



Évaluation de l'efficacité d'un bateau de pêche électrique pour les inventaires piscicoles en milieux lenticques

RAPPORT FINAL D'ETUDE





RÉDACTION

Julien Cucherousset

(CNRS, UMR 5174 CNRS / Université Paul Sabatier / ENFA 'EDB - Evolution et Diversité Biologique' - Toulouse)

Simon Blanchet

(CNRS, USR 2936 Station d'Ecologie Expérimentale du CNRS à Moulis)

Frédéric Santoul

(Université Paul Sabatier, UMR 5245 CNRS / INPT 'Ecolab - Laboratoire d'Ecologie Fonctionnelle et Environnement' - Toulouse).





Sommaire

I- Introduction	p . 2
II- Matériels et méthodes	p . 4
1) Bateau de pêche électrique	
2) Sites d'étude et échantillonnage	
a) Echantillonnage conventionnel	
b) Echantillonnage par bateau de pêche électrique	
3) Analyses des données	
III- Résultats	p . 10
1) Bilan des captures	
2) Estimation de la richesse spécifique	
3) Estimation de l'abondance relative des espèces	
IV- Discussion	p . 23
V- Conclusions et perspectives	p . 25
Annexe : couverture médiatique	p . 27

I. Introduction

Les écosystèmes aquatiques, qu'ils soient dulçaquicoles, estuariens ou marins, présentent d'importantes valeurs socio-économiques et écologiques mais sont paradoxalement les plus menacés et dégradés de la planète. Ainsi, la demande accrue en eau, en production agricole ou en besoins halieutiques altère directement les biens et les services fournis à l'humanité par les écosystèmes aquatiques, notamment d'eau douce. Les activités anthropiques conduisent également à l'altération du fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité locale, régionale et globale *via* la fragmentation des habitats, l'augmentation de la pollution et de l'eutrophisation, la perturbation des régimes hydrologiques et thermiques, ainsi que les invasions biologiques. Il reste difficile à ce jour d'évaluer les conséquences de ces perturbations environnementales sur certains écosystèmes aquatiques d'eau douce, posant ainsi de sérieux problèmes pour la mise en place d'une gestion pérenne de la biodiversité aquatique et des services écosystémiques associés.

En particulier, les investigations sur les communautés piscicoles peuvent être localement freinées et/ou annihilées par des spécificités méthodologiques qui ne permettent pas la mise en place de suivis en milieux naturels et d'échantillonnages appropriés. Par exemple, dans le bassin Adour-Garonne, de nombreux écosystèmes aquatiques lenticques ne sont pas, peu et/ou mal étudiés car, en l'état actuel, aucun équipement ne permet d'entreprendre un échantillonnage efficace, rapide et/ou à large échelle. Malgré le fait qu'ils présentent de très fortes valeurs écologiques, socio-économiques et patrimoniales, des écosystèmes tels que des plans d'eau (lacs naturels, lacs de barrages, retenues d'eau potable, gravières), des grands fleuves et rivières de plaine et des canaux restent proportionnellement sous-étudiés par défaut d'équipement alors même que des investigations sur les communautés piscicoles permettraient d'apporter des éléments cruciaux en écologie appliquée (gestion halieutique, biologie de la conservation) et théorique. De façon générale, ceci est vrai dans la plupart des pays Européens où, contrairement au continent Nord-Américain, l'étude écosystèmes aquatiques lenticques n'a pas bénéficié de développements technologiques en terme de méthode d'échantillonnage et de suivis, soulignant l'existence d'un verrou technologique.



Le principal verrou technologique à un échantillonnage approprié de ce type de milieux aquatiques et donc à une bonne connaissance des communautés piscicoles est leurs caractéristiques physiques (i.e. surface, profondeur) qui ne permettent pas un échantillonnage approprié des communautés piscicoles à l'aide des méthodes conventionnelles (e.g. filets maillants normalisés). En effet, l'utilisation de filets maillants normalisés (Norme EN 14757) induit une très forte mortalité des spécimens capturés, demande un fort investissement en terme de main d'œuvre et de temps pour échantillonner un site (> 12 h) et présente une forte sélectivité vis-à-vis du niveau d'activité des différentes espèces de la communauté piscicole. Leur utilisation est donc en général très limitée dans le temps et dans l'espace, fournissant une vision relativement arbitraire des communautés piscicoles. Les écologues aquatiques d'Amérique du Nord, confrontés à ces mêmes difficultés, ont ainsi développé depuis plusieurs années des '**bateaux de pêche électrique**' qui permettent de pallier à ces problèmes. Ces bateaux sont désormais couramment utilisés en Amérique du Nord et ils présentent notamment l'intérêt de maximiser les conditions de bien-être animal lors de captures, d'optimiser la sécurité des opérateurs et le ratio temps des opérations / nombre de sites échantillonnés. En effet, la méthode de pêche électrique est très communément utilisée pour les milieux lotiques et très largement admise comme étant, à ce jour, la meilleure méthode pour le suivi des communautés piscicoles.

Ainsi, l'objectif général de cette étude préliminaire est d'évaluer l'efficacité d'un bateau de pêche électrique pour les inventaires piscicoles en milieux lenticques. En effet, l'évaluation de l'efficacité d'un tel matériel novateur est un prérequis afin de permettre aux différents acteurs locaux de déterminer, dans un premier temps, si une telle acquisition augmenterait la qualité des opérations de suivi des communautés et populations piscicoles dans les milieux lenticques pour, dans un second temps, en généraliser l'utilisation. Ainsi, sous maîtrise d'ouvrage de l'UFBAG, les chercheurs partenaires ont comparé l'efficacité du bateau de pêche électrique avec les méthodes conventionnelles utilisées dans les milieux lenticques (i.e. filets maillants, seine et EPA en berge). Particulièrement, la capacité à quantifier *i*) la **richesse spécifique** et *ii*) l'**abondance relative** de chaque espèce au sein des communautés piscicoles entre méthodes novatrice et conventionnelles a été comparée.

II. Matériels et méthodes

1) Bateau de pêche électrique

Le bateau de pêche électrique est le modèle SR-16E de la marque Smith-Root (<http://www.smith-root.com>), qui est le seul fabricant de cet équipement et qui a ouvert depuis 2012 une filiale européenne permettant une importation plus facile de son matériel en Europe. Ce matériel est en conformité avec la norme européenne « EN60335-2-86 :2003 + A1 :2005 » et avec la norme NF EN 60335-2-86 (août 2004) + A1 (2005). Le bateau de pêche électrique est composé d'une coque en aluminium équipée d'un système complet de pêche électrique intégré au bateau (groupe électrogène 5.0 GPP, anodes, cathodes) et d'une réserve d'eau avec circulation permettant de maintenir les individus capturés dans de bonnes conditions avant mesures et prélèvements. A son arrivée en France le 25 Juillet 2013, le bateau a été équipé d'un moteur thermique 20CV Yamaha et d'une remorque de transport (marque Satellite, **Figure 1**). L'ensemble présente un PTAC < 750 Kg.



Figure 1 : Photographies représentant les différentes étapes de préparation du bateau de pêche électrique à son arrivée en France et avant sa première mise à l'eau.



Une fois l'étape préliminaire consistant à préparer le bateau et à vérifier l'ensemble des raccordements électriques et le fonctionnement du groupe électrogène de pêche électrique, le bateau a été une première fois mis à l'eau le 10 Octobre 2013 afin de vérifier le bon fonctionnement des parties navigations et des parties pêche électrique. Le bateau a ainsi été testé en configuration d'échantillonnage avec 3 opérateurs à bord (**Figure 2**). Une fois cette étape validée, le bateau de pêche électrique était prêt pour les premiers échantillonnages piscicoles. L'ensemble des pêches scientifiques ont été réalisées dans le cadre de l'arrêté préfectoral du 10 Juillet 2013 et avec les autorisations adéquates des propriétaires et gestionnaires de chaque site.



Figure 2 : Photographies du bateau de pêche électrique en configuration d'échantillonnage. Les bras anodes situés à l'avant du bateau sont alors déployés.

2) Sites d'étude et échantillonnage

Huit gravières de la Garonne localisées en Haute-Garonne ont été sélectionnées pour cette étude. Ces sites présentaient des caractéristiques hydro-morphologiques variées situées notamment le long d'un gradient de profondeur et superficie allant de 2.85 à 20.39 ha (**Tableau 1**). Trois sites étaient en gestion fédérale, trois sites en gestion privée et deux sites en gestion communale, conduisant à la présence de communautés piscicoles variées, que ce soit en termes de nombre d'espèces, d'abondance et de structure des communautés. Ainsi, ces huit sites présentaient les caractéristiques idéales pour la mise en place de cette étude.

II. Matériels et méthodes

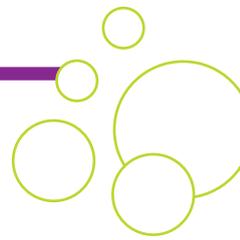
Tableau 1 : Caractéristiques hydro-morphologiques et modalités de gestion des huit gravières échantillonnées en 2013.

Code	Age (années)	Périmètre (km)	Surface (ha)	Gestion
A	23	1.92	8.69	Fédérale
B	8	1.82	9.50	Privée
C	23	2.75	17.54	Fédérale
D	24	0.85	4.24	Fédérale
E	21	4.55	20.39	Communale
F	23	2.31	8.41	Privée
G	7	2.10	16.50	Communale
H	43	0.83	2.85	Privée

a) Echantillonnage conventionnel

L'échantillonnage conventionnel a été réalisé entre le 17 Septembre 2013 et le 9 Octobre 2013 en couplant l'utilisation de quatre méthodologies complémentaires (**Tableau 2**), à savoir des filets maillants, des filets seines, des nasses et de la pêche électrique selon la méthode par échantillonnage ponctuel d'abondance (EPA). Cette dernière consiste à plonger brièvement l'anode dans un habitat prédéfini et d'en récolter les poissons sur une surface limitée et de répéter ces points à de multiples reprises. Afin de réaliser cet échantillonnage, cinq opérateurs étaient mobilisés pour une journée entière par site. L'effort de pêche avec chaque outil a été adapté, pour chaque engin, à la taille de chaque site (**Tableau 2**) :

- Filets maillants : Dans tous les sites, deux filets normalisés multimailles (un filet benthique posé en zone littoral et un filet pélagique) ont été utilisés. A ces deux filets, nous avons ajouté entre 4 et 5 filets monomailles en fonction de la taille du lac. La maille des filets monomailles allait de 12 à 60 mm (hauteur entre 1.8 m et 2.5 m, longueur 25 m). Dans tous les sites, nous avons disposé deux filets en zones pélagiques (un filet normalisé multimaille et un filet monomaille), le reste des filets étant disposés en zone littorale. Afin de limiter les mortalités, nous avons utilisé des poses courtes.



Les filets étaient posés en début de matinée entre 7h50 et 8h10 et relevés entre 9h00 et 10h30. Les filets étaient disposés afin de couvrir l'ensemble des faciès d'habitat des sites.

- Filets seines : En fin de matinée, un filet seine (longueur 30 m et maille 5 mm) a été utilisé en berge. La seine était déployée à l'aide d'un bateau et tirée depuis la berge.

- EPAs : A l'aide d'une embarcation légère, des EPAs ont été réalisées le long de la berge de chaque site et espacées d'au moins 20 m. Au moins 25 EPAs ont été réalisées dans chaque site. Les EPAs ont été réalisées sur tout le tour de chaque site et ce afin de couvrir de couvrir l'ensemble des faciès d'habitat des sites. Une anode de 30 cm a été utilisée à l'aide d'un appareil de pêche électrique DK 7000.

- Nasses : La veille en fin d'après-midi de la date d'échantillonnage d'un site, 9 nasses ont été posées en zone littorale et relevées le lendemain matin. En parallèle, 12 nasses ont été posées le matin de la date d'échantillonnage et relevées en fin d'après-midi. Les nasses étaient lestées et appâtées.

Tableau 2 : Dates d'échantillonnage conventionnel et effort pour chaque méthodologie de pêche dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

Code	Date	Filets maillants*	EPAs	Seine	Nasses
A	17/09/2013	6 (2)	31	3	9 +12
B	09/10/2013	6 (2)	35	2	9 +12
C	01/10/2013	6 (2)	35	2	9 +12
D	24/09/2013	7 (2)	32	1	9 +12
E	20/09/2013	7 (2)	35	3	9 +12
F	23/09/2013	6 (2)	32	2	9 +12
G	19/09/2013	7 (2)	38	2	9 +12
H	07/10/2013	6 (2)	27	3	9 +12

*Le nombre entre parenthèses indique le nombre de filets maillants normalisés.

II. Matériels et méthodes

b) Echantillonnage par bateau de pêche électrique

Afin de limiter tout changement temporel dans la composition des communautés piscicole, l'échantillonnage avec le bateau de pêche électrique a été réalisé quelques semaines après l'échantillonnage conventionnel entre le 11 et le 16 Octobre 2013 (**Tableau 3**). Le bateau de pêche électrique a été utilisé dans les zones littorales et pélagiques de chaque site. Concernant la zone littorale, le tour complet du plan d'eau a été réalisé à une distance d'environ 3-4 m afin de couvrir une bande d'environ 5-6 m entre les deux anodes déployées avec un temps de pêche effectif moyen de 1133 s. Concernant la zone pélagique, un trajet en zigzag était effectué de manière aléatoire dans le centre du plan d'eau. Le temps de pêche effectif moyen dans la zone pélagique était de 407 s. Les paramétrages du groupe de pêche électrique étaient systématiquement adaptés aux caractéristiques du site, à savoir la profondeur et la conductivité afin d'optimiser les captures et de diminuer la mortalité potentielle. Les poissons capturés à l'aide de longues épuisettes électriquement isolées ont été placés dans un vivier avant d'être déterminés puis mesurés. En moyenne, le temps de pêche effectif avec électricité était 1540 s avec 4 opérateurs à bord du bateau de pêche électrique. Une fois sur site et en incluant la mise à l'eau, l'installation du matériel à bord, les différents branchements électriques et la sortie du bateau (**Figure 3**), un site était échantillonné en maximum 3 heures.



Figure 3 : Photographie d'une sortie de l'eau du bateau de pêche électrique.

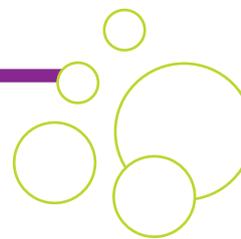


Tableau 3 : Dates d'échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et effort (temps effectif de pêche) pour chaque zone dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

Code	Date	Effort littoral*	Effort pélagique*	Effort total*
A	16/10/2013	887	200	1087
B	16/10/2013	816	352	1168
C	14/10/2013	1119	340	1459
D	15/10/2013	1101	344	1445
E	16/10/2013	959	218	1177
F	14/10/2013	1790	471	2261
G	11/10/2013	1569	330	1899
H	11/10/2013	824	997	1821

* Temps de pêche effectif avec électricité en secondes.

3) Analyse des données

L'ensemble des captures avec les quatre méthodes conventionnelles ont été additionnées afin d'obtenir des informations intégratives sur l'échantillonnage conventionnel. Concernant la richesse spécifique, des corrélations linéaires ont été utilisées pour tester les relations entre richesse spécifique estimée par le bateau, richesse spécifique estimée par l'échantillonnage conventionnel et richesse spécifique estimée totale (ensemble des espèces détectées dans un site avec les deux méthodes). Nous avons ensuite calculé le pourcentage de richesse spécifique totale estimé par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel qui ont été ensuite comparés à l'aide d'un test de Student apparié. Concernant les abondances relatives des espèces dans la communauté piscicole et les problèmes méthodologiques associés à la gambusie (maille d'épuisette, cf. ci-dessous), nous avons exclu cette espèce des analyses sur les abondances relatives des espèces. Pour chaque site, nous avons utilisé des tests de corrélation de Pearson et de Spearman pour tester les relations quantitatives et de rang entre l'échantillonnage conventionnel et l'échantillonnage par bateau. Ensuite, deux indices de diversité des communautés piscicoles (indice de Simpson et indice de Shannon, respectivement) ont été calculés pour chaque site sur la base des individus capturés pour chaque espèce et pour chaque type d'échantillonnage.

II. Matériels et méthodes

L'indice de Simpson mesure l'uniformité d'une communauté et varie entre 0 (une espèce domine complètement la communauté piscicole) à 1 (toutes les espèces présentes de manière équitable). L'indice de Shannon mesure la diversité d'une communauté en prenant en compte le nombre d'un individu et le nombre d'espèces dans la communauté. Il varie entre 0 (communauté avec une seule espèce) à des valeurs plus élevées pour des communautés avec beaucoup d'espèces et peu d'individus par espèces. Les relations entre les indices de Simpson et de Shannon des communautés piscicoles estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel ont été testées à l'aide de tests de corrélations linéaires.

III. Résultats

1) Bilan des captures

Lors de l'échantillonnage conventionnel, 3025 individus ont été capturés au total. En moyenne, nous avons capturé 378 individus par site, allant de 121 à 810 individus par site. A l'aide du bateau de pêche électrique, 3021 individus ont été capturés au total. En moyenne, nous avons capturé 378 individus par site, allant de 71 à 949 individus par site. En termes d'espèces, nous avons échantillonné un total de 21 espèces de poissons d'eau douce (**Tableau 4**). Trois espèces de Cyprinidés étaient présentes dans 7 des 8 gravières : la carpe commune (*Cyprinus carpio*), le gardon (*Rutilus rutilus*) et le rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*). Trois espèces étaient présentes dans 5 des 8 gravières suivies : le brochet (*Esox lucius*), la perche franche (*Perca fluviatilis*) et la perche soleil (*Lepomis gibbosus*). Ensuite, quatre espèces ont été détectées dans la moitié des sites suivis : le black bass (*Micropterus salmoides*), la gambusie (*Gambusia holbrooki*), le poisson chat (*Ameiurus melas*) et le sandre (*Sander lucioperca*). Les autres espèces échantillonnées (**Tableau 4**) étaient l'amour blanc (*Ctenopharyngodon idella*), la brème bordelière (*Blicca bjoerkna*), la brème commune (*Abramis brama*), le carassin argenté (*Carassius gibelio*), le silure (*Silurus glanis*), la tanche (*Tinca tinca*), l'ablette (*Alburnus alburnus*), l'amour argenté (*Hypophthalmichthys molitrix*), le chevaine (*Squalius cephalus*), le barbeau (*Barbus barbus*) et le goujon (*Gobio gobio*).

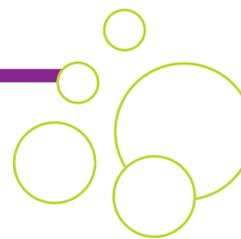


Tableau 4 : Liste des espèces de poissons (code, nom scientifique et nom commun) échantillonnés et occurrence dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

Code	Nom scientifique	Nom commun	Présence (%)
CAR	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	87.5
GAR	<i>Rutilus rutilus</i>	Gardon	87.5
ROT	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rotengle	87.5
BRO	<i>Esox lucius</i>	Brochet	62.5
PEF	<i>Perca fluviatilis</i>	Perche franche	62.5
PES	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	62.5
BCK	<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	50
GAM	<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambusie	50
PCH	<i>Ameiurus melas</i>	Poisson chat	50
SAN	<i>Sander lucioperca</i>	Sandre	50
AMB	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Amour blanc	37.5
BRE	<i>Blicca bjoerkna</i>	Brème bordelière	37.5
BRB	<i>Abramis brama</i>	Brème commune	25
CAS	<i>Carassius gibelio</i>	Carassin argenté	25
SIL	<i>Silurus glanis</i>	Silure	25
TAN	<i>Tinca tinca</i>	Tanche	25
ABL	<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	12.5
AMA	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Amour argente	12.5
BAR	<i>Barbus barbus</i>	Barbeau fluviatile	12.5
CHE	<i>Squalius cephalus</i>	Chevaine	12.5
GOU	<i>Gobio gobio</i>	Goujon	12.5

2) Estimation de la richesse spécifique

La richesse spécifique moyenne estimée par échantillonnage conventionnel était de 7.5 espèces et allait de 4 à 12 espèces. La richesse spécifique moyenne estimée à l'aide du bateau de pêche électrique était de 7.5 espèces et allait de 5 à 12 espèces (**Tableau 5**). Lorsque toutes les données ont été agglomérées, la richesse spécifique moyenne était de 8.7 espèces, allant de 6 à 14 espèces. Les richesses spécifiques estimées par les deux méthodes ne diffèrent pas statistiquement ($p > 0.05$, $n = 8$), démontrant que les deux méthodes sont extrêmement proches dans leur estimation de la richesse spécifique de poissons dans une communauté piscicole dans un écosystème lentique. Ceci est d'ailleurs démontré par l'existence d'une très forte corrélation positive entre richesse spécifique estimée par échantillonnage conventionnel et la richesse spécifique estimée à l'aide du bateau de pêche électrique ($r = 0.96$, $p < 0.001$, $n = 8$, **Figure 4**).

III. Résultats

Une corrélation encore plus forte entre la richesse spécifique totale et la richesse spécifique estimée à l'aide du bateau de pêche électrique existait (corrélacion de Pearson, $r = 0.98$, $p < 0.001$, $n = 8$, **Figure 4**).

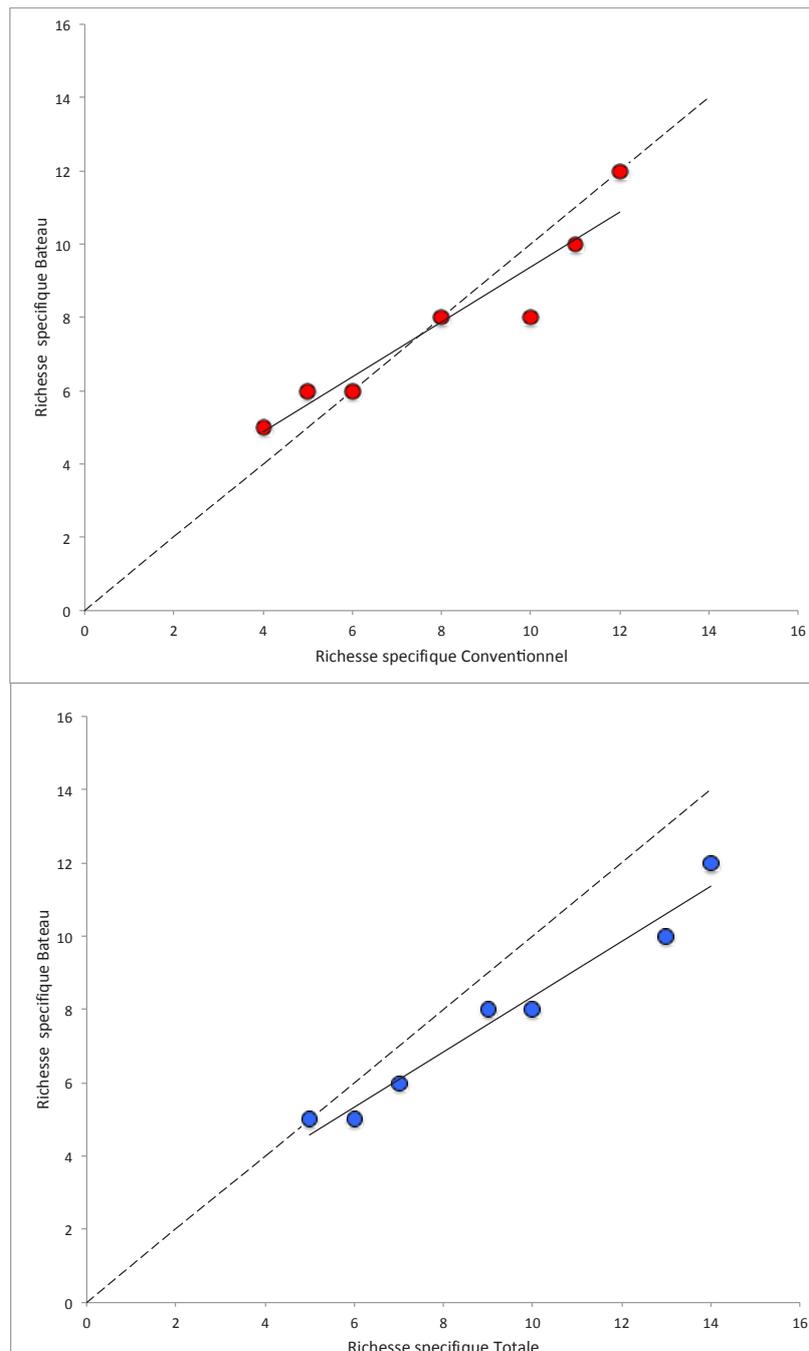


Figure 4 : Relation entre la richesse spécifique estimée par échantillonnage conventionnel (haut) et totale (bas) et celle estimée à l'aide du bateau de pêche électrique. La droite pointillée représente la relation 1 : 1.

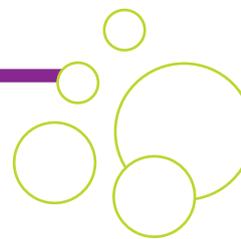


Tableau 5 : Richesse spécifique totale, richesse spécifique mesurée par échantillonnage conventionnel et richesse spécifique mesurée par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique dans les huit gravières en 2013.

Code	Richesse Spécifique Totale	Richesse spécifique Conventionnel*	Richesse spécifique Bateau*
A	9	8 (ABL n = 1)	8 (BAR n = 1)
B	5	4 (ROT n = 1)	5 (-)
C	7	6 (BRE n = 1)	6 (ROT n = 1)
D	10	10 (-)	8 (CAR n = 3, GAM n = 13)
E	14	12 (AMB n = 2, SAN n = 1)	12 (BRB n = 2, GAM n = 58)
F	13	11 (AMB n = 1, CAR n = 11)	10 (BRB n = 13, BRE n = 2, GAM n = 578)
G	6	4 (CAR n = 4, CAS n = 1)	5 (SAN n = 5)
H	7	5 (CAR n = 1, AMB n = 1)	6 (PCH n = 1)

* Les codes et valeurs entre parenthèses correspondent aux espèces et au nombre d'individus pour les espèces non-détectées par chaque méthode par rapport à la richesse spécifique totale.

Ensuite, les résultats démontrent que les deux méthodologies tendent à sous-estimer la richesse spécifique totale. A l'exception de la gambusie, il s'agit d'espèces rares pour lesquelles le nombre d'individus capturés avec l'autre méthode était très faible (**Tableau 5**). Le bateau de pêche électrique a ainsi permis de détecter la présence d'espèces telles que la carpe commune (3 sites), l'amour blanc (3 sites), le sandre (1 site), le carassin argenté (1 site), le rotengle (1 site), l'ablette (1 site) et la brème commune (1 site) qui n'avaient été détectées avec les méthodes conventionnelles. Il s'agit principalement de spécimens adultes et de grandes tailles et, dans tous les cas, un nombre très réduit d'individus (entre 1 et 4 spécimens) ont été capturés avec le bateau de pêche électrique (**Tableau 5**). Le bateau de pêche électrique n'a cependant pas détecté certaines espèces également rares. Le cas de la gambusie est à part puisque l'espèce a été détectée visuellement lors des pêches en bateau mais les individus n'ont pas été capturés dans certains sites seulement à cause des épauillettes dont le vide de maille laissait passer les individus.

III. Résultats

Concernant les autres espèces, le bateau de pêche électrique n'a pas détecté dans certains sites la brème commune (2 sites), la carpe commune (1 site), la brème bordelière (1 site), le rotengle (1 site), le barbeau (1 site) et le poisson chat (1 site). Il s'agit surtout d'individus pélagiques et dans tous les cas, un nombre très réduit d'individus (entre 1 et 13 spécimens) avait été capturé avec les méthodes conventionnelles (**Tableau 5**). Ainsi, les légères différences entre richesses spécifiques estimées à l'aide du bateau de pêche électrique et des méthodes conventionnelles ou totale sont principalement causées par des espèces très rares.

De manière globale, le pourcentage de richesse spécifique totale estimé par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique ($85.79 \% \pm 6.86$) et par échantillonnage conventionnel ($85.79 \% \pm 6.86$) sont très proches et ne diffèrent pas significativement entre les deux méthodologies ($p = 0.561$, **Figure 5**). Sans la gambusie, le bateau de pêche électrique a permis de détecter les espèces qui représentent, en moyenne, 98.5 % des captures par échantillonnage conventionnel.

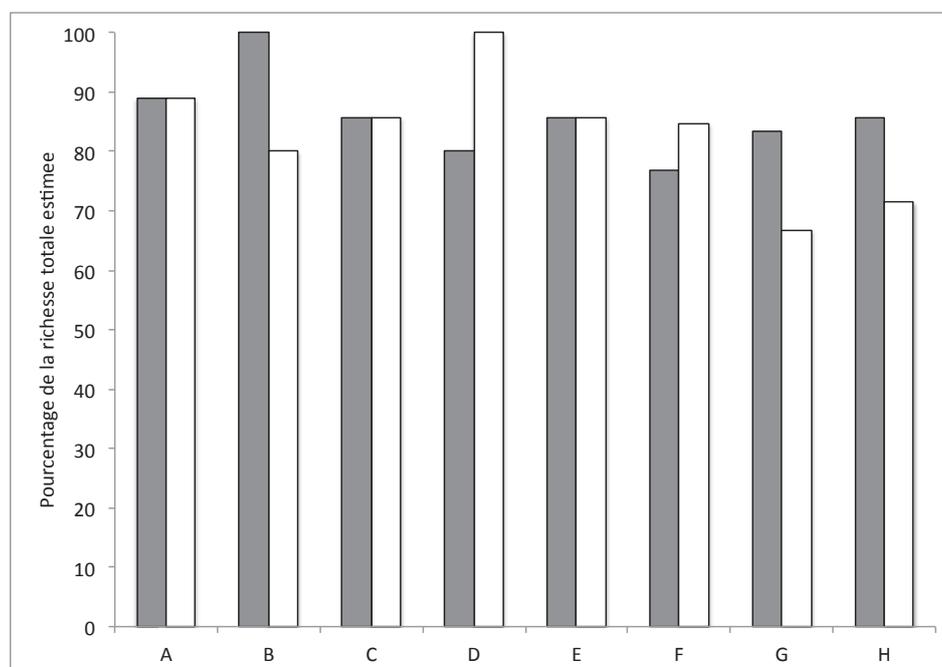
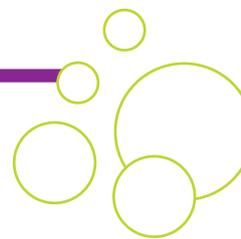


Figure 5 : Pourcentages de la richesse spécifique totale (%) estimés par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et par échantillonnage conventionnel (barres blanches) dans les huit gravières échantillonnées en 2013.



3) Estimation de l'abondance relative des espèces

Comme le synthétise le **Tableau 6**, il existait une corrélation linéaire ou une corrélation des rangs des espèces forte et significative ou quasi-significative entre les abondances relatives de chaque espèce estimées avec le bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel dans 7 sites sur 8. Le site G est le seul dans lequel aucune corrélation significative n'a été observée.

Tableau 6 : Tests de corrélation de Pearson et de Spearman comparant les abondances relatives (%) estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

Code	Corrélation de Pearson		Corrélation de Spearman	
	r	p-value	rs	p-value
A	0.92	<0.001***	0.67	0.059§
B	0.99	0.012**	0.80	0.083§
C	0.78	0.039*	0.86	0.012*
D	0.57	0.106	0.77	0.021*
E	0.43	0.142	0.62	0.025*
F	0.27	0.390	0.54	0.068§
G	0.40	0.428	0.64	0.200
H	0.76	0.046*	0.63	0.138

§ : $0.05 < P < 0.10$; * : $P < 0.05$; ** : $P < 0.01$; *** : $P < 0.001$

Dans le site A, la communauté piscicole comprenait 9 espèces et était très largement dominée par la perche franche, suivie par la perche soleil et plusieurs espèces de Cyprinidés (**Figure 6**). Que ce soit quantitativement (Corrélation de Pearson, $r = 0.92$, $p < 0.001$, $n = 8$) ou en terme de rang (Corrélation de Spearman, $r = 0.67$, $p = 0.059$, $n = 8$), il existait une corrélation forte et significative ou quasi-significative entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes (**Tableau 6**).

III. Résultats

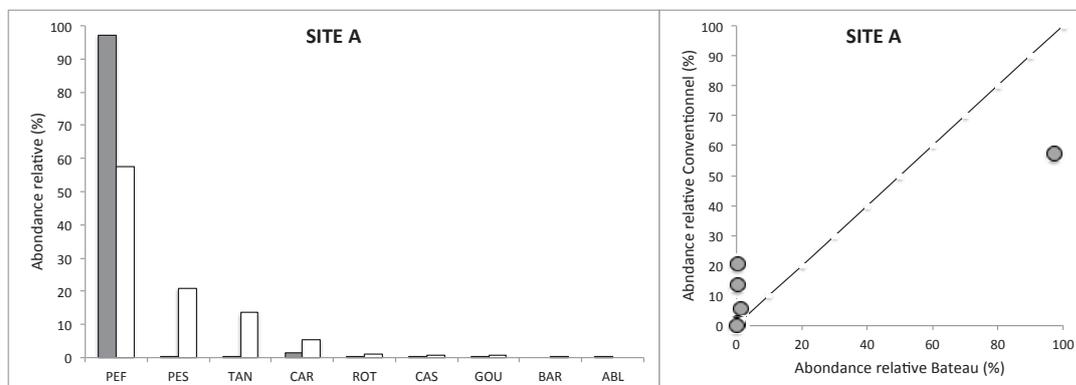


Figure 6 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site A (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.

Dans le site B, la communauté piscicole comprenait 5 espèces dont la gambusie. Elle était très largement dominée par la perche franche, suivie par trois espèces de Cyprinidés (**Figure 7**), le chevine, le gardon et le rotengle. Que ce soit quantitativement (Corrélation de Pearson, $r = 0.99$, $p = 0.012$, $n = 8$) ou en terme de rang (Corrélation de Spearman, $r = 0.80$, $p = 0.083$, $n = 8$), il existait une corrélation forte et significative ou quasi-significative entre les abondances relatives de chaque espèce de la communauté piscicole estimées avec les deux méthodes (**Tableau 6**).

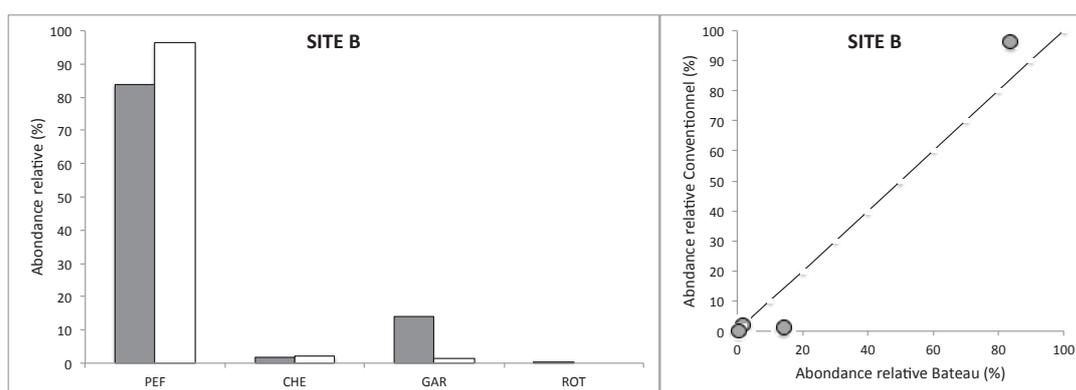
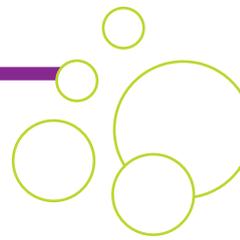


Figure 7 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site B (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.



Dans le site C, la communauté piscicole comprenait 7 espèces. Trois espèces dominaient la communauté piscicole (perche soleil, gardon et black bass, abondance relative > 10 %), suivie par la carpe, le brochet, le rotengle et la brème commune (**Figure 8**). Il existait une corrélation forte et significative entre les abondances relatives de chaque espèce estimées avec les deux méthodes à la fois quantitativement (Corrélation de Pearson, $r = 0.78$, $p = 0.039$, $n = 8$) ou en terme de rang (Corrélation de Spearman, $r = 0.86$, $p = 0.012$, $n = 8$) (**Tableau 6**).

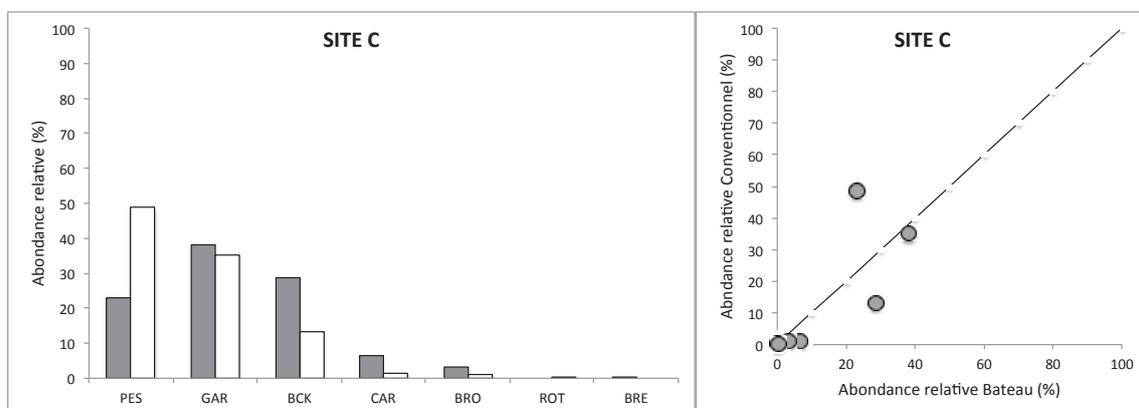


Figure 8 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site C (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.

Dans le site D, la communauté piscicole comprenait 10 espèces dont la gambusie. Trois espèces dominaient la communauté piscicole (perche soleil, perche franche et poisson chat, abondance relative > 10 %), suivie du rotengle, gardon, black bass, brochet, carpe et tanche (**Figure 9**). Malgré un taux élevé, la corrélation entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes n'était pas significative (Corrélation de Pearson, $r = 0.57$, $p = 0.106$, $n = 8$, **Tableau 6**), notamment à cause d'une forte augmentation de l'abondance relative de poisson chat entre échantillonnage conventionnel et bateau (de 16.96 % à 46.20 %) causée par la capture de plusieurs bancs en bateau de pêche électrique. Cependant, le rang des espèces au sein de la communauté piscicole était significativement corrélé entre les deux méthodes (Corrélation de Spearman, $r = 0.77$, $p = 0.021$, $n = 8$).

III. Résultats

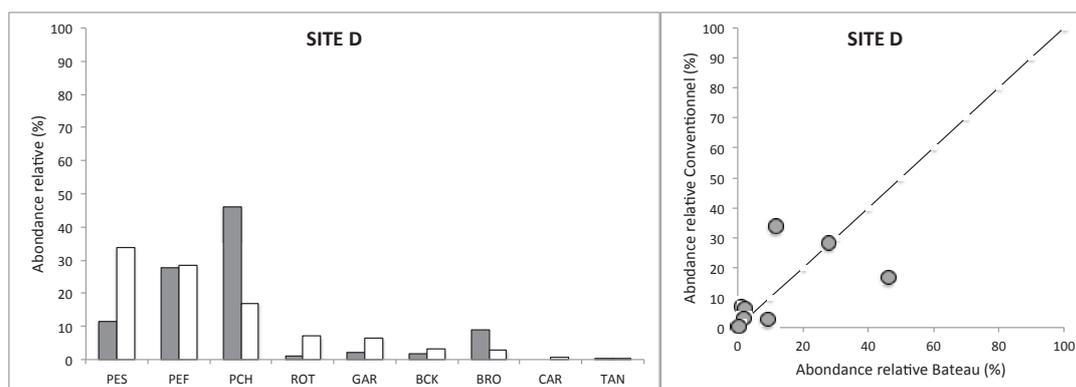


Figure 9 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site D (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.

Le site E était le site avec la communauté piscicole la plus diversifiée qui comprenait 14 espèces dont la gambusie. Dominée par trois espèces (perche soleil, brème commune et perche franche, abondance relative > 10 %), cette communauté piscicole comprenait des espèces plutôt rares à l'échelle de l'étude telles que le silure, l'amour blanc ou le sandre (**Figure 10**). La corrélation entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes n'était pas significative (Corrélation de Pearson, $r = 0.43$, $p = 0.142$, $n = 8$, **Tableau 6**), notamment à cause d'une forte augmentation de l'abondance relative de perche franche entre échantillonnage conventionnel et bateau (de 14.75 % à 58.54 %) causée par la capture de plusieurs bancs de juvéniles de l'année en bateau de pêche électrique et une diminution de l'abondance relative de brème commune (de 16.56 % à 1.40 %) capturées initialement aux filets maillants pélagiques. Cependant, le rang des espèces au sein de la communauté piscicole était significativement corrélé entre les deux méthodes (Corrélation de Spearman, $r = 0.62$, $p = 0.025$, $n = 8$).

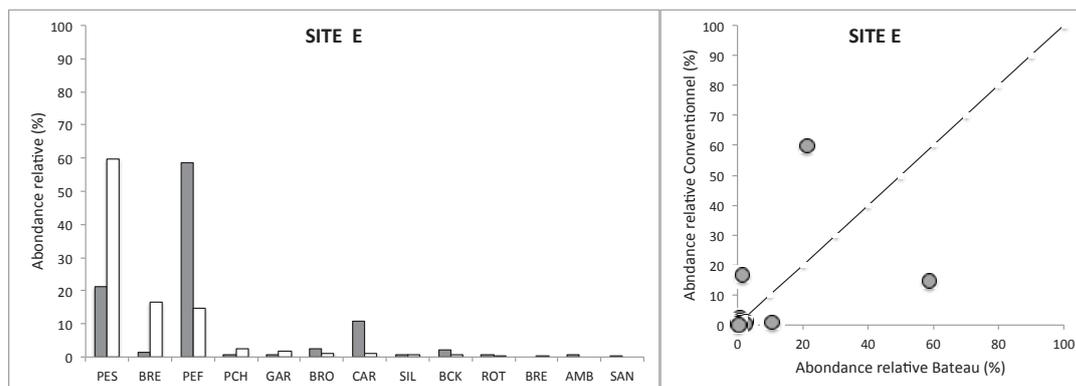
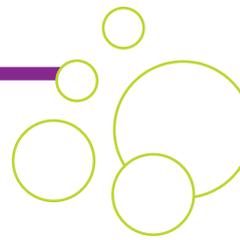


Figure 10 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site E (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.

Dans le site F, la communauté piscicole comprenait 13 espèces dont la gambusie. Cinq espèces dominaient la communauté piscicole (poisson chat, rotengle, gardon, perche soleil, perche franche ; abondance relative > 10 %). Le site F comportait également plusieurs espèces de poissons prédateurs de grande taille telles que le brochet, le sandre et le silure (**Figure 11**). La corrélation entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes n'était pas significative (Corrélation de Pearson, $r = 0.27$, $p = 0.390$, $n = 8$, **Tableau 6**), notamment à cause d'une forte augmentation de l'abondance relative de gardon entre échantillonnage conventionnel et bateau (de 12.50 % à 66.01 %) et une diminution de l'abondance relative de poisson chat (de 29.31 % à 1.97 %). Malgré ces différences, le rang des espèces au sein de la communauté piscicole était quasi-significativement corrélé entre les deux méthodes (Corrélation de Spearman, $r = 0.54$, $p = 0.068$, $n = 8$).

III. Résultats

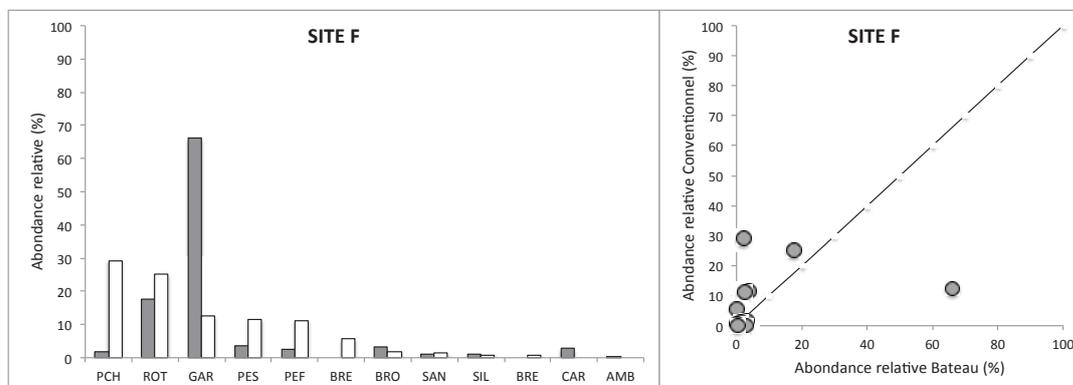


Figure 11 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site F (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.

Dans le site G, la communauté piscicole comprenait un total de 6 espèces et était dominée par trois espèces, le rotengle, le gardon et le brochet ; suivie par le sandre, le carassin argenté et la carpe commune (**Figure 12**). Quantitativement (Corrélation de Pearson, $r = 0.40$, $p = 0.428$, $n = 8$) ou en terme de rang (Corrélation de Spearman, $r = 0.64$, $p = 0.200$, $n = 8$), il n'existait pas de corrélation significative entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes (**Tableau 6**). Ceci était principalement causé par une forte inversion des abondances relatives de gardons et de brochets ainsi que de la détection de deux espèces nouvelles avec le bateau (le carassin argenté et la carpe).

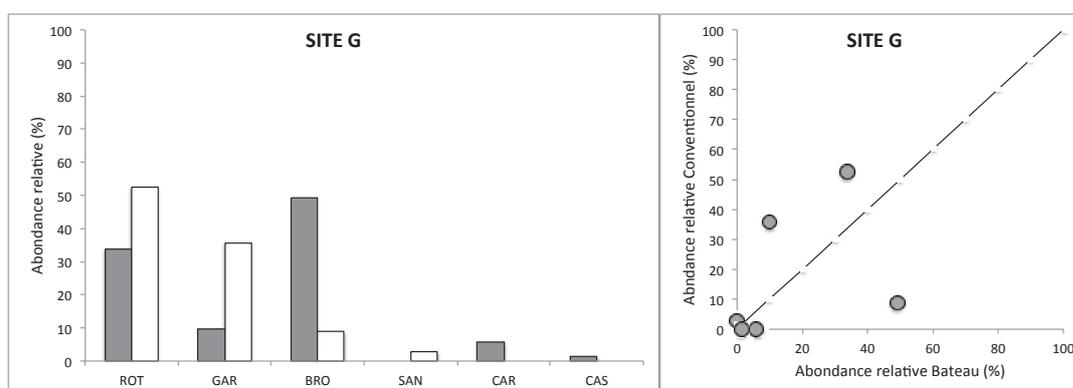


Figure 12 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site G (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1.



Dans le site F, la communauté piscicole été composée de 7 espèces. Deux espèces dominaient principalement la communauté piscicole (gardon et black bass; abondance relative > 10 %). Le site F comportait également deux espèces de poissons rares à l'échelle de l'étude, à savoir l'amour argenté et l'amour blanc, ainsi que du sandre, du poisson chat et de la carpe commune (**Figure 13**). Le rang des espèces au sein de la communauté piscicole n'était pas significativement corrélé entre les deux méthodes (Corrélation de Spearman, $r = 0.63$, $p = 0.138$, $n = 8$), certainement à cause de changement de rang au sein des espèces dominantes malgré de faibles changements dans leurs abondances relatives respectives. La corrélation entre les abondances relatives estimées avec les deux méthodes était quant à elle forte et significative (Corrélation de Pearson, $r = 0.76$, $p = 0.046$, $n = 8$, **Tableau 6**).

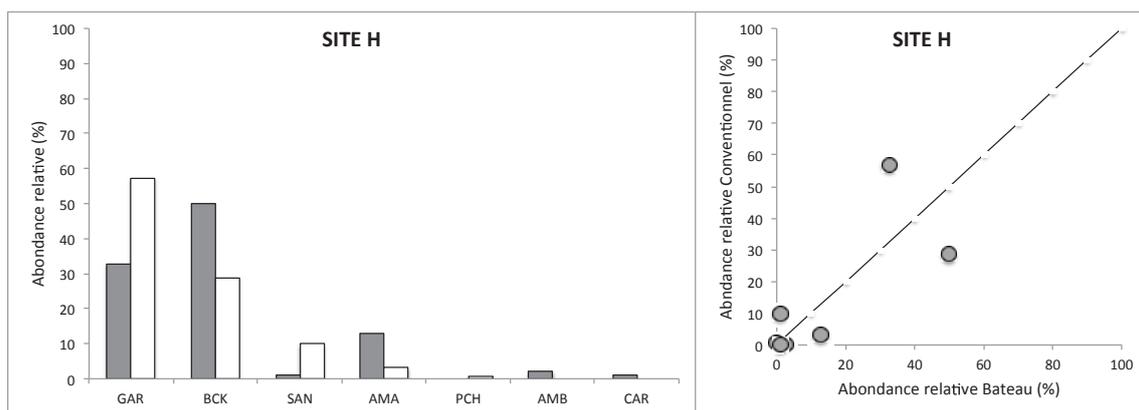


Figure 13 : Abondance relative (%) de chaque espèce de poisson échantillonnée à l'aide du bateau de pêche électrique (barres grises) et des méthodes conventionnelles (barres blanches) dans le site H (gauche) et relation entre ces deux abondances relatives (droite). La droite représente la courbe 1:1. Les codes des espèces sont disponibles dans le Tableau 3.

En utilisant tous les sites échantillonnés dans les analyses statistiques (**Figure 14**), nous n'avons pas trouvé de corrélations significatives entre les indices de Simpson et de Shannon des communautés piscicoles estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel (indice de Simpson : $r = 0.46$, $p = 0.251$, $n = 8$; indice de Shannon : $r = 0.49$, $p = 0.217$, $n = 8$).

III. Résultats

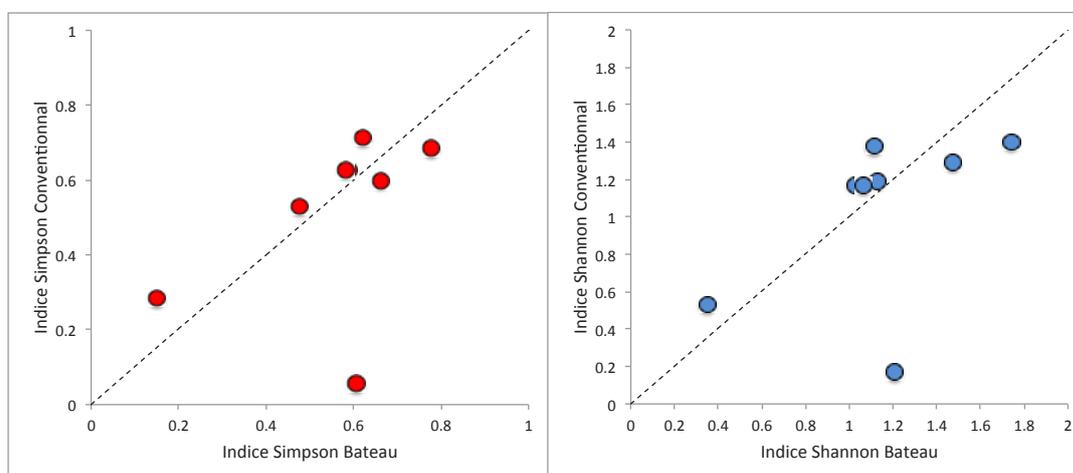


Figure 14 : Relations entre les indices de Simpson (gauche) et de Shannon (droite) des communautés piscicoles estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

Néanmoins, l'analyse révèle cependant la présence d'un point extrême. Il s'agit du site A qui présente des indices de Simpson (0.056) et de Shannon (0.017) extrêmement faibles pour l'échantillonnage en bateau de pêche électrique. Ces faibles valeurs sont en fait causées par la capture sur ce site en bateau de pêche électrique d'un très grand nombre de juvéniles de l'année de perche franche (un premier banc d'environ 500 individus, un second d'environ 200 individus et un troisième d'environ 120 individus). Si l'on retire ces bancs de jeunes perches et que l'on recalcule les indices pour ce site (**Figure 15**), alors les analyses statistiques révèlent l'existence de relations significatives très fortes entre les indices de Simpson et de Shannon des communautés piscicoles estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel (*indice de Simpson* : $r = 0.75$, $p = 0.031$, $n = 8$; *indice de Shannon* : $r = 0.79$, $p = 0.020$, $n = 8$). De même, si nous enlevons ce site extrême des analyses, alors les relations entre indices sont plus élevées (*indice de Simpson* : $r = 0.94$, $p < 0.001$, $n = 7$; *indice de Shannon* : $r = 0.89$, $p = 0.007$, $n = 7$), indiquant que le bateau de pêche électrique fournit des indices de diversité des communautés piscicoles extrêmement proche de ceux fournis par échantillonnage conventionnel.

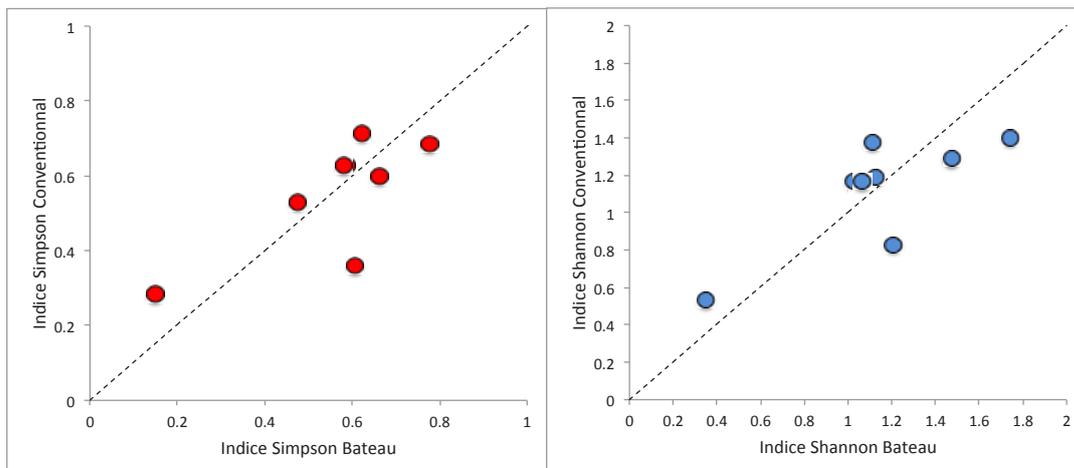
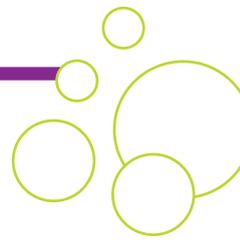


Figure 15 : Relations entre les indices de Simpson (gauche) et de Shannon (droite) des communautés piscicoles estimées par échantillonnage à l'aide du bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel dans les huit gravières échantillonnées en 2013.

IV. Discussion

La mise en place d'outils novateurs et efficaces pour le suivi des communautés piscicoles dans les milieux lenticques est un enjeu crucial pour une bonne connaissance de leur fonctionnement et la mise en place de programmes appropriés de gestion. Au cours de cette étude, nous avons comparé l'efficacité du bateau de pêche électrique avec les méthodes conventionnelles utilisées dans les milieux lenticques (i.e. filets maillants, seine et EPA). Nos analyses se sont particulièrement intéressées à la quantification de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce dans les communautés piscicoles. Les résultats ont démontré que le bateau de pêche électrique permet une estimation robuste et au moins aussi efficace de la richesse spécifique que les méthodes conventionnelles. Les résultats ont également permis de mettre en évidence que le bateau de pêche électrique fournit une estimation quantitative et/ou qualitative similaire de l'abondance relative de chaque espèce dans la plupart des sites que les méthodes conventionnelles. Il est important de garder en tête que les données fournies par les méthodes conventionnelles ne sont pas nécessairement sans biais et peuvent elles aussi fournir une vision inexacte et incomplète de la structure des communautés piscicoles. Surtout, l'utilisation du bateau de pêche électrique a permis de fournir une estimation de ces métriques écologiques plus rapide (2-3 heures vs. une journée de 8h à 10h effectives) et avec des moyens humains plus faibles (3 opérateurs vs. 4-5 opérateurs) qu'avec les méthodes conventionnelles.

IV. Discussion

Concrètement, l'échantillonnage d'un site à l'aide des méthodes conventionnelles induit un coût de 32 à 50 personne.heure contre 6 à 9 personne.heure pour le bateau de pêche électrique. Aussi, l'utilisation du bateau de pêche électrique a engendré une mortalité immédiate extrêmement faible puisqu'un seul individu sur 3021 est mort. Ainsi, l'utilisation du bateau de pêche électrique pourrait permettre d'augmenter la qualité et la quantité des opérations de suivi des communautés et populations piscicoles dans les milieux lenticques.

Concernant la richesse spécifique et mis à part le cas particulier de la gambusie, la plupart des espèces non détectées par le bateau de pêche électrique étaient soit des espèces présentes de manière très rares soit des espèces occupant les zones les plus profondes des plans d'eau et que nous avons capturées à l'aide de filet maillant pélagique. C'est notamment le cas des brèmes communes. Pour y remédier, il pourrait être imaginé la pose durant la période de pêche électrique de un ou deux filets maillants pélagiques qui pourraient être relevés en fin de pêche lors de l'échantillonnage de la zone pélagique. En effet, les captures en zone pélagique avec le bateau étaient globalement très faibles voire parfois nulles. Il est important de noter que des espèces de forts intérêts halieutiques (e.g. brochet, black bass) ou sensibles en terme de gestion (e.g. silure, amour blanc, amour argenté) ont été systématiquement détectées à l'aide du bateau de pêche électrique. Dans certains sites, ces espèces ont d'ailleurs été recensées pour la première fois grâce au bateau de pêche électrique. La problématique de la gambusie peut quant à elle être facilement solutionnée par l'utilisation d'épuisettes annexes avec des vides de mailles plus petits. De fait, les espèces les plus abondantes de la communauté ont été systématiquement détectées. En effet, sans la gambusie, le bateau de pêche électrique a permis de détecter les espèces qui représentaient, en moyenne, 98.5 % des captures par échantillonnage conventionnel. Aussi, que ce soit avec l'indice de Simpson ou avec l'indice du Shannon, l'utilisation du bateau de pêche électrique a permis de fournir une estimation robuste de la diversité piscicole et de la structure de la communauté de poissons au sein des plans d'eau.



Concernant l'abondance relative de chacune des espèces de poissons dans les communautés piscicoles, les relations entre les deux méthodes sont très bonnes pour la majorité des sites mais il existe toutefois des différences marquées pour certains sites. En effet, nous avons démontré l'existence de corrélations linéaires ou de rangs des espèces fortes et significatives ou quasi-significatives entre les abondances relatives de chaque espèce estimées avec le bateau de pêche électrique et par échantillonnage conventionnel dans 7 sites sur 8. Les différences entre les deux méthodes d'échantillonnage ont été principalement causées par la capture avec le bateau de pêche électrique de bancs de juvéniles et/ou d'adultes de certaines espèces (e.g. juvéniles de l'année de perche franche, juvéniles et adultes de poissons chat, juvéniles et adultes de petits Cyprinidés tels que les gardons ou les rotengles). De fait, il est difficile de savoir à ce stade si l'utilisation du bateau de pêche électrique surestime ces espèces ou si elle estime correctement l'abondance relative de ces individus qui sont certainement capturés de manière moins globale avec les méthodes conventionnelles. Cela reste un axe à étudier.

V. Conclusion et perspectives

En conclusion, il ressort de cette étude que l'utilisation d'un bateau de pêche électrique est un moyen au moins aussi efficace que les méthodes conventionnelles pour estimer la richesse spécifique et la structure des communautés piscicoles dans les milieux lenticques de petites tailles. Son utilisation permet une réduction forte de la mortalité induite par les méthodes conventionnelles et un gain élevé en termes de durée des opérations et de moyens humains. Il se dégage également certaines perspectives qui nous semblent être l'étape suivante concernant l'utilisation d'un bateau de pêche électrique dans les milieux lenticques :

- 1) tests dans de plus grands plans d'eau : Initialement prévu dans le cadre de cette étude mais non réalisé pour des raisons administratives, il nous semble désormais important de tester l'efficacité du bateau de pêche électrique dans de plus grands plans d'eau (type DCE) qui présente des caractéristiques hydromorphologiques et piscicoles distinctes. Ces tests préliminaires pourront être effectués en 2014 si les aspects administratifs sont solutionnés.

V. Conclusion et perspectives

- 2) Echantillonnage nocturne : Etant donné le rôle du rythme nyctéméral sur l'activité et l'utilisation de l'habitat des poissons d'eau douce dans les milieux lenticques, nous suggérons de tester le bateau de pêche électrique lors de pêches nocturnes.

En effet, les pêches nocturnes sont fréquemment utilisées en Amérique du Nord avec les bateaux de pêche électrique et permettent d'augmenter de manière significative les captures. Nous proposons donc de tester ces pêches nocturnes qui pourraient notamment permettre de palier les déficits de captures dans les zones pélagiques les plus profondes des plans d'eau et pour des espèces présentant des variations d'activité et d'utilisation de l'habitat jour/nuit très fortes.

- 3) Analyse des structures des classes de taille et du fonctionnement de populations cibles : Il nous semble important d'envisager de quantifier l'efficacité du bateau de pêche électrique en terme d'estimation de la structure en classe de taille de certaines populations d'espèces cibles dans ces différents écosystèmes lenticques, notamment concernant les individus des plus grandes tailles qui semblent être mieux capturés avec le bateau de pêche électrique. Parmi les espèces cibles, nous suggérons que des espèces à forte valeur halieutique ou sensibles en terme de gestion (e.g. espèces introduites ou à forte valeur patrimoniale) soient sélectionnées prioritairement.

- 4) Tests dans d'autres types d'écosystèmes lenticques : Il semble important de commencer à réfléchir à un déploiement géographique de l'utilisation du bateau de pêche électrique dans d'autres types d'écosystèmes lenticques tels que de petites retenues de barrage, de petites rivières de plaine et certains fleuves de plaine du bassin Adour-Garonne. Dans un premier temps et en suivant la démarche mis en place pour cette étude, nous suggérons une évaluation de l'efficacité pour estimer la richesse spécifique et des abondances relatives des espèces dans de nouveaux écosystèmes lenticques.

Annexe : couverture médiatique



FRANCE 3 MIDI-PYRENEES

http://pluzz.francetv.fr/videos/jt_1920_midi_pyrenees_90351371.html

LA DEPECHE PREMIUM

<http://api.dmcloud.net/player/pubpage/50bf573b94a6f617e702bc81/525d6e659473990dfc000008/5cb6155b5696409d86fa058e205e32ce?wmode=direct&autoplay=1>

LA DEPECHE DU MIDI

<http://www.ladepeche.fr/article/2013/10/20/1735276-un-bateau-pour-compter-les-poissons.html>

SMITH-ROOT

<http://www.smith-root.com/news/c/company/france-goes-boom-boating/>



**Union des Fédérations pour la pêche et la protection du milieu aquatique
du Bassin Adour-Garonne**

44, Cours du neuvième de ligne - 47000 AGEN
05 53 66 16 68 / 05 53 66 68 92
ufbag@orange.fr