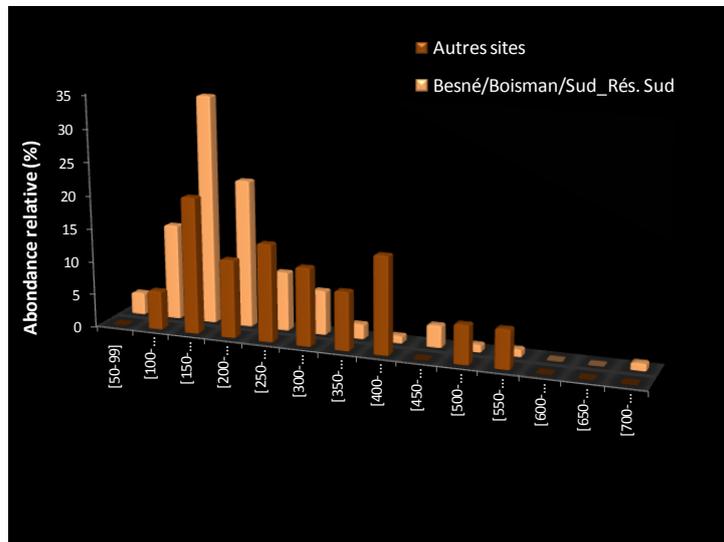


Figure 22. Profil des classes de taille en anguilles (expression en %) dans les canaux référentiels des marais du Brivet en 2010 (n = 200-225 EPA). Les canaux sont classés en deux groupes : les sites aval et du Brivet caractérisés par les plus fortes densités en anguilles (Besné, Boisman et Sud de la Réserve Sud) et les 6 autres sites des marais. N = 90 et 34 anguilles respectivement dans les deux lots de sites.

C-4. Régime hydrologique et conséquences sur les populations de poissons. Proposition d'une démarche d'évaluation et illustration avec l'exemple du rotengle

L'objet de cette dernière partie du document est de proposer une démarche d'évaluation des effets du régime d'inondation, variable au cours des années, sur la communauté de poissons, et ne prétend pas faire le tour de la question. Bien au contraire, quelques résultats préliminaires sont avancés ici, mais c'est plus la démarche qu'il convient de retenir. Quelques compléments de réflexions seront avancés dans la discussion afin de laisser entrevoir le champ des possibles. Tout reste à faire donc.

Il est généralement évoqué le fait que des années à « fortes inondations » sont des années favorables pour les poissons, ceux-ci exploitant probablement le plus longtemps possible, et à profit, les ensembles de prairies et roselières. Cette hypothèse doit être testée, et jusqu'à ce jour aucune démarche précise n'a été engagée pour y répondre. La notion de « fortes inondations » doit se décliner selon plusieurs descripteurs se référant à la fois à l'amplitude d'inondation, c'est-à-dire à proprement parlé les niveaux d'eau, à la durée d'inondation et à la période précise de ces inondations et cela en regard des cycles biologiques des espèces et aux rôles que jouent ces milieux inondables selon les espèces. En effet, certaines espèces sont largement tributaires de milieux inondables pour se reproduire, c'est le cas des espèces phytophiles comme le brochet, le rotengle. D'autres espèces vont grandement bénéficier des vastes étendues inondées pour s'y alimenter et alors les conséquences sur les stocks de poissons seront évidentes, et enfin, d'autres espèces, n'utiliseront qu'à la marge ces milieux et seront qualifiables alors d'espèces 'facultatives' quant à l'exploitation des milieux inondables.

La démarche proposée ici consiste donc à croiser les deux informations que sont les caractéristiques d'inondation et les abondances de poissons quantifiées lors des opérations de pêche électriques réalisées en période d'étiage, période à laquelle tous les poissons se réfugient dans les canaux, et donc traduisent ce qui s'est passé durant les mois qui ont précédé. Avant d'analyser cela, une rétrospective est faite ci-après sur les différents régimes d'inondation observés au cours des années du suivi.

Les données de niveaux d'eau, mesurées par le Pnr de Brèlère (A. Boulet) sur la période d'étiage 2003 à l'étiage 2010 en GBM mais aussi dans les marais de la Boulaie, ont été utilisées. La Figure 23 décrit les régimes hydrologiques (niveau d'eau NGF Lall) sur ces deux entités de marais.

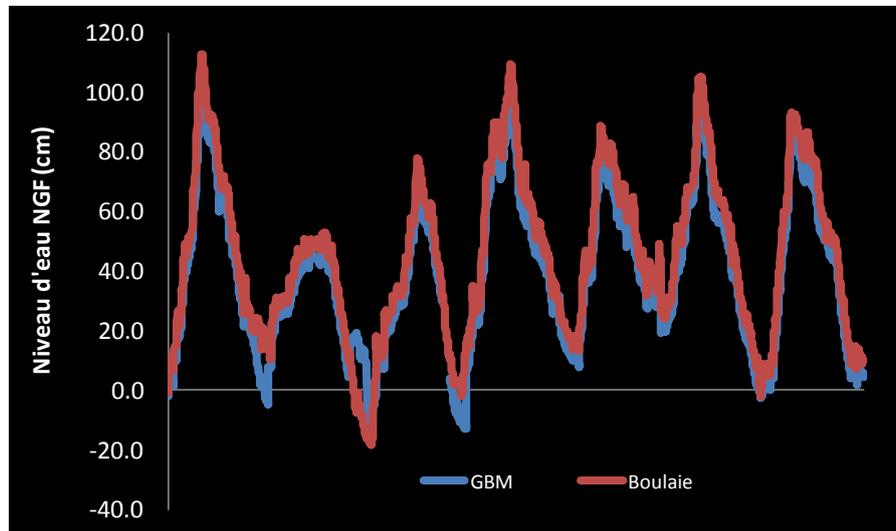


Figure 23. Niveaux d'eau (valeurs NGF) au cours des cycles d'inondation de 2003/2004 à 2009/2010 dans les marais de Grande Brière Mottière (GBM) et de la Boulaie.

Les cycles hydrologiques 2004/2005 et 2005/2006, dénommés par la suite 2005 et 2006, montrent un net déficit en eau. Les profils sont relativement semblables dans les deux marais.

Il est intéressant de regarder les incidences de ces cycles hydrologiques sur les périodes et durées d'inondation. Les données présentées sur la figure suivante concernent la GBM (Figure 24). Le principe consiste à retrancher 40 cm aux cotes NGF journalières (seuil moyen d'inondation des prairies et roselières en GBM). Lorsque les valeurs résultantes sont supérieures à zéro, alors, à ces dates, les prairies et roselières sont inondées et c'est cette information qui est reportée sur cette figure. Les deux constats majeurs (voir les zones grisées) sont, d'une part, une large variation de la période de début d'inondation en automne/hiver (du 1^{er} décembre au 1^{er} mars, voire absence totale d'inondation en 2008), et, d'autre part, une relative uniformisation de la période d'exondation au printemps suivant, malgré pourtant des cycles hydrologiques variables (20 mai au 10 juin). Ce dernier résultat traduit l'application du règlement des niveaux d'eau en GBM.

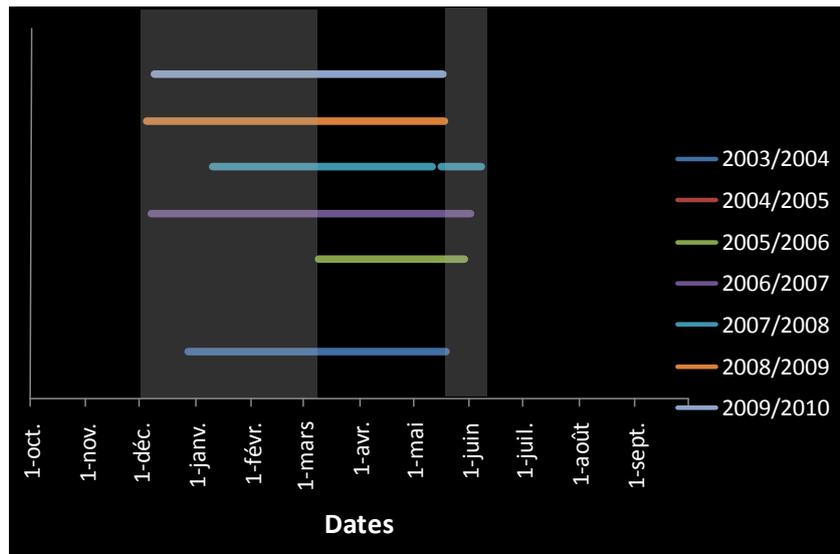


Figure 24. Période moyenne d'inondation des prairies et roselières de Grande Brière Mottière de l'hiver 2003/2004 au printemps 2010. Voir le texte pour le mode de calcul.

Inévitablement, ce dernier résultat traduit une vitesse de décrue variable au cours des années (Figure 25). A titre d'exemple, la décrue est assez lente aux printemps 2005 et 2009 (données portant sur la période du 1^{er} avril au 31 mai). En revanche, la décrue est bien plus importante en 2004 et 2007, tout particulièrement à partir de fin avril pour 2004.

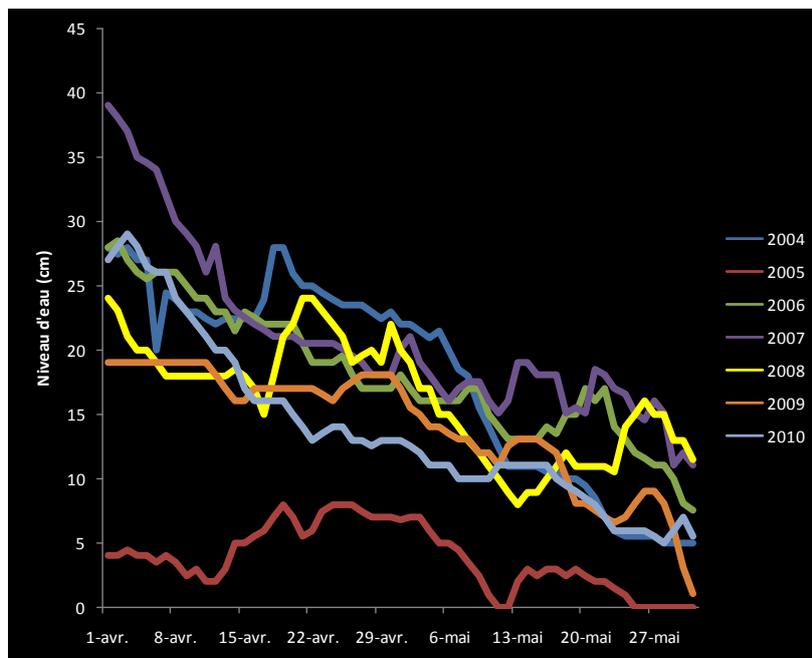


Figure 25. Niveaux d'eau journaliers moyens (en cm) sur les milieux inondables de GBM calculés sur la période du 1^{er} avril au 31 mai et sur la chronique 2004/2010.

La période de décrue en avril/mai étant cruciale pour les poissons présents sur les milieux inondables, la démarche entreprise ici est de croiser les durées d'inondation (nombre de jours) à cette période, et au cours des années, avec les données de densités de poissons à l'étiage consécutif dans les canaux. Un seuil limite de 10 cm d'eau a été retenu comme répondant aux conditions nécessaires minimales pour que les poissons puissent persister sur les milieux inondables. Ce calcul est réalisable pour la GBM, mais aussi sur la Boulaie. Compte tenu de la topographie différente en Boulaie, un retranchement de 60 cm aux cotes NGF est pratiqué au lieu des 40 cm appliqués en GBM (Figure 26).

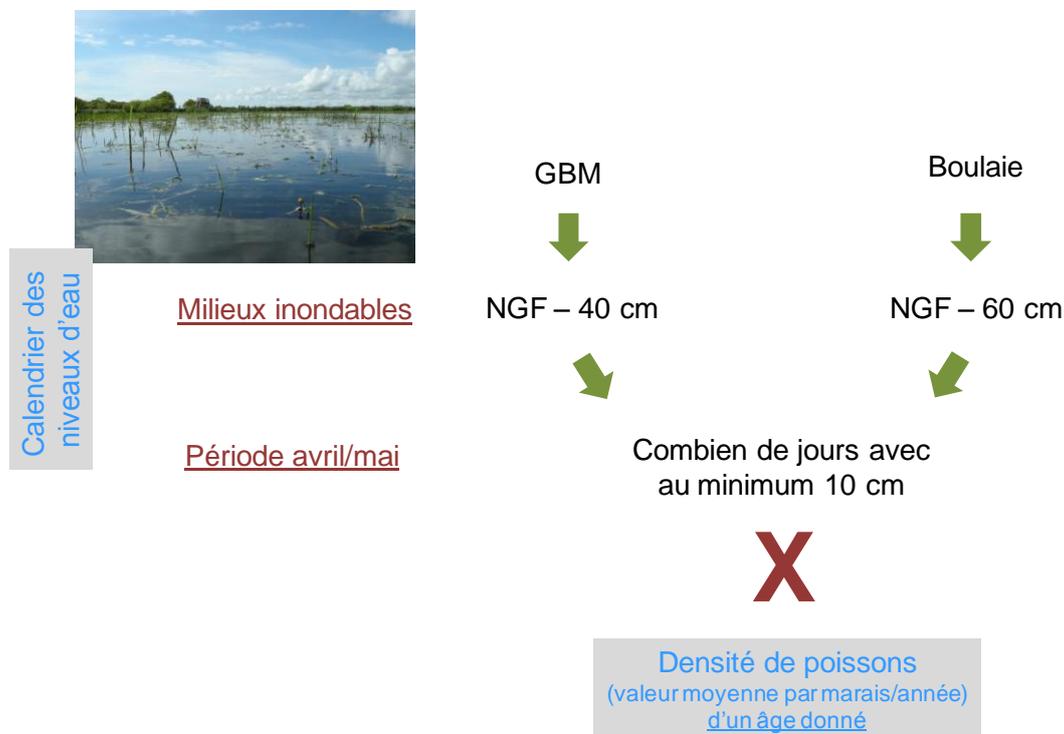


Figure 26. Logique retenue pour relier les densités de poissons aux conditions d'inondation des prairies et roselières de Grande Brière Mottière et de la Boulaie sur la chronique 2004/2010.

Ce raisonnement peut être perçu comme excessivement simpliste, car il est certain que la topographie n'est pas la même sur l'ensemble du territoire de GBM, et également en Boulaie. De la même manière, à l'échelle de toute prairie persiste une micro-topographie qui influe certainement sur la présence ou non de poissons. L'objet de la démarche proposée ici est de donner des grandes orientations et c'est pour cela que l'analyse porte sur des valeurs moyennes de niveaux d'eau à partir desquelles les prairies et roselières sont considérées comme inondées. Quoiqu'il en

soit, cette logique (cf. Figure 26) met en avant des conditions d'inondation excessivement différentes au cours des années entre les deux marais. La durée d'inondation est bien plus importante en GBM qu'en Boulaie (Figure 27). Avec le mode de calcul utilisé, la durée d'inondation des prairies de la Boulaie, les années où cela se produit, varie de 5 à 18 jours sur un maximum possible de 61 jours (avril et mai). En GBM, la durée d'inondation est prolongée en moyenne de l'ordre de 40 jours.

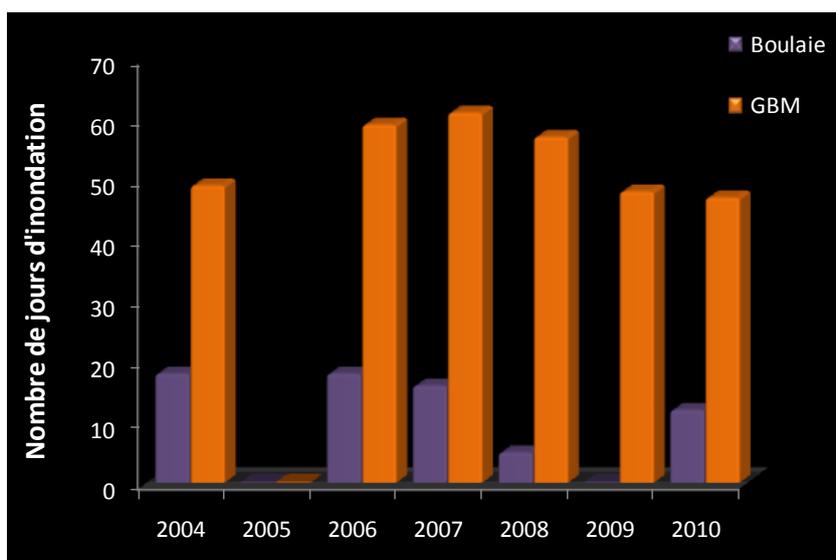


Figure 27. Nombre de jours d'inondation des prairies et roselières de Grande Brière Mottière et de la Boulaie sur la période avril/mai lors de la chronique 2004/2010 et selon la logique présentée sur la Figure 26.

A titre d'exemple, est analysé, ci-après, le cas des populations de rotengle. Le choix de cette espèce repose sur le fait qu'il s'agit d'une espèce tributaire de milieux végétalisés pour se reproduire (le cas des prairies et roselières). Seule la fraction de population de poissons d'un an a été retenue en raison du grand nombre d'individus correspondant à cet âge (Figure 28). Le recours aux classes de taille des poissons est donc crucial dans ce genre d'analyse. Par conséquent, les densités de rotengle d'un an ont été analysées en fonction de la durée d'inondation, pour chaque année et dans les deux marais (GBM et Boulaie), de l'année précédente (année de naissance de ces poissons).

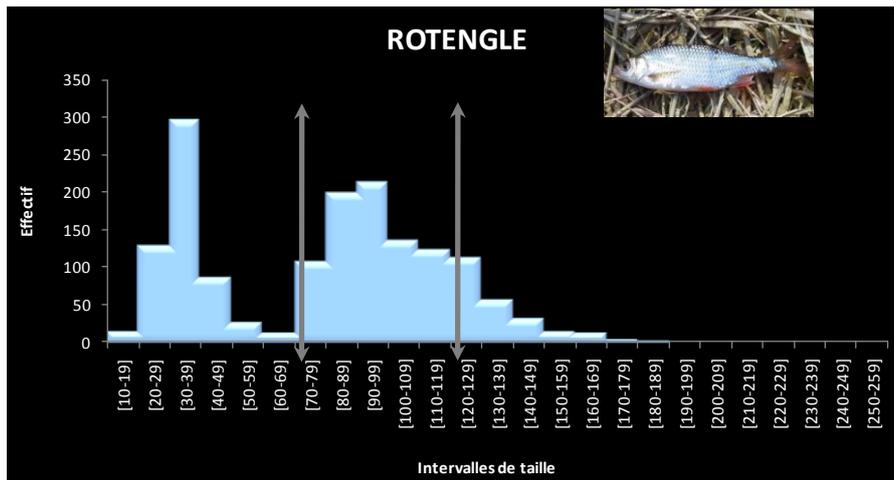


Figure 28. Profil des classes de taille en rotengles échantillonnés dans les canaux référentiels des marais du Brivet sur la période 2004 à 2010 (n = 1595 poissons). La classe d'âge des poissons d'un an est bornée par les flèches grises.

Une relation significative est notée entre la densité en rotengles d'un an et la durée d'inondation de l'année précédente (Figure 29). Ce résultat confirme l'influence des conditions de niveau d'eau de fin de printemps sur cette espèce de poisson. Ce type de démarche peut être d'un grand recours pour les gestionnaires afin d'identifier quelle période et quelles conditions d'inondation sont nécessaires pour favoriser certaines espèces de poissons. Un grand nombre de scénarios peuvent être testés associant niveaux d'eau, durée d'inondation... Ce point précis est abordé dans la discussion qui suit.

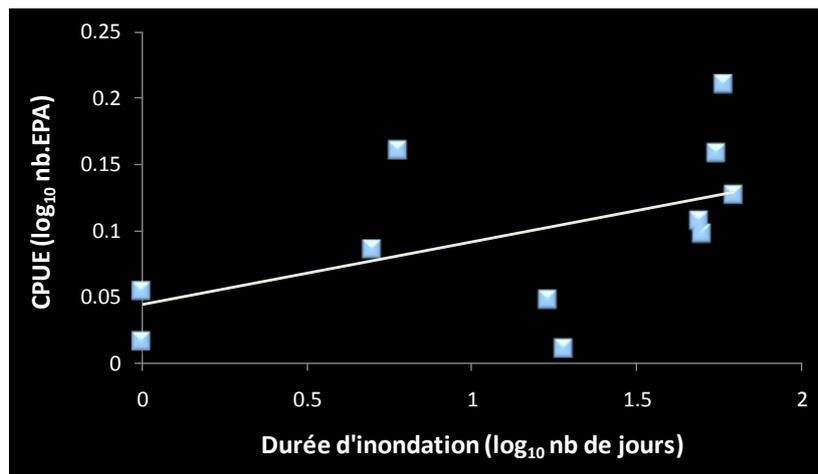


Figure 29. Relation entre la densité de rotengles d'un an (valeurs obtenues à l'étiage) et la durée d'inondation en avril/mai de l'année de naissance de ces poissons dans les marais de GBM et de la Boulaie sur la chronique 2004/2010.

D. Discussion

L'année 2010 vient idéalement compléter les suivis entrepris depuis 2004. Les changements notables observés en 2010 montrent une redistribution de la part des espèces dans l'ensemble de la communauté, changements qui commençaient à être perçus dès 2008. Les espèces non natives, dont notamment le poisson-chat, sont en baisse. Les cyprinidae natifs sont maintenant majoritaires et d'autres espèces d'intérêt, anguille, brochet et perche franche, occupent une place plus importante dans le cortège d'espèces. L'analyse dans le détail des classes de taille de chacune des principales espèces, réalisée en 2009, montrait un bon recrutement en juvéniles des cyprinidae, ce résultat expliquant ainsi l'importance de ces espèces. Il convient d'être toutefois prudent quant à la dynamique future des espèces de poissons des marais du Brivet, même si les résultats sont assez encourageants au regard des constats assez négatifs établis lors des premières années du suivi (2004 et 2005). En effet, il a été suggéré lors des précédentes synthèses, que la réponse des populations de poissons à de faibles changements de conditions d'habitat pouvait être rapide. En 2009, par exemple, les abondances des espèces non natives (poisson-chat, carassin et perche soleil) avaient à nouveau augmenté. Même si ces espèces n'ont pas retrouvé la prépondérance qu'elles avaient dans le peuplement en 2004-2006 (Cucherousset et al. 2007a), ce retour ne va pas dans le sens d'une amélioration de la qualité du peuplement de poissons en Brière. Ces espèces occupent toutefois une place moindre en 2010.

Indéniablement l'un des résultats à retenir en 2010 est un changement, certes très localisé, mais significatif, dans la population d'anguilles. L'espèce atteint des valeurs d'occurrence très intéressantes sur certains sites : 0,6-0,7. La structure des tailles d'anguille n'a plus rien à voir avec celles des années précédentes sur ces sites : 52,2% des anguilles sont de taille inférieure à 200 mm. On y voit bien évidemment un lien direct avec les quelques essais de manœuvres d'ouvrage au niveau de Méan réalisés en début d'année 2010, car les sites montrant une toute autre image de la population d'anguilles sont dans la continuité directe avec l'ouvrage de Méan (Brivet et Sud de la Réserve Sud). En espérant que ce genre d'opérations sera reconduit dans les années à venir, on peut alors supposer que le

même genre de réponse sera observé sur ces sites, et que des répercussions seront détectables sur les sites les plus éloignés. Ces initiatives d'augmentation momentanée de la connectivité Loire/marais doivent aussi s'accompagner de suivis pour bien évaluer le flux de civelles et autres poissons franchissant les ouvrages. Le SMAHBB, ainsi que l'ensemble des acteurs concernés, ont un rôle important à jouer, et ce en complément des opérations de pêche électrique effectuées chaque année en période d'étiage estival. La position privilégiée du Brivet aux portes de l'estuaire de la Loire ne pouvait que favoriser ce genre d'opérations. Bien sûr, il ne s'agit que l'un des axes de gestion de l'espèce pouvant être développés à l'échelle d'un bassin versant. Reste maintenant à avoir un regard très attentif sur la population d'anguilles dans les marais dans les années à venir, et bien évidemment, à répéter ces manœuvres d'ouvrages.

Dans les précédents travaux (voir notamment Cucherousset et al. 2007a), il avait été mis en évidence que les espèces de poissons n'avaient pas toutes la même importance dans la communauté selon les secteurs de marais. Par exemple, la GBM avait été identifiée comme la zone où le niveau d'abondance du poisson-chat était le plus élevé. C'est toujours le cas, même si l'espèce est bien moins présente. Cette tendance reste d'ailleurs inexpliquée. Il est, en effet, difficile d'avancer des arguments très recevables pour comprendre cette dynamique, d'autant plus que cette baisse est assez généralisée sur de nombreux sites voisins. A l'inverse, les sites du Brivet avaient été caractérisés par des densités en perche soleil globalement supérieures à celles observées en GBM. Là encore, rien n'a changé. Les différentes entités de marais n'ont donc pas les mêmes conditions d'accueil des poissons. Les substrats ne sont pas les mêmes, les ressources alimentaires sont certainement différentes. Il s'agit donc d'un phénomène qu'il faut intégrer dans une logique de gestion de la communauté piscicole (des zones sources privilégiées pour certaines espèces), même si les marais ne sont pas des compartiments indépendants. Dans la plupart des cas, il a été mis en évidence que les variations des occurrences de poissons au cours des années, l'année 2010 ne faisant pas exception, étaient assez semblables au sein de chaque entité de marais. Ce résultat confirme l'importance privilégiée du rôle de facteurs globaux dans la dynamique actuelle de la communauté de poissons. Ceci traduit globalement ce qui s'est passé ces dernières années. L'un des paramètres environnementaux qui change, dans une certaine mesure, chaque

année à cette échelle globale est les niveaux d'inondation des étendues de prairies et roselières. Par conséquent, il n'est pas étonnant que ce soit à cette échelle que soient notés les changements dans la communauté piscicole. L'exemple de la relation entre la durée d'inondation au printemps et la densité de rotengles en GBM et sur la Boulaie illustre parfaitement ce phénomène. La durée d'inondation des prairies de la Boulaie est assez aléatoire et de courte durée. Elle ne permet donc pas une bonne reproduction de l'espèce qui est alors bien moins présente sur ce marais qu'en GBM (*cf.* Figure 12).

Cela ne veut pas dire que des opérations locales sont dénuées d'intérêt. Le cas de l'anguille, avec un effet direct sur certains sites, le cas d'ouverture des connexions dosse/prairies pour faciliter la reproduction du brochet comme cela a été relevé à d'autres occasions, sont des situations qui ont prouvé l'intérêt d'une gestion locale pour les poissons.

La question des inondations, qui est justement l'un des facteurs globaux largement mis en avant lors des études passées, a été abordée sous un angle nouveau dans le présent rapport. Jusqu'à présent, on se satisfaisait de conclure, sans réelle évaluation, que des années à forts niveaux d'eau étaient favorables pour les populations de certains poissons. Pour les gestionnaires, cela n'est pas suffisant et il convient de davantage préciser ce qui est important pour telle ou telle espèce de poisson comme conditions d'inondation des prairies et roselières (à quelle période ? quel niveau d'eau faut-il ? pendant combien de temps ? ...). Un seul scénario a été proposé ici : la durée d'inondation en avril et mai et son lien avec la densité en rotengle d'un an. Beaucoup d'autres options pourraient être testées afin de vraiment affiner les relations inondation/poissons. A titre d'exemple, il est possible de faire référence à :

- des périodes d'inondation étendues ou, à l'inverse, réduites (comme éventuellement s'intéresser à la durée d'inondation simplement en mai),
- la vitesse de décrue,
- le couplage niveaux d'inondation et température de l'eau,
- l'évaluation plus fine de la durée d'inondation à l'échelle de chacun des canaux échantillonnés, en faisant l'hypothèse que les canaux recueillent en été les poissons des milieux inondables adjacents,
- la prise en compte de secteurs du Brivet,

- tous les stades de développement (âge des poissons), et tout le cortège d'espèces...

La finalité de cette démarche, qui demanderait un investissement important dans l'analyse de données, est de prédire au mieux les abondances ou occurrences de poissons et fournir alors des éléments concrets sur ce qui influe le plus les poissons des marais. Il est évident que la question de la gestion des niveaux d'eau n'est abordée ici que sous l'angle « poisson ». Les crues importantes posent problème aux habitants des marais et il apparaît normal de s'en préserver. C'est une des raisons pour laquelle, ce constat doit s'accompagner d'autres mesures de gestion synergiques favorables aux espèces de poissons natives, comme celles proposées dans l'étude piscicole 2004/2006 (Cucherousset et al. 2007a). En effet, l'amélioration de la connectivité latérale, par exemple, vient en complément de la régulation des niveaux d'eau, permettant aux espèces sensibles de mieux résister aux années à faibles précipitations. Le régime d'inondation n'est pas non plus la solution à toutes les espèces.

Les résultats des suivis de 2010, associés au recul disponible maintenant sur six ans, montrent tout l'intérêt de l'investissement sur une veille scientifique à long terme, et ce compte tenu de l'extrême réactivité de différentes espèces de poissons aux changements environnementaux (e.g. régimes d'inondation, manœuvres d'ouvrages...). La mise en place du CREZH sur les marais du Brivet à partir de 2011 représente une réelle opportunité pour pérenniser cette veille écologique et évaluer les effets ou non de certaines opérations de restauration qui seront conduites dans les 5 années à venir. Sur cette période, nul doute que des enseignements très intéressants se dégageront permettant d'améliorer encore les connaissances sur les populations de poissons des marais du Brivet.

Références bibliographiques

Carpentier A. & Paillisson J.-M. (2009). Analyse de la dynamique de la biodiversité piscicole des marais du Brivet – 2009. *Rapport PNR Brière/UMR Ecobio 6553*, 52 p.

Copp G.H. (1989). Electrofishing for fish larvae and 0+ juveniles: equipment modifications for increased efficiency with short fishes. *Aquaculture and Fisheries Management*, 20: 177-186.

Copp G.H. & Garner P. (1995). Evaluating microhabitat use of fish larvae and juveniles with Point Abundance Sampling. *Folia Zoologica*, 44: 145-158.

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.

Cowx I.G. (1996). Stock Assessment in Inland Fisheries. Fishing with electricity, applications in freshwater fisheries management. *Fishing News Book, Blackwell Science, Oxford, UK*.

Cucherousset J., Paillisson J.-M., Carpentier A. & Eybert M.-C. (2007a). *Caractérisation spatio-temporelle du peuplement piscicole et fonctionnement des populations de deux espèces exploitées, Anguilla anguilla et Esox lucius dans les Marais du Brivet*. Rapport final. UMR Ecobio, CNRS, Université de Rennes 1, 400 p.

Cucherousset J., Carpentier A. & Paillisson J.M. (2007b). How do fish exploit temporary waters throughout a flooding episode? *Fisheries Management and Ecology*, 14: 269-276.

Cucherousset J., Paillisson J.M., Carpentier A. & Chapman L.J. (2007c). Fish emigration from temporary wetlands during drought: the role of physiological tolerance. *Fundamental and Applied Limnology*, 168 (2): 169-178.

Fustec E., Lefeuvre J.-C. (eds). (2000). Fonctions et Valeurs des Zones Humides. *Dunod, Paris*.

Garner P. (1997). Sample sizes for length and density estimation of 0+ fish when using point sampling by electrofishing. *Journal of Fish Biology*, 50: 95-106.

Lucas M.C. & Baras E. (2000). Methods for studying spatial behaviour of freshwater fishes in the natural environment. *Fish and Fisheries*, 1: 283-316.

Nelva A., Persat H. & Chessel D. (1979). Une nouvelle méthode d'étude des peuplements ichthyologiques dans les grands cours d'eau par échantillonnage ponctuel d'abondance. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences III-Vie*, 289 : 1295-1298.

Paillisson J.M., Carpentier A. & Cucherousset J. (2008) Analyse de la dynamique de la biodiversité piscicole des marais du Brivet – 2008. *Rapport PNR Brière/UMR Ecobio 6553*, 52 p.

Persat H. & Copp G.H. (1990). Electric fishing and point abundance sampling for the ichthyology of large rivers. In: *Development in Electric Fishing*, 203-215, Cowx I.G. & Lamarque P. (Eds), Fishing News Book, Blackwell Science, Oxford, UK.