SILURUS : Etude du silure à l'échelle de la Loire en région Pays de la Loire

Nicolas Belhamiti, Catherine Boisneau

▶ **To cite this version:**

Nicolas Belhamiti, Catherine Boisneau. SILURUS : Etude du silure à l'échelle de la Loire en région Pays de la Loire. [Rapport de recherche] Université de Tours / Région Centre, CR pays de la Loire. 2015. hal-02175556

HAL Id: hal-02175556
https://hal.science/hal-02175556

Submitted on 5 Jul 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SILURUS : Etude du silure à l'échelle de la Loire en région Pays de la Loire

N. Belhamiti, C. Boisneau

La Loire amont à Nantes. ©Nicolas Belhamiti

©V Chevallier

JUIN 2015

Cette étude a été réalisée par l'Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels Maritimes et Fluviaux en Eau Douce de Loire-Atlantique (AADPPMFEDLA). La rédaction a été assurée par Nicolas Belhamiti, chargé de missions à l'AADPPMFEDLA, et Catherine Boisneau, Maitre de Conférences à l'Université de Tours qui a également assuré la direction scientifique de l'étude. Ce travail est le fruit d'une collaboration avec les pêcheurs professionnels en Loire de la région Pays de la Loire et le Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays de la Loire (SMIDAP). La partie attribution de l'âge a été réalisée par Laure Virag (ingénieur d'étude au MNHN) et Éric Feunteun (Professeur MNHN, UMR 7208 BOREA, CRESCO Dinard). Les contenus stomacaux ont été analysés par René Rosoux du Museum de la ville d'Orléans et Roland Libois de l'université de Liège et les analyses isotopiques par E Yohannes et W Kornberger du laboratoire de Limnologie de l'université de Konstanz. La partie sur la valorisation a été rédigée par l'AADPPMFEDLA, par Nicolas Belhamiti, Nathalie Porcher et Didier Macé.

Remerciements

L'AADPPMFEDLA remercie en premier lieu les pêcheurs professionnels qui ont participé à l'échantillonnage des silures en les personnes de Didier Macé, Tony Troussard, Marc Maurand et Nicolas Hérault, ainsi que son stagiaire Pablo Cendrie. Les conditions d'échantillonnage, le report des données biométriques et les prélèvements ont été réalisés selon le protocole défini au préalable. De plus, leur coopération et leur disponibilité ont été appréciées.

Nous remercions également Laure Virag et Éric Feunteun pour la session de prélèvement d'otolithe et le très bon travail d'âgeage qui s'en est suivi. Il nous parait important de remercier Romain Gadais et Martial Barraud qui ont fournis, respectivement, des nageoires de saumons et d'anguilles pour les analyses isotopiques des proies du silure.

La valorisation du silure a été un succès lors de cette étude et nous le devons à un bon nombre de personnes. Ainsi, Arnaud Gueret, Yannick Perraud, Martial Barraud, David Lefort et Didier Macé ont chacun fourni, gracieusement, du silure pour le promouvoir. Pour cette raison, nous les remercions chaleureusement.

Nous n'oublions pas les restaurateurs qui ont été une pierre angulaire des actions de valorisation. En conséquence, merci à Robert Touchet, président des Cuisineries Gourmandes de l'Anjou, Patrick Claude, chef du Relai d'Anjou, Franck Redureau, chef de La Gabelle, Yvonnick Briand, chef du Clos Saint Thomas, Sébastien Thébaud, chef du Villa Belle Rive et Rafael Montiel ainsi que toute la cuisine d'ADELIS.

Enfin, nous remercions l'équipe du SMIDAP et en particulier Erwann Le Floc'h, secrétaire général, pour ses conseils et sa participation dans cette étude et spécifiquement sur la partie valorisation du silure.

Table des matières

REMERCIEMENTS **3**

TABLE DES MATIERES **4**

TABLE DES FIGURES **1**

TABLE DES TABLEAUX **5**

INTRODUCTION **7**

1. CARACTERISATION DE LA POPULATION DE SILURE **10**

1.1 Matériel et Méthodes **10**

1.1.1) Echantillonnage 10

1.1.1.1) Techniques d'échantillonnage 10

1.1.1.2) Les sites d'échantillonnage 10

1.1.2) Biométrie 12

1.1.3) Mise au point d'une méthode d'estimation de l'âge par otolithométrie 13

1.1.3.1) Préparation du matériel biologique : Otolithes 14

1.1.3.2) Préparation du matériel biologique : Vertèbres 20

1.1.4) Place dans le réseau trophique 22

1.1.4.1) Les espèces proies 22

1.1.4.2) L'origine des espèces proies 24

1.1.5) Analyses statistiques utilisées 29

1.1.6) Synthèse des mesures et prélèvements effectués 29

1.2 Résultats et discussion **31**

1.2.1) Hydrologie lors de la période d'échantillonnage 31

1.2.2) Périodes d'échantillonnage et engins utilisés 32

1.2.3) Caractéristiques des silures 34

1.2.3.1) Tailles – masses – sexe 34

1.2.3.2) Relations taille-masse 38

1.2.3.3) Estimation de l'âge des silures en Loire 41

1.2.4) Place dans le réseau trophique 44

1.2.4.1) Contenus stomacaux 44

1.2.4.2) Analyses isotopiques 52

1.3 Conclusion et perspectives **59**

1.3.1) Taille – masse – sexe 59

1.3.2) Age 60
1.3.3) Proies 62

2. VALORISATION 64

2.1 Actions de valorisation et pistes explorées 65
2.1.1) Alimentation 65
2.1.1.1) Journée du patrimoine du Cellier 65
2.1.1.2) Diner autour de produits ligériens 66
2.1.1.3) Le plus grand buffet du monde 88
2.1.2) Dérivés pharmaceutiques 94
2.1.2.1) Contact laboratoire Phosphotech 94
2.1.2.2) Contact laboratoire Copalis 94
2.1.3) Contacts - communication 95
2.1.3.1) Contact des syndicats hôteliers 95
2.1.3.2) Contact de la chambre de l'agriculture Loire-Atlantique 95

2.2 Pistes explorables 96
2.2.1) Fructification du travail effectué et des collaborations précédentes 96
2.2.2) Lancement de nouvelles collaborations 97
2.2.2.1) Collaboration avec Nantes Marée 97
2.2.2.2) Démarchage de restaurateurs 98
2.2.3) Participations à des évènements 98
2.2.3.1) Journée de restitution de l'Appel A Projet SMIDAP – Région des Pays de la Loire 2015 98
2.2.3.2) Participation à divers évènements – actions de promotion 99
2.2.4) Produits transformés - dérivés 99
2.2.4.1) Transformation du silure 99
2.2.4.2) Valorisation des coproduits 100

2.3 Conclusion valorisation du silure 100

3. CONCLUSION GENERALE 102

ANNEXES 105

Annexe 1 : Description des différents lots pêchés dans le cadre de SILURUS 105

Annexe 2 : Matériel de ponçage et choix du matériel optique et logiciel de traitement d'images pour l'otolithométrie 107

Annexe 3 : Espèces proies consommées par les silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne 108

Annexe 4 : Questionnaire distribué lors du « Diner autour de produits ligériens » 109

Annexe 5 : Note explicative du « Diner autour de produits ligériens »..... 112

Annexe 6 : Statistiques descriptives pour les réponses sur le mulet et l'écrevisse de Louisiane..... 113

Annexe 7 : Questionnaire préparé pour le plus grand buffet du monde..... 119

BIBLIOGRAPHIE..... 120

Table des figures

Figure 1 : Sites d'échantillonnage du projet SILURUS 11

Figure 2 : Sites d'échantillonnages pour la Basse Loire et la Loire Moyenne 11

Figure 3 : Critères de sexage pour le silure (Verdeyroux P., source EPIDOR) 12

Figure 4 : Photographie à la binoculaire d'*asteriscus* de silure (à gauche) © L. Virag, MNHN-Dinard.....14

Figure 5 : Photographie à la binoculaire d'asteriscus vatéritique de silure glane © L. Virag, MNHN-Dinard.....15

Figure 6 : *Asteriscus* de silure, face proximale (gauche) face distale (droite) observé à la loupe binoculaire © L. Virag, MNHN-Dinard 16

Figure 7 : Photographie sous binoculaire d'un *asteriscus* de silure et mesure du plus grand diamètre © L. Virag, MNHN-Dinard 16

Figure 8 : *Asteriscus* de silure poncé sur le plan longitudinal (gauche) sur le plan sagittal (droite) © L. Virag, MNHN-Dinard.....17

Figure 9 : Otolithe *asteriscus* de silure placé sur sa face distale au fond d'un moule de silicone © L. Virag, MNHN-Dinard 17

Figure 10 : Nucleus d'*asteriscus* de silure en plan sagittal observé en lumière transmise sous microscope, grossissement 10X / 0,25 © L. Virag, MNHN-Dinard.....18

Figure 11 : *Asteriscus* de silure en plan sagittal observé sous binoculaire, avec mesures des rayons de chaque strie (traits jaunes) et diamètre (trait rouge) en microns © L. Virag, MNHN-Dinard.....19

Figure 12 : *Asteriscus* de silure en plan sagittal observé sous binoculaire, après attaque à l'EDTA et coloration au bleu de toluidine © L. Virag, MNHN-Dinard 20

Figure 13 : Montage de vertèbre (Nikon D70) et d'otolithe (sous loupe binoculaire) d'un même silure âgé d'une année © L. Virag, MNHN-Dinard.....21

Figure 14 : Ouverture des estomacs de silure pour la recherche de pièces osseuses diagnostic, ici la colonne vertébrale d'un saumon, source R Rosoux Muséum d'Orléans 22

Figure 15 : Prélèvement de nageoire pour l'analyse isotopique 26

Figure 16 : Echantillons en cours de déshydratation 26

Figure 17 : Mortier et pilon pour broyer les échantillons 27

Figure 18 : Echantillon réduit en poudre dans son tube neuf.....27

Figure 19 : Utilisation de la « Pulverisette » 29

Figure 20 : Comparaison des débits 2013 et moyens sur la Loire pendant la période de pêche des silures passées (moyennes de 1967 à 2013 pour Nantes ; de 1985 à 2013 pour Langeais et de 1863 à 2013 pour Montjean sur Loire) (source Banque HYDRO) 32

Figure 21 : Distribution des silures capturés en BL en fonction de leurs tailles et de leurs masses (fréquences) 35

Figure 22 : Distribution des silures capturés en BL en fonction de leurs coefficient de condition de Fulton (fréquences) 35

Figure 23 : Distribution des silures capturés en Loire en fonction de leurs tailles et de leurs masses (fréquences) 36

Figure 24 : Distribution des silures capturés en Loire en fonction de leurs coefficients de condition de Fulton (fréquences) 37

Figure 25 : Distributions des tailles des silures mâles, femelles et indéterminés 38

Figure 26 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en BL 39

Figure 27 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en LM 39

Figure 28 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en Loire 40

Figure 29 : Relation taille-masse pour les silures sexés en Loire 41

Figure 30 : Comparaison de l'âge estimé de 23 silures via les otolithes et les vertèbres ...41

Figure 31 : Relation entre la longueur des silures et le plus grand diamètre sagittal des otolithes 42

Figure 32 : Relation entre l'âge estimé des silures et le plus grand diamètre sagittal des otolithes 43

Figure 33 : Relation taille-âge estimée pour 58 silures échantillonnés en Loire 43

Figure 34 : Fréquences des tailles de l'ensemble des silures (rouge) et de ceux ayant un estomac plein (bleu) 44

Figure 35 : Ratio du nombre de silures ayant un estomac plein/ensemble des silures en fonction de leur date de capture 45

Figure 36 : Types de proies consommées par le silure. De gauche à droite, alose, ablettes et grèbe huppé, gardon et corbicules, saumon atlantique.....46

Figure 37 : Occurrences relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47) 46

Figure 38 : Abondances relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47) 47

Figure 39 : Biomasses relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47) 47

Figure 40 : Biomasses relatives des différents taxons proies pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47) 50

Figure 41 : Ratio de biomasse (biomasse de proies/biomasse de silure) pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47) 51

Figure 42 : Biomasses moyennes de proies pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47).....51

Figure 43 : Fréquences des taille de l'ensemble des silures (N=264, total) et de ceux utilisés pour les analyses isotopiques (N=125, N isotopes) 53

Figure 44 : Fréquence de distributions temporelles des silures utilisés pour les analyses isotopiques 54

Figure 45 : Caractérisation des compositions isotopiques des silures en fonction du secteur de capture en Loire : BL = basse Loire, LM = Loire moyenne. 55

Figure 46 : Biplots des compositions isotopiques des silures selon les saisons 55

Figure 47 : Caractéristiques des compositions isotopiques des silures selon les classes de taille 56

Figure 48 : Biplots des valeurs des compositions isotopiques des silures et des proies, ANA = poissons migrateurs anadromes, CAT = poissons migrateurs catadromes = mulets, DUL = poissons holobiotiques d'eau douce.....58

Figure 49 : Relations taille- masse chez le silure dans différents bassins versants 59

Figure 50 : Relations entre la taille et l'âge chez le silure dans différents bassins versants 61

Figure 51 : Illustration du menu servi au diner autour des produits ligériens 68

Figure 52 : Fréquence de consommation de produits pêchés en Loire 69

Figure 53 : Texture du silure 70

Figure 54 : Goût du silure.....71

Figure 55 : Originalité, surprise du plat de silure 72

Figure 56 : Appréciation globale du plat de silure.....72

Figure 57 : Lieux pour consommer à nouveau du silure 73

Figure 58 : Lieux d'achat du silure (en pourcentage).....73

Figure 59 : Professions des convives 74
Figure 60 : Age des convives 75
Figure 61 : Représentation des classes sur les axes 1 et 2 86
Figure 62 : Représentation des classes sur les axes 1 et 3 86
Figure 63 : Pudding de silure aux deux cuissons 89
Figure 64 : Ballottine de silure à la mangue (pièces les plus claires) 90
Figure 65 : Ballottine de silure farcie à la carpe (pièces les plus foncées) 90
Figure 66 : « Stand » silure lors du plus grand buffet du monde 91
Figure 67 : Recto de la plaquette. De gauche à droite : recette n°2, dernière page, première page 92
Figure 68 : Verso de la plaquette. De gauche à droite : page intérieure 1, recette n°1, page intérieure 2 92

Table des tableaux

Tableau 1 : Pourcentage d'abondance des isotopes stables les plus répandus pour le Carbone, l'Azote et le Soufre (Fry, 2006).....24

Tableau 2 : Standards internationaux utilisés pour le calcul des valeurs de delta du carbone, de l'azote et du souffre (Tcherkez, 2010).....25

Tableau 3 : Composition des échantillons 28

Tableau 4 : Liste et nombre des espèces proies retenues pour l'analyse des isotopes stables 28

Tableau 5 : Observations et prélèvements effectuées sur les silures dans le cadre de SILURUS 30

Tableau 6 : Effectifs et mois de captures des silures en Basse Loire et en Loire Moyenne 32

Tableau 7 : Effectifs et outils de captures des silures en Basse Loire et en Loire Moyenne 32

Tableau 8 : Type d'outil de capture et caractéristiques de taille des silures échantillonnés pour la Basse Loire et la Loire moyenne (échantillons d'effectifs >14 individus).....33

Tableau 9 : Saisonnalité des outils d'échantillonnage et nombre de poissons capturés .33

Tableau 10 : Proportions de silures sexés pour les différents échantillonnages 38

Tableau 11 : Estimation du poids d'un silure en fonction de sa taille en Loire.....40

Tableau 12 : Caractéristiques des classes de taille de silure et de leurs proies (N silures=47) 48

Tableau 13 : Distribution en classes de taille des silures utilisés pour les analyses isotopiques en basse Loire et en Loire moyenne.....52

Tableau 14 : Distribution selon la période d'échantillonnage des silures utilisés pour les analyses isotopiques en basse Loire et en Loire moyenne.....52

Tableau 15 : Variables isotopiques des différentes catégories de proies des silures en Loire et C/N. Les valeurs entre () sont les écart-types 57

Tableau 16 : Tableau caractéristiques des relations taille-masse des silures selon différentes études. NS = non significatif, ***, différence significative p<0.01 60

Tableau 17 : Espèces principalement capturées en pourcentage de volumes et de valeurs pour les associations agréées Loire-Atlantique et Loire Bretagne (AND International, 2009)64

Tableau 18 : Questions utilisées dans le cadre de l'ACM 78

Tableau 19 : Représentativité propre et cumulée des axes pris en compte dans l'ACM ...79

Tableau 20 : Description de la constitution de l'axe 1 80
Tableau 21 : Description de la constitution de l'axe 2 80
Tableau 22 : Description de la constitution de l'axe 3 81
Tableau 23 : Axes caractéristiques des classes 82
Tableau 24 : Variables et modalités définissants la classe 1 82
Tableau 25 : Variables et modalités définissants la classe 2 84
Tableau 26 : Variables et modalités définissants la classe 3 85
Tableau 27 : Typologie de l'appréciation du silure 87

Introduction

Le Silure glane est un poisson originaire d'Europe de l'Est et d'Asie de l'Ouest (Kinzelbach, 1992), mais est maintenant établi dans d'autres pays au sud et à l'ouest de son aire d'origine (Elvira et Almodovar, 2001). Les plus anciens fossiles de siluridés en France datent du Miocène, entre -8 et -5 millions d'années. Cependant les glaciations survenues au Pléistocène ont éradiqué une grande partie de la faune, dont ce poisson (Schlumberger *et al*., 2001, Pascal et *al*., 2006). On retrouvera les siluridés en France à partir de 1857 avec l'espèce que nous connaissons, *Silurus glanis*, introduite dans la pisciculture de Huningue. Le silure gagne ensuite le Doubs où il est signalé vers 1890 (Proteau *et al*., 2008). Par la suite une introduction de petits silures dans la Sane morte en 1968 a provoqué une extension de l'espèce dans la Saône. La Saône et la Loire étant reliées par le canal du Centre, c'est au début des années 1970 qu'on retrouve les premiers silures en Loire (Valadou *et al*., 2007). Cette seule liaison ne suffit pas à expliquer la très forte expansion du silure en Loire. En effet, l'étude réalisée par Vigneron (2006) montre que les introductions volontaires sont aussi pour beaucoup dans la colonisation du bassin de la Loire par le silure. Avant les années 2000, l'espèce était uniquement présente sur le centre du bassin Loire Bretagne. Son aire de répartition entre 2000 et 2004 s'est considérablement agrandie pour englober aussi bien l'amont du bec d'Allier que l'aval (Sèvre Nantaise) du bassin. Ainsi il colonise désormais l'ensemble des grands cours d'eau du bassin de la Loire (Indre, Sarthe, Creuse, Allier …). Les introductions en Europe de l'Ouest ont été réalisées pour l'aquaculture et la pêche (Copp *et al.*, 2005) ou encore comme agent de bio-contrôle pour réguler les populations de cyprinidés (« top-down control », Wysujack et Mehner, 2005).

Cette espèce est très populaire en Europe, pour la pêche sportive « Catch and release » d'une part (France, Italie, Espagne, Royaume-Uni) et d'autre part pour la consommation de sa chair et l'utilisation de sa peau (production de cuir et de colle) (Hongrie, Pologne, Slovaquie, Lituanie) (Copp *et al*., 2009).

Le Silure glane constitue la quatrième plus grande espèce au monde de poisson d'eau douce et peut atteindre 5 m de long pour plus de 300 kg dans son aire d'origine (Copp *et al*., 2009, WWF, 2012). Ceci en fait le poisson le plus grand de la faune piscicole européenne (Schlumberger *et al.*, 2008 dans Dauba *et al.*, 2009). En France, ce poisson peut mesurer 2,5 m pour une centaine de kilos (Proteau *et al.*, 2008). C'est une espèce supportant une large gamme de températures (de 3 à 30°c) (Schlumberger et Elie, 2008), des salinités variables ainsi que les milieux anoxiques (Massabuau et Forgue, 1995). Ceci en fait une espèce plastique acceptant des conditions écologiques variables selon son milieu de vie (Dauba *et al*., 2009). Au niveau comportemental, c'est un poisson à tendance grégaire et nocturne. La zone de rive est utilisée en journée, avec un site de repos dans la végétation dense ou une zone avec des débris ou des racines (Bruton, 1996 ; Carol *et al*., 2007). Un pic d'activité est enregistré pendant la nuit, avec des mouvements dans et en dehors de la zone normale de repos. Ces mouvement sont motivés par la faim et les déplacements suivent le

chemin emprunté par des proies (Pohlmann *et al*., 2001; Carol *et al*., 2007). Pendant l'hiver, le silure hiberne dans les mouilles et les fosses (Brusle et Quignard, 2006). La fraie du silure ayant lieu de juin à août (Keith *et al*., 2011), des migrations en direction des aires de reproduction peuvent survenir dès le début du printemps quand la température de l'eau passe au-dessus de 10°C (Lelek,1987). En effet, le silure commence à être actif à 10°C et la prise de nourriture augmente sensiblement à partir de 15°C (Proteau *et al*., 2008). Ce poisson carnivore est réputé pour être opportuniste d'un point de vue alimentaire (Valadou *et al*., 2007). Il consomme bien souvent une large partie du spectre de la faune du lieu considéré (écrevisses, bivalves, poissons… ; Brusle et Quignard, 2006). Des travaux très récents de recherche ont d'ailleurs montré qu'il était capable de développer des nouveaux comportements de prédation, par exemple sur des oiseaux terrestres comme les pigeons (Cucherousset *et al*., 2012). Cependant le type de proie prédominant dans son alimentation reflète bien souvent l'espèce de poissons la plus abondante dans son environnement (Orlova et Popova, 1985). Les poissons représentent environ 95% des proies à partir de la deuxième année de vie (Tixier, 1998).

Dans un écosystème, l'introduction et l'établissement d'un prédateur, de taille plus grande que celles des prédateurs autochtones[1], conduit celui-ci à devenir un nouveau prédateur pour les espèces autochtones, incluant les migrateurs, qui atteignent normalement une taille refuge contre les prédateurs d'origine (Martino *et al.*, 2011). Ceci semble être le cas du silure dans l'ouest de l'Europe. Une étude des isotopes stables a mis en évidence les cyprinidés comme proie principale, mais certains individus sont « spécialisés » dans la consommation de migrateurs anadromes[2] (Syväranta *et al.*, 2009). Certains silures sont présents au niveau des barrages pour consommer les migrateurs en attente du passage de l'obstacle (Chanseau et *al*., 2000). Or, la Loire « dernier grand fleuve sauvage » européen accueille une richesse exceptionnelle d'espèces migratrices amphihalines[3] avec pas moins de 7 espèces classées « en danger ou vulnérables », selon les critères de l'UICN, le saumon, l'anguille, la truite de mer, les deux espèces d'aloses (Grande alose et Alose feinte) et de lamproies (fluviatile et maritime) (UICN, 2012) et 2 autres espèces non vulnérables, le mulet et le flet. Ces espèces sont d'une importance primordiale pour le patrimoine naturel, culturel et économique ligérien. En effet, en 2013, 109 personnes pratiquaient une activité de pêche professionnelle sur le bassin de la Loire dont 34 marins pêcheurs sur la partie fluviale de l'estuaire et 10 compagnons de pêcheurs fluviaux (N. Porcher, Comité national de la pêche professionnelle en eau douce, Comm. Pers.). Pour bon nombre d'entre eux une grande partie de leurs revenus provient des espèces migratrices qui sont les plus rémunératrices. Celles-ci sont pêchées dans l'esprit d'un maintien ou d'une augmentation

[1] Se dit d'une espèce étant considérée comme native du lieu en question. Opposé à allochtone

[2] Se dit des poissons qui, de la mer, remontent les fleuves pour la fraie

[3] Se dit d'un organisme aquatique qui, à un moment donné de son cycle, passe de l'eau douce à l'eau salée et inversement

des stocks (repeuplement des civelles, effort de pêche raisonné, participation aux campagnes scientifiques) afin de pérenniser l'activité de pêche professionnelle.

Malheureusement de nombreux facteurs empêchent le bon déroulement de la migration et la survie de ces poissons. Les migrateurs sont sensibles aux pollutions présentes dans les eaux fluviales ainsi qu'aux dégradations physiques des milieux. Le fort braconnage de certaines espèces comme l'anguille n'aide pas non plus à l'amélioration des stocks. Enfin, la présence de barrages et d'autres obstacles à la migration est l'un des éléments principaux du déclin des espèces migratrices (Cowx, 2002). Ces obstacles occasionnent également des dommages collatéraux comme la prédation du silure sur les migrateurs. Si cette prédation au niveau des obstacles est présente, on ne connait pas son importance sur des portions de cours d'eau sans obstacles appelés parcours libres. Ce poisson, son impact et sa place en milieu naturel reste assez méconnu.

Au vu de tous ces éléments, les pêcheurs professionnels du département de Loire-Atlantique ont pris la décision de réaliser le projet Silurus afin de répondre aux questions qui restent sans réponses faute d'études sur la place et l'impact du silure dans le réseau trophique en Loire en parcours libre, c'est-à-dire en l'absence d'obstacles à la migration. L'hypothèse d'une consommation de poissons migrateurs amphihalins sera testée. De plus, la valorisation de ce poisson est très peu développée et une réflexion à ce niveau est nécessaire. Trois objectifs ont ainsi été définis :

- La **caractérisation de la population de silure en Loire : âge, taille, masse et sexe** des silures ;

- L'identification de son **régime alimentaire** et de sa **place dans le réseau trophique** ;

- Les voies de **valorisation du silure**. Malgré les pêches régulières de ce poisson par les professionnels, il est assez peu exploité en région Pays de la Loire. L'objectif est d'étendre le marché de la consommation et de faire connaitre ce produit dans cette région. Il faut également déterminer les autres filières susceptibles d'être intéressées par cet animal (ex : cosmétique).

1. Caractérisation de la population de silure

1.1 Matériel et Méthodes

1.1.1) Echantillonnage

1.1.1.1) Techniques d'échantillonnage

Afin de répondre aux objectifs de l'étude, les silures ont été prélevés dans leur milieu naturel, la Loire. Pour ce faire, les prélèvements ont été effectués par 4 pêcheurs professionnels sur la Loire, se répartissant entre l'amont de Nantes et le Bec de Vienne, les échantillonnages ayant été réalisés dans le cadre de leur activité. Les outils de captures sont donc les mêmes que ceux utilisés pour la pêche classique. Les silures ont été prélevés à l'aide de filets fixes (mailles de 50, 55, 60 ou 125 mm), de filets dérivants (maille de 55 mm) et de verveux (mailles de 27, 40, 50 mm). Chaque pêcheur a bénéficié de verveux (maille de 27 mm) et filets (tramail de 60 mm).

Après chaque capture de silures, les pêcheurs ont suivi un protocole commun précis :

- Mesures biométriques ;
- Prélèvement de la tête, d'un bout de nageoire pectorale et de l'estomac (uniquement s'il était plein) ;
- Consignation des informations de biométrie, des caractéristiques des engins de capture, de la date de capture.

Les prélèvements ont eu lieu de début juin à mi-septembre 2013.

1.1.1.2) Les sites d'échantillonnage

Les lots sur lesquels les silures ont été échantillonnés se répartissent de l'amont de Nantes à la confluence entre la Vienne et la Loire (Figure 1) : K1 (Hérault Nicolas), K6 (Maurand Marc), 10 (Troussard Tony) et 12 (Macé Didier). Un descriptif des différents lots est disponible en Annexe 1.

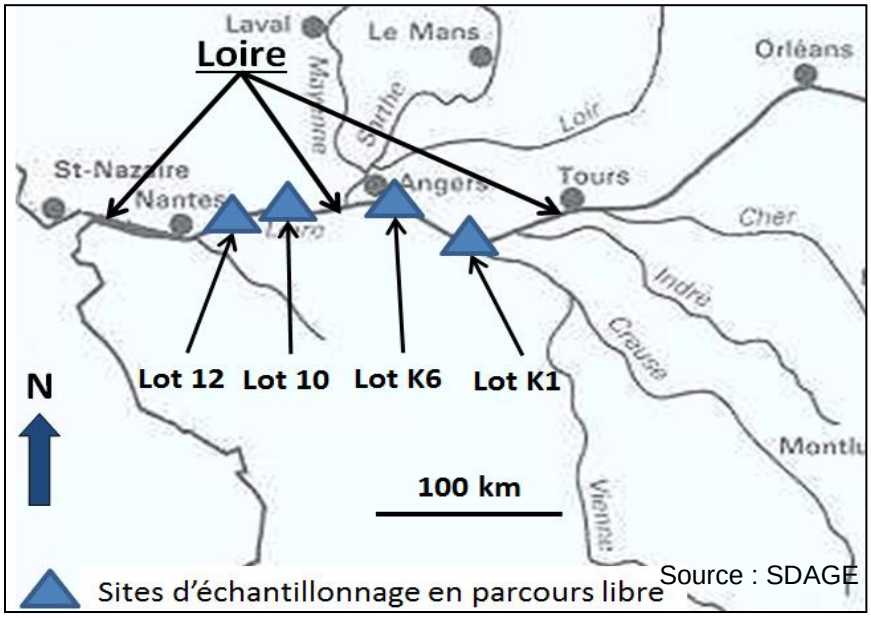


Figure 1 : Sites d'échantillonnage du projet SILURUS

Une étude similaire à celle-ci est conduite par l'université de Tours et l'Association Agréée Interdépartementale des Pêcheurs Professionnels du Bassin de la Loire et des cours d'eau Bretons (AAIPPBLB) sur la Loire, en amont de la confluence avec la Vienne (Figure 2). La coordination scientifique de ces deux études est assurée par Catherine Boisneau de l'université de Tours. Les échantillonnages ont suivi le même protocole tout comme les mesures biométriques.

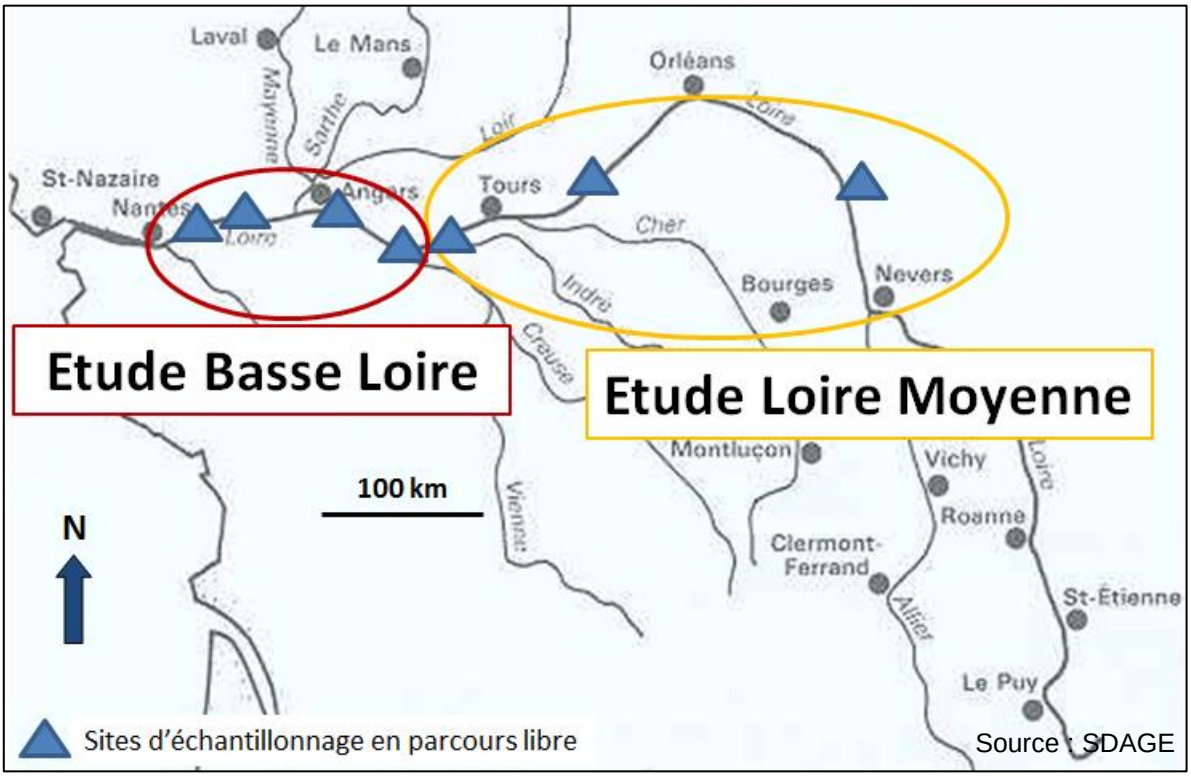


Figure 2 : Sites d'échantillonnages pour la Basse Loire et la Loire Moyenne

1.1.2) Biométrie

La longueur totale (LT en cm) et la masse totale (PT en kg) ont été enregistrées pour chaque individu à l'aide d'une balance ou d'un peson (±10 g pour les individus <4 kg et ±100 g pour les individus >4 kg) et à l'aide d'un mètre double (±1 cm pour les individus d'une longueur supérieure au mètre).

Le coefficient de condition de Fulton (aussi appelé K) est calculé. Ce coefficient révèle l'état physiologique du poisson. Ce rapport masse sur volume permet de savoir si le poisson est en bonne santé ou encore s'il est prêt pour la reproduction. Plus le chiffre est haut et plus le poisson est rond.

$K = 100^* P / L^3$ avec P la masse en grammes et L la longueur en cm.

Pour le sexage deux méthodes complémentaires ont été appliquées. Pour les individus d'une longueur supérieure à 40 cm, le protocole employé sur la Dordogne a été appliqué : sexage externe à partir de l'orifice uro génital et du premier rayon de la nageoire pectorale (Figure 3).

Figure 3 : Critères de sexage pour le silure (Verdeyroux P., source EPIDOR)

Le premier rayon de la nageoire pectorale est osseux, épais et très dur, il présente un peigne (petits tubercules) sur toute la longueur du rayon chez le mâle. Les tubercules sont moins marqués ou ne sont présents que sur la partie distale du rayon (extrémité) chez la femelle. Le second dimorphisme concerne la papille uro genitale. Elle est effilée, avec un orifice < 1 mm chez le male. Elle est arrondie avec un diamètre d'orifice entre 2,5 - 3,5 mm chez la

femelle. L'insertion de la pointe d'un crayon dans cet orifice est un test permettant de sexer les silures. Une fois cette identification faite, elle a été validée en regardant les gonades dans la cavité abdominale. Une gonade de femelle est lisse, effilée et d'une teinte plutôt mate alors que chez le mâle la gonade est lobée, plus rectangulaire et d'une teinte laiteuse. Une fois ces deux vérifications faites, le pêcheur notait le sexe du poisson.

Pour les silures de moins de 40 cm il y avait uniquement un sexage par les gonades. Les individus ne sont pas toujours différenciés sexuellement. La majorité des silures a été sexée par les pêcheurs. Lorsqu'il y avait un doute ou une absence de preuve, ils n'indiquaient pas le sexe.

1.1.3) Mise au point d'une méthode d'estimation de l'âge par otolithométrie

Il existe très peu de références sur la détermination de l'âge par otolithométrie du silure glane. Bien que cette méthode ait été utilisée avec succès sur des siluriformes, aucune référence récente relative à cette technique n'a été trouvée pour le silure glane après une recherche dans Web of Science. C'est pourquoi une méthodologie pour estimer l'âge des poissons a dû être mise au point. Le silure ne possédant pas d'écailles, l'attribution de l'âge doit se faire à l'aide de pièces osseuses. Trois méthodes sont possibles : utilisation d'une coupe fine du rayon de la nageoire pectorale, coupe fine ou observation d'une vertèbre ou ponçage des otolithes. Généralement les otolithes fournissent la lecture la plus fiable chez les poissons téléostéens. Cependant chez les siluridés ils sont souvent de petite taille, ce qui peut engendrer des difficultés de lecture. Leonardos *et al*. (2009) ont utilisé des coupes fines du rayon de la nageoire pectorale chez une espèce très proche, *Silurus aristotelis* (Garman, 1890). Les estimations d'âge par cette méthode semblent correctes jusqu'à environ 5 ans, mais non validées par la suite. Une étude de l'âge du silure glane a été réalisée à partir de coupes fines de vertèbres (Alp *et al*., 2011). Des clés tailles/âges ont été obtenues par cette méthode pour une population d'un réservoir d'eau de Turquie. L'inconvénient de cette méthode est sa difficulté de mise en œuvre, plus spécialement chez les poissons de grande taille.

Les otolithes présentent un double avantage. Ils fournissent des résultats plus robustes car ce sont des pièces calcifiées non remaniées au cours de la croissance. Compte tenu de leurs stabilités chimiques, il est également possible d'envisager des études de micro chimie très utiles pour pouvoir retracer l'histoire de vie des poissons.

Dans ce contexte, l'équipe du MNHN de la station marine de Dinard a été chargée de mettre au point une méthode d'estimation de l'âge et de la croissance des silures par sclérochronologie[4]. Une méthode de préparation des otolithes a été mise au point puis une

[4] Technique utilisée pour connaitre, notamment, l'âge d'un poisson. Consiste en l'observation des stries de croissances présentes sur les pièces calcifiées de l'individu.

comparaison des estimations de l'âge fournies par le comptage des macrostructures des vertèbres et des otolithes a été réalisée.

1.1.3.1) Préparation du matériel biologique : Otolithes

Pour extraire les otolithes, il faut couper la tête dans le sens de la longueur, exactement au milieu. Ainsi, la cavité cérébrale est séparée en deux, ce qui permet l'accès aux cavités où se trouvent les otolithes. Après extraction, les otolithes sont nettoyés par trempage dans de l'eau déminéralisée pendant 2 à 3 mn puis mis à sécher sur du papier essuyeur de précision (Kimtech, Kimberley Clark). Une fois secs, ils sont stockés dans un microtube selon un protocole établi par le MNHN.

Les otolithes extraits sont probablement des asteriscus, qui sont les plus grands des otolithes chez les Ostariophyses (*Silurus glanis*) (Panfili *et al*. 2002) (Figure 4).

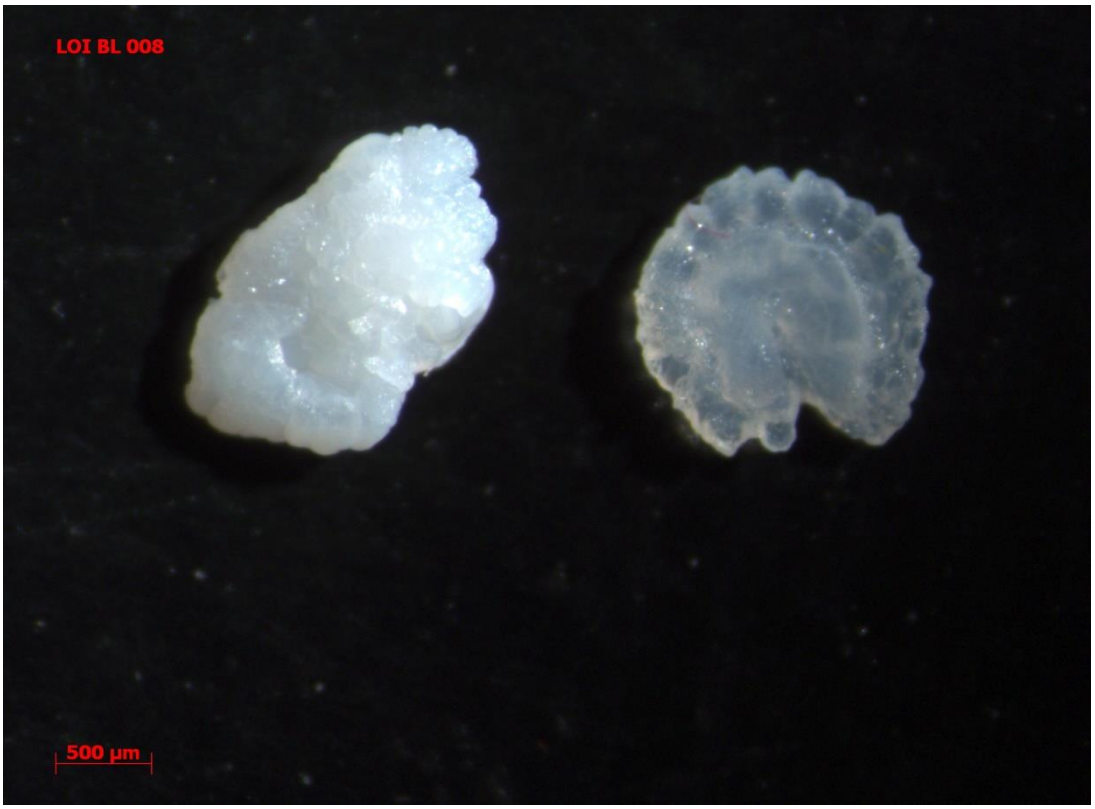


Figure 4 : Photographie à la binoculaire d'*asteriscus* de silure (à gauche) © L. Virag, MNHN-Dinard

L'otolithe est constitué de carbonate de calcium, en général sous forme d'aragonite qui se dépose en stries concentriques autour d'un noyau, appelé primordium, et parfois sous forme de vatérite, l'otolithe est alors vatéritique. La vatérite présente une calcification qui se traduit par des excroissances en forme de chou-fleur ou de cristaux partant dans de nombreuses directions, posant des problèmes de lecture de la pièce calcaire en masquant les dépôts concentriques.

Afin de se donner la possibilité de procéder ultérieurement à des études en sclérochimie, malgré un temps de préparation initial long, la préparation des otolithes a été retenue. Au total 60 otolithes ont été traités, 23 provenaient de la Loire Moyenne et 37 de la Basse Loire.

Toutes les images d'otolithes prises sous loupe binoculaire sont des photographies faites sous lumière réfléchie sur fond noir.

Au total 5 otolithes vatéritiques ne présentaient pas de marque de croissance visible (Figure 5). Il s'agissait le plus souvent de poissons de grande taille (170 à 238 cm).

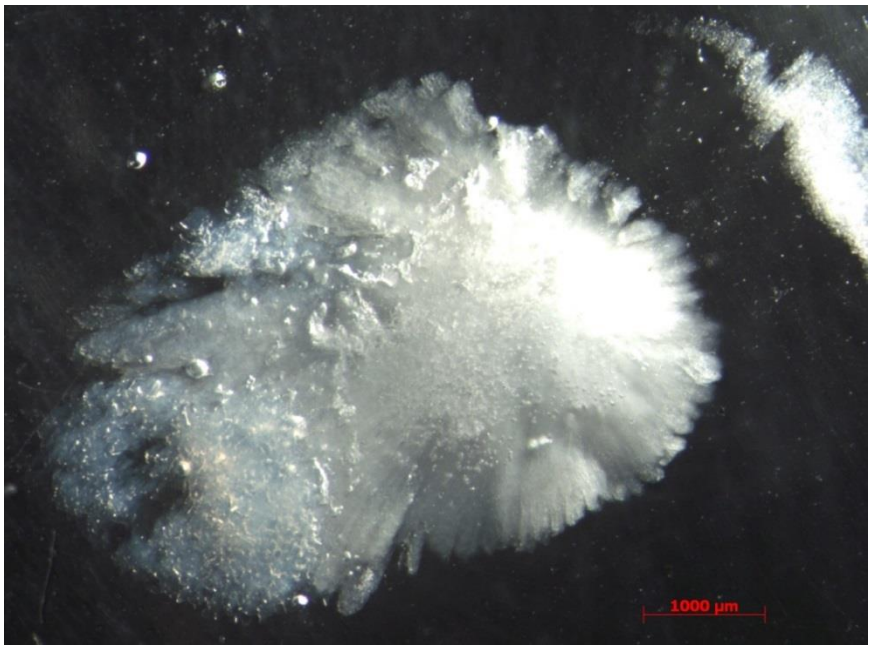


Figure 5 : Photographie à la binoculaire d'asteriscus vatéritique de silure glane © L. Virag, MNHN-Dinard

Avant toute préparation, les otolithes ont été pesés à sec (1/100 mg), puis photographiés sous binoculaire en lumière réfléchie sur fond noir, sur les faces distale et proximale afin de mesurer (en micromètres) le plus grand diamètre passant par le nucléus (Figure 6, Figure 7).

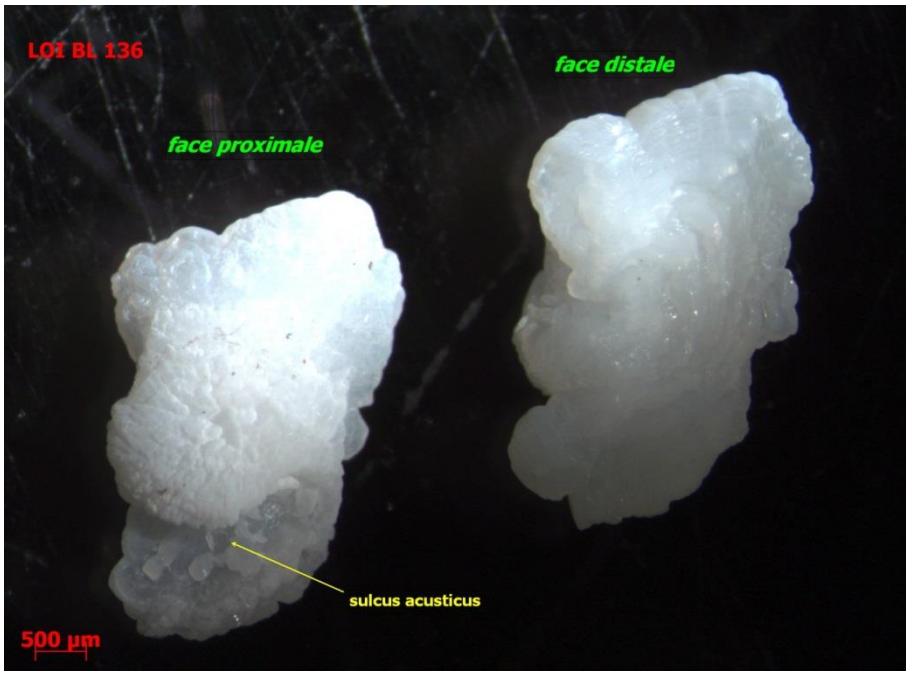


Figure 6 : *Asteriscus* de silure, face proximale (gauche) face distale (droite) observé à la loupe binoculaire © L. Virag, MNHN-Dinard

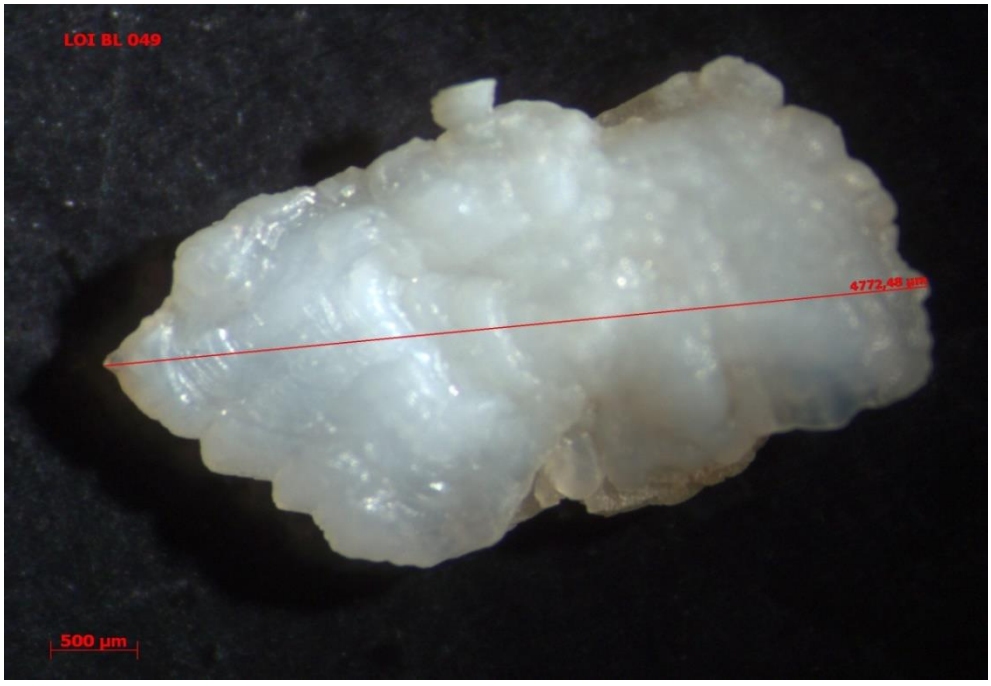


Figure 7 : Photographie sous binoculaire d'un *asteriscus* de silure et mesure du plus grand diamètre © L. Virag, MNHN-Dinard

- Choix de la face et du plan de ponçage :

Etant donné l'importance de la profondeur du sillon, *sulcus acusticus* (Figure 6), l'otolithe a toujours été poncé sur sa face distale.

Des ponçages suivant le plan longitudinal et sagittal ont été réalisés afin de comparer les lectures et les aspects des images (Figure 8). Si ces deux plans permettaient une bonne lecture, la préparation du plan sagittal, plus rapide, plus aisée, au temps de ponçage raccourci, le nucléus étant plus proche, a été privilégié. Au total, cela permet une économie de temps considérable pour chaque otolithe.

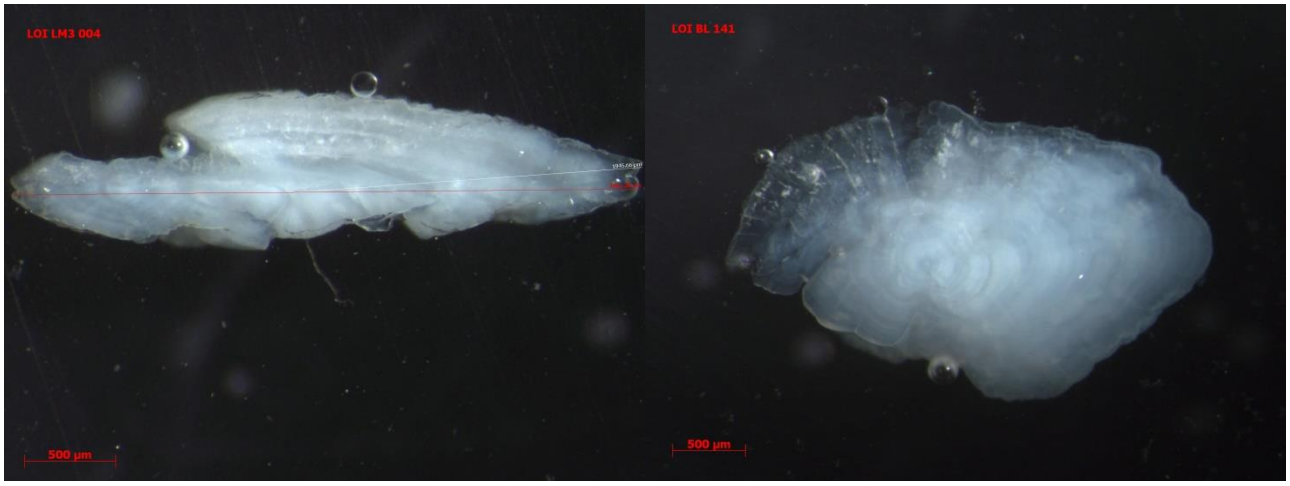


Figure 8 : *Asteriscus* de silure poncé sur le plan longitudinal (gauche) sur le plan sagittal (droite) © L. Virag, MNHN-Dinard

Le ponçage de l'otolithe ne peut se faire sur la structure brute car les risques de le casser sont grands. Il faut donc inclure l'otolithe dans une résine. L'otolithe sélectionné était posé sur sa face distale au fond d'un moule en silicone souple translucide de diamètre 25 mm et de 20 mm de profondeur (marque ESCIL). Il était ensuite inclus dans de la résine de type Araldite 20/20 (Figure 9). Cette résine est compatible avec les analyses en microchimie.

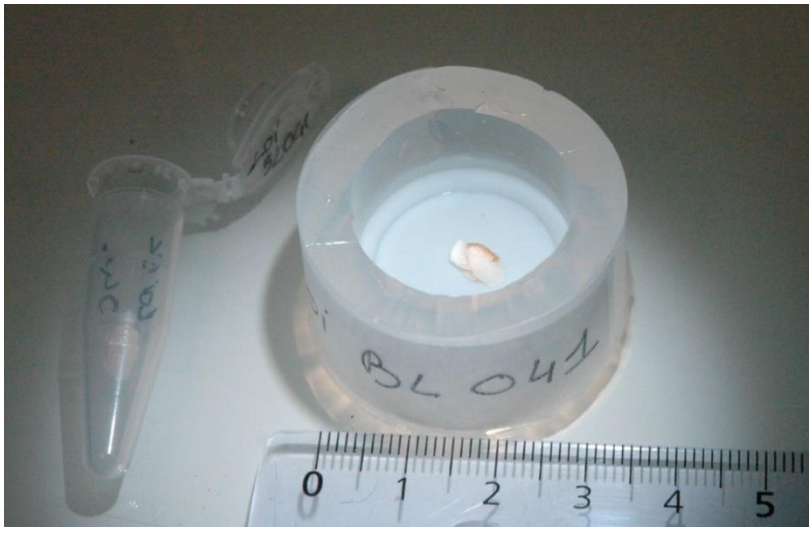


Figure 9 : Otolithe *asteriscus* de silure placé sur sa face distale au fond d'un moule de silicone © L. Virag, MNHN-Dinard

Après séchage de la résine sous sorbonne de laboratoire, le bloc était démoulé. Le ponçage était effectué de manière progressive, par la face distale de l'otolithe, avec des disques abrasifs en Carbure de Silicium de différents grains : 240 µm, 120 µm, 40 µm, 9 µm et 3 µm (marque ESCIL). Cette manipulation s'est faite à l'aide d'une ponceuse ESC 250 GTL (marque ESCIL).

Après chaque ponçage, les mesures suivantes, sous binoculaire, ont été effectuées et des photos ont été prises :

- Plus grand diamètre de bord à bord en passant par le nucléus ;
- Plus grand rayon, du primordium au bord externe.

Le ponçage était poursuivi jusqu'à l'observation du nucléus sous microscope (Figure 10).

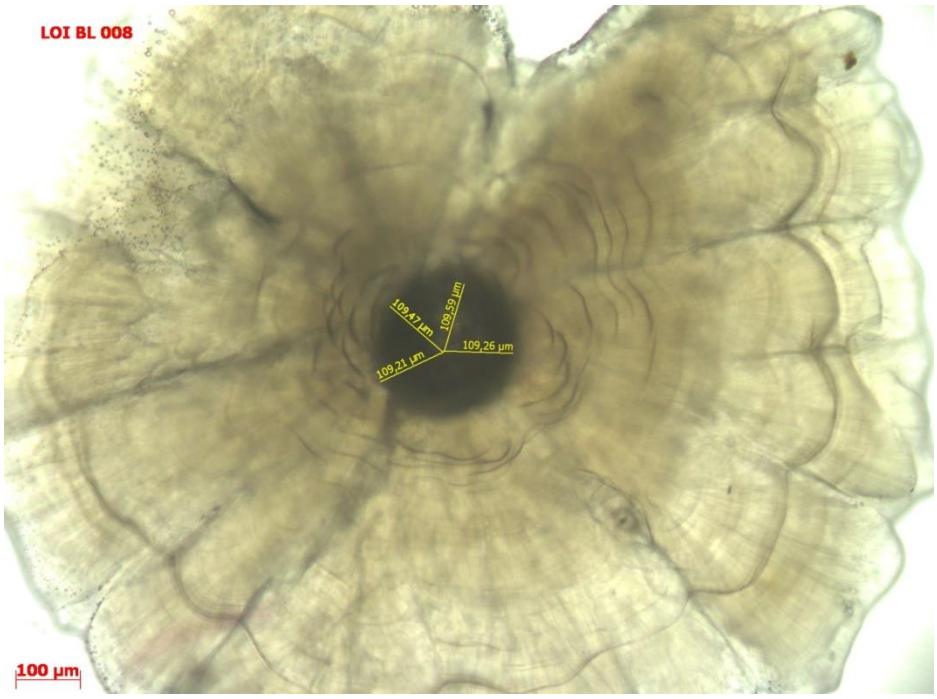


Figure 10 : Nucleus d'*asteriscus* de silure en plan sagittal observé en lumière transmise sous microscope, grossissement 10X / 0,25 © L. Virag, MNHN-Dinard

Le détail du matériel utilisé pour faire le traitement d'image et le ponçage est visible en Annexe 2.

Une photo de fin de ponçage de l'otolithe a été sélectionnée pour chaque otolithe, afin de procéder à l'estimation de l'âge. Des mesures ont été effectuées sur la photo, puis enregistrées et bancarisées sous Excel© (Figure 11) :

- Diamètre sagittal de l'otolithe (µm)
- Rayon de l'otolithe (µm)
- Rayon du nucléus (µm)
- Distances nucléus/stries (µm)

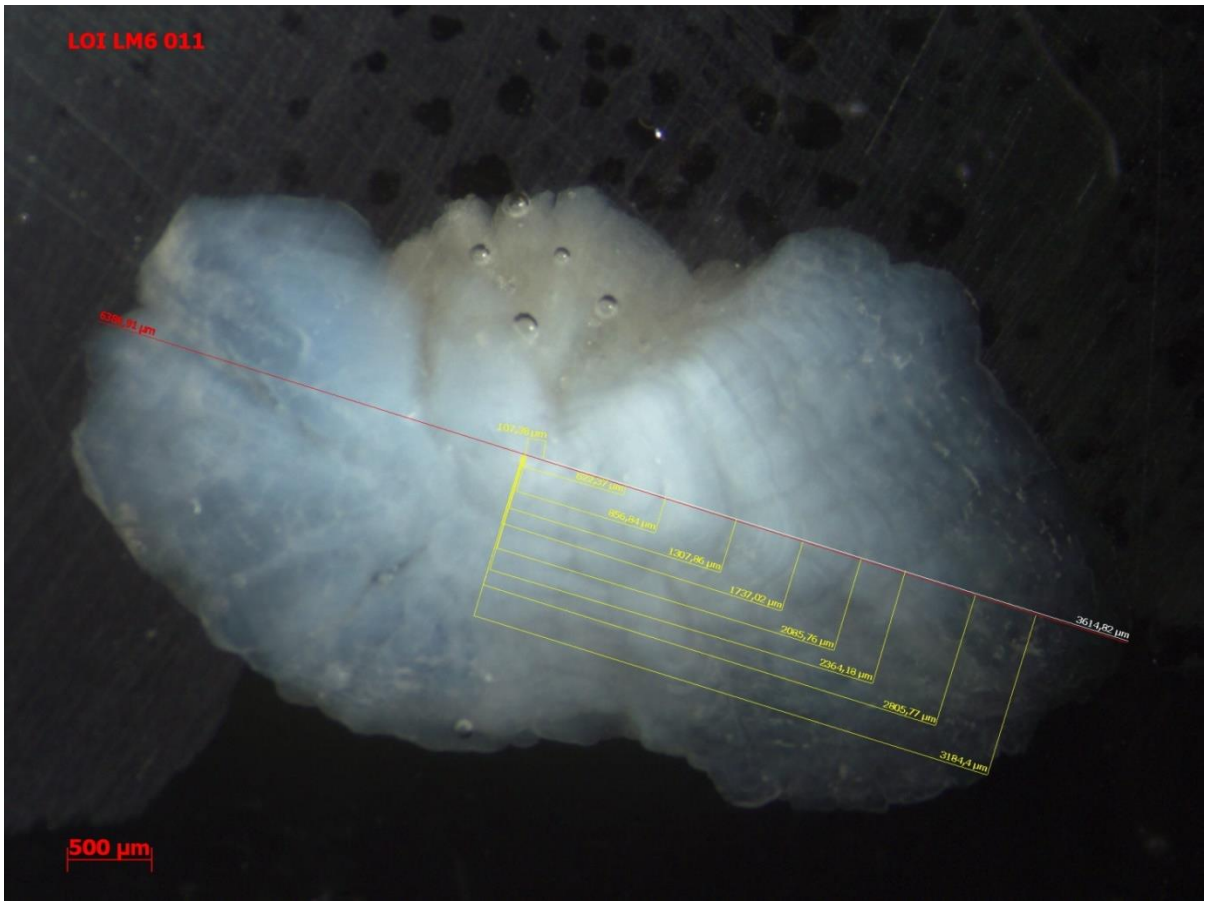


Figure 11 : *Asteriscus* de silure en plan sagittal observé sous binoculaire, avec mesures des rayons de chaque strie (traits jaunes) et diamètre (trait rouge) en microns © L. Virag, MNHN-Dinard

Estimation de l'âge

La figure 11 illustre le protocole de lecture utilisé : tout d'abord, le primordium est repéré. Ce dernier est caractérisé par l'absence de strie. Ensuite, on repère les discontinuités des stries jusqu'au bord marginal de l'otolithe. En lumière réfléchie, la zone opaque, riche en calcéine, est claire et les zones translucides ou hyalines (riche en otoline, une protéine) sont sombres. La zone claire (opaque) est une zone de croissance de l'otolithe et se dépose en période de croissance du poisson. La zone sombre (hyaline ou translucide) se dépose lors de l'arrêt de la croissance du poisson, durant la période hivernale. Aussi, **un cycle annuel est composé d'une bande claire et d'une bande sombre**. Pour estimer l'âge, les stries hyalines (sombres) sont comptées depuis le bord du primordium jusqu'à la périphérie. Les silures étant capturés entre les mois de mars et aout, le bord externe correspond à une zone de croissance. Par convention la date de naissance du silure est située le 15 juin. L'âge du poisson sera donné en année à partir du nombre de stries hyalines, auquel il faudra ajouter ou retrancher les quelques mois séparant la capture du 15 juin.

A titre d'exemple, un otolithe de silure capturé le 15 juillet 2013 comportant une strie hyaline capturé en 2013 est un poisson du groupe 1, né en juin 2012. Il aura donc 1 an et 1 mois. Par convention, étant incertain de la date de naissance, nous considérerons la classe d'âge en année à partir du dénombrement des stries hyalines. Pour l'exemple donné ci-dessus, nous considérons donc que ce poisson appartient à la classe d'âge 1, soit 1 an.

Le MNHN a également, à titre d'essai, utilisé la technique d'attaque par un acide à 5% (EDTA) de l'otolithe suivie d'une coloration au bleu de toluidine à 1% (Figure 12). Cela a permis de confirmer sur deux otolithes de silures que l'ensemble des stries étaient visibles jusqu'au bord externe avec ou sans coloration. Par la suite, la lecture sans coloration a été retenue, afin de pouvoir utiliser ces otolithes pour des analyses en micro chimie.

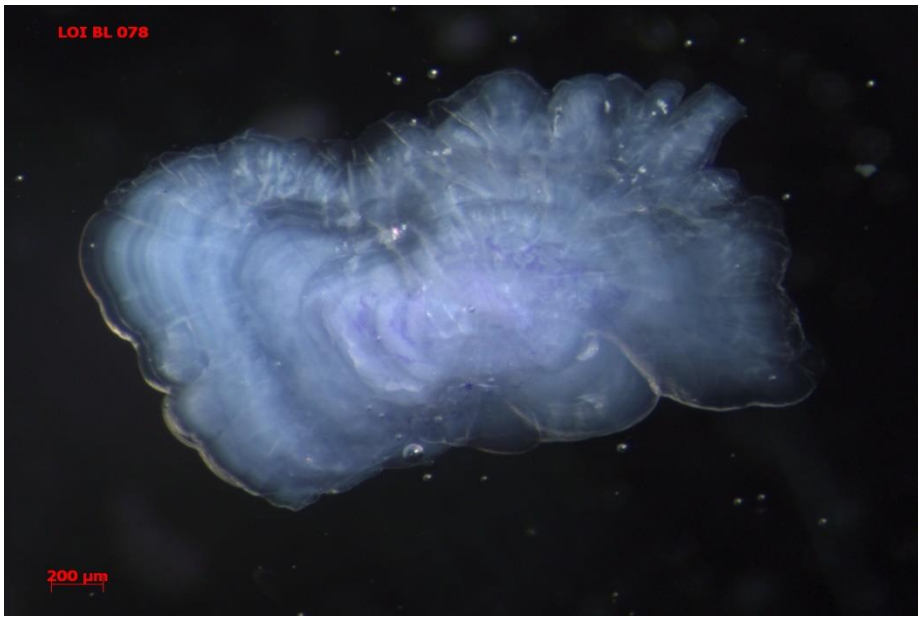


Figure 12 : *Asteriscus* de silure en plan sagittal observé sous binoculaire, après attaque à l'EDTA et coloration au bleu de toluidine © L. Virag, MNHN-Dinard

1.1.3.2) Préparation du matériel biologique : Vertèbres

Les vertèbres cervicales ou dorsales ont été bouillies afin de dégager les chairs restantes, notamment autour du corps vertébral. Pour procéder à la lecture, une photographie de la région antérieure du corps vertébral de chaque poisson a été réalisée (Figure 13).

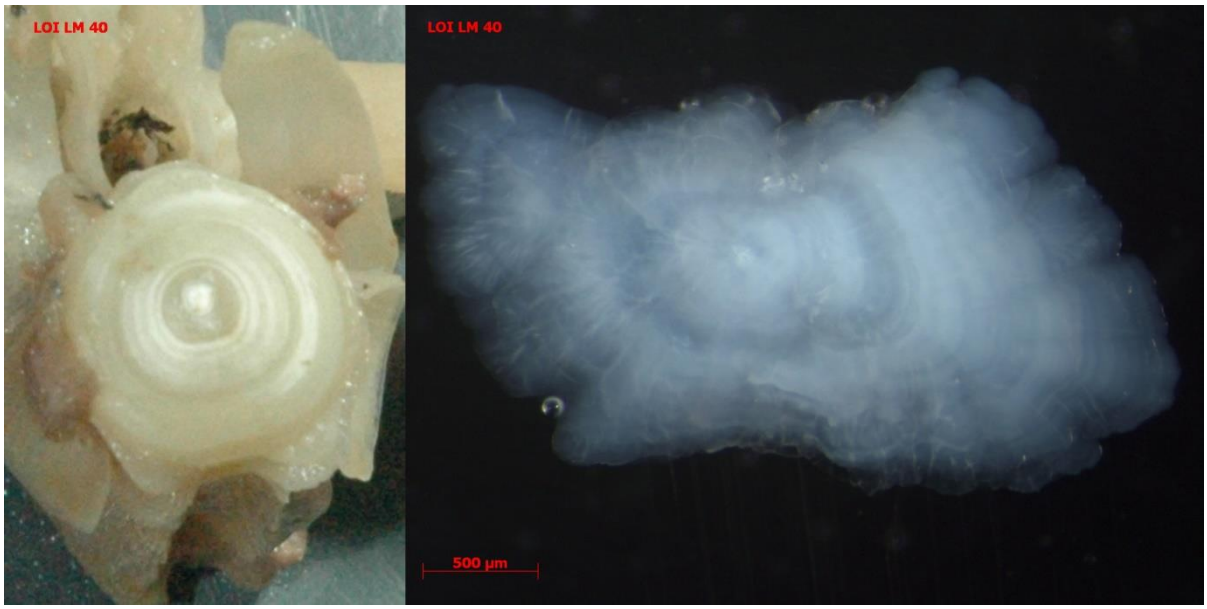


Figure 13 : Montage de vertèbre (Nikon D70) et d'otolithe (sous loupe binoculaire) d'un même silure âgé d'une année © L. Virag, MNHN-Dinard

La lecture des stries a été faite pour chaque vertèbre sur photo. De même que pour l'otolithe, les stries sombres de petite épaisseur ont été comptées ce qui permet d'estimer l'âge en années. Les lectures n'ont posé aucun problème particulier sauf pour la prise en compte de la dernière strie distale qui se confondait avec le bord extérieur ourlé de la vertèbre dans certains cas.

La comparaison entre otolithes et vertèbres a été réalisée sur 23 silures sélectionnés pour avoir toutes les tailles comprises entre 65 à 251 cm. Un montage photo avec l'otolithe et la vertèbre du même silure a été réalisé pour chacun des 23 poissons (Figure 13).

Pour estimer le biais de l'estimation d'âge, il aurait été préférable d'avoir recours à des techniques expérimentales (par exemple marquage au colorant vital d'otolithes et recapture). Mais ces dernières n'étaient pas prévues dans le cadre du présent projet. Aussi, des méthodes indirectes par comparaison des estimations d'âge obtenues par le dénombrement de stries présentes sur l'otolithe avec celles obtenues sur les vertèbres et par analyse des relations taille / âge, relation taille otolithe / taille poisson et diamètre de l'otolithe / âge, ont été utilisées.

1.1.4) Place dans le réseau trophique

1.1.4.1) Les espèces proies

L'étude des espèces proies des silures s'est faite par l'analyse des contenus stomacaux. Lorsque le pêcheur ouvrait le silure pour déterminer le sexe, celui-ci prélevait l'estomac, et seuls les estomacs pleins étaient congelés. Ceux-ci ont ensuite été transmis au Muséum d'Histoire Naturelle d'Orléans et conservés par le froid dans leurs locaux.

Une fois les estomacs dégelés et disséqués, le contenu était lavé à l'eau claire dans un tamis pour permettre la récupération des pièces diagnostiques (Figure 14). Quand les proies étaient à peine digérées, l'identification et la mesure de la taille étaient aisées et rapides et si la proie était fraîchement ingérée, la masse était relevée.

Figure 14 : Ouverture des estomacs de silure pour la recherche de pièces osseuses diagnostic, ici la colonne vertébrale d'un saumon, source R Rosoux Muséum d'Orléans

Le silure pouvant manger toute une série d'animaux aquatiques et amphibies, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de l'ensemble des proies potentielles et de disposer de spécimens de référence.

Pour les mammifères, les guides de terrain (Corbet *et al*., 1984) et les clés de détermination des crânes (Chaline *et al*., 1974) et de poils (Debrot *et al*., 1982) ont été utilisés. Le poids moyen a été repris dans l'ouvrage : Mammifères de France et du Benelux, de Saint Girons (1973).

Les oiseaux peuvent être identifiés soit directement lorsqu'ils sont peu abîmés (Svensson *et al.,* 2000) soit, avec des caractères anatomiques et osseux (bec, pattes, crâne) et des plumes (rémiges et tectrices). Dans ce cas, une collection de référence est nécessaire ; ainsi

les collections de zoologie du Muséum d'Orléans ont, elles, été utilisées à cette fin. L'estimation de la masse moyenne a été reprise dans Géroudet (1959, 1967).

Les cyclostomes (lamproies) et les poissons assez frais ont été identifiés grâce à l'ouvrage de Keith *et al*. (2011). Les restes osseux, principalement les pièces céphaliques, ont été déterminés par comparaison à une collection de références de l'Unité de recherches zoogéographiques de l'Université de liège et par les articles spécialisés : Libois *et al.,* (1987) et Libois et Hallet - Libois (1988). La taille des poissons a été mesurée soit directement, soit avec des abaques présentant la relation entre la taille des pièces céphaliques et la longueur totale du poisson. La masse des poissons et des lamproies a été estimée, d'une part dans FishBase.org, et d'autre part, dans les collections spécialisées et les références mentionnées ci-dessous. Certains cyprinidés n'ont pas été déterminés à l'espèce, essentiellement parce que les os caractéristiques faisaient défaut, mais les vertèbres ont permis d'identifier les proies à la famille. Les cyprinidés ont été mesurés et leur biomasse a pu être estimée en reprenant les corrélations éditées par Wise (1980). Les insectes des contenus stomacaux ont été déterminés par Jean-David Chapelin-Viscardi, du Laboratoire d'Eco-entomologie d'Orléans, correspondant du Muséum.

Les crustacés et les mollusques ont été déterminés en fonction des collections de références du Muséum d'Orléans et de l'ouvrage sur les écrevisses de Lemarchand (2012). Pour les biomasses respectives des invertébrés, en particulier les écrevisses, elles ont été estimées et classées en fonction de leur taille : 0,2g, 1 g, 5 g, 10 g, 20 g et 30 g.

Les prélèvements stomacaux ont débuté en juin 2013 et se sont terminés fin août 2013 pour la période d'échantillonnage initiale. Afin d'obtenir des estomacs supplémentaires, une seconde opération d'échantillonnage a eu lieu entre avril et mai 2014, visant uniquement à récupérer des estomacs pleins. Si tel était le cas, la taille et le poids du silure étaient relevés.

Pour l'analyse des contenus stomacaux, les silures contenant des proies ont été regroupés en 5 classes de taille, LT<40 cm, 40 cm ≤ LT< 80 cm, 80 cm ≤ LT< 120 cm, 120 cm ≤ LT<180 cm et LT ≥180 cm. Les abondances, biomasses, occurrences et les taxons des proies ont été calculées pour chacune de ces classes de taille.

L'indice de Shanon (H') et l'équitabilité (E) ont été calculés pour les biomasses de proies consommées ; H' intègre la richesse spécifique (S) et l'abondance relative des espèces :

$H' = - \Sigma (pi * \log_2 pi)$

Où pi est la proportion d'individus de l'espèce i.

$E = H' / \log_2 S$

1.1.4.2) L'origine des espèces proies

Pour compléter les analyses de contenus stomacaux, positionner le silure dans le réseau trophique, et savoir si des individus avaient consommé dans les mois précédents des poissons migrateurs amphihalins, des analyses des isotopes stables des protéines de silure sont programmées. Cette technique représente un outil très fiable pour mieux comprendre les flux de matières dans les réseaux trophiques (Fry *et al*., 1978 ; Fry, 2006).

Un même élément chimique de la table périodique peut se présenter sous différentes formes appelées isotopes. Ces formes diffèrent par le nombre de masse, c'est-à-dire par le nombre de neutron dans le noyau atomique. Les isotopes naturels représentent 20% des isotopes connus (1500 en 2010, Tcherkez, 2010). Les isotopes sont dits stables lorsqu'ils ne conduisent pas à une désintégration radioactive. Par conséquent, ils ne sont pas dangereux pour la santé humaine et font partie intégrante de tout être vivant. Cependant, certains sont beaucoup plus abondants que d'autres. Les plus retrouvés sont souvent les moins lourds, notamment le Carbone (C), l'Azote (N) et le Soufre (S). Pour ces trois éléments chimiques les proportions sont décrites dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Pourcentage d'abondance des isotopes stables les plus répandus pour le Carbone, l'Azote et le Soufre (Fry, 2006)

Elément	Isotope de faible masse	% d'abondance	Isotope de forte masse	% d'abondance
Carbone	^{12}C	98,89	^{13}C	1,11
Azote	^{14}N	99,64	^{15}N	0,36
Soufre	^{32}S	95,02	^{34}S	4,21

Les isotopes plus lourds, qui sont moins fréquents, sont un bon repère pour détecter les transferts isotopiques. En effet, à cause d'un ou de plusieurs neutrons supplémentaires, les propriétés physico-chimiques de ces isotopes dits lourds sont différentes de celles des isotopes légers. Ces propriétés sont utilisées et constituent un outil très fiable pour mieux comprendre les flux de matières dans les réseaux trophiques (Fry *et al*., 1978 ; Peterson et Fry, 1987 ; Fry, 2006 ; Copp et *al*.,2009). La signature isotopique d'une espèce correspond au ratio entre les isotopes rares (les plus lourds) et les plus communs (les plus légers) (Connolly *et al*., 2004). Les isotopes stables dans les tissus d'un consommateur reflètent son alimentation (Peterson & Fry, 1987) intégrant les proportions relatives des diverses proies sur une longue période et intégrant le processus de fractionnement isotopique qui conduit à un enrichissement du consommateur en isotopes lourds à chaque niveau trophique. Les isotopes stables de l'azote des consommateurs sont enrichis en azote lourd (^{15}N) de 2 à 4 ‰

par niveau trophique (Minagawa & Wada, 1984, Peterson & Fry, 1987), ce qui permet de l'utiliser pour identifier le niveau trophique des consommateurs. Pour ce qui est du carbone, (^{13}C) l'enrichissement est de 1 à 2 ‰ et est utilisé pour identifier les sources d'énergie à partir des producteurs primaires.

La quantification des teneurs en isotopes lourds est fournie par la valeur δ, appelée composition isotopique en utilisant le rapport isotopique, R, qui est le rapport de la concentration en isotope lourd sur celle de l'isotope léger. Par exemple, pour le carbone, R = [^{13}C] / [^{12}C]. La valeur du rapport isotopique est très proche de celle du pourcentage lorsque les isotopes lourds sont peu abondants, ce qui est le cas du carbone (Tcherkez, 2010). La composition isotopique est l'écart relatif du rapport isotopique par rapport à un standard international de rapport isotopique connu, Rst.

$\delta = (R - Rst) / Rst$

Cette quantité est petite et est généralement exprimée en pour mille (‰). La valeur isotopique du standard étant zéro, les valeurs positives signifient que l'échantillon est plus riche en isotope lourd que le standard tandis que les valeurs négatives signifient que l'échantillon est plus pauvre en isotope lourd que le standard. Le matériau standard varie d'un élément à un autre (Tableau 2).

Tableau 2 : Standards internationaux utilisés pour le calcul des valeurs de delta du carbone, de l'azote et du souffre (Tcherkez, 2010).

Elément	Standard	Rapport isotopique
Carbone	Rostre fossile de bélemnite (PDB)	$^{13}C / ^{12}C = 0.0112372$
Azote	N2 atmosphérique	$^{15}N / ^{14}N = 0.003677$
Soufre	FeS de la météorite Canyon Diabol (CDT)	$^{34}S / ^{32}S = 0.045005$

Pour savoir quelles espèces sont consommées par le silure, les ratios isotopiques, $^{13}C :^{12}C$ / $^{15}N :^{14}N$ / $^{34}S :^{32}S$ de ses potentielles proies ont été recherchés. Ainsi en fonction des différents ratios isotopiques du silure analysé il sera possible de savoir si l'individu a plutôt consommé des poissons d'eau douce ou d'origine marine. L'analyse menée sera une image des 3 mois précédents la pêche du silure. Donc pour les poissons pêchés en Juin et Juillet il y aura en « mémoire » les mois d'Avril et de Mai pendant lesquels de nombreuses migrations ont lieu (aloses, lamproies, saumons). L'échantillonnage ayant eu lieu pendant 4 mois, il sera peut être possible de voir l'évolution des origines des proies dans le temps.

Afin de respecter le protocole déjà établi au niveau national par l'ONEMA et parce qu'il existe une bonne corrélation entre les teneurs isotopiques en C et N du muscle blanc et des nageoires (Syvaranta *et al*., 2010), sur chaque silure, un morceau de tissu de la nageoire pectorale a été prélevé, en évitant un maximum de prélever des rayons durs (Figure 15). Le morceau de nageoire était alors mis dans un tube puis placé au congélateur.

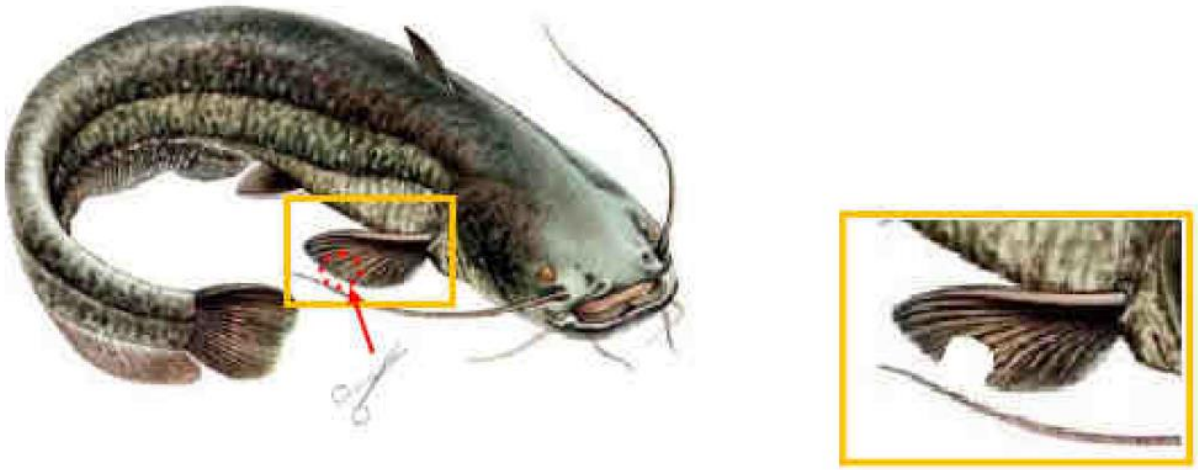


Figure 15 : Prélèvement de nageoire pour l'analyse isotopique

Avant de procéder aux analyses, les échantillons ont été préparés selon le protocole suivant envoyé par le laboratoire d'analyse isotopique de l'Université de Konstanz :

Séchage : les microtubes contenant les morceaux de nageoire ont été séchés dans une étuve à 60°c pendant au moins 24h, jusqu'à ce que la masse de la nageoire soit constante (Figure 16).

Figure 16 : Echantillons en cours de déshydratation

Réduction en poudre : l'échantillon totalement sec était sorti de l'étuve pour être broyé à l'aide d'un mortier et d'un pilon en porcelaine. Les quelques rayons durs présents ont été retirés (Figure 17).

Figure 17 : Mortier et pilon pour broyer les échantillons

Figure 18 : Echantillon réduit en poudre dans son tube neuf

La poudre ainsi obtenue était placée dans un nouveau microtube étiqueté avec le label correspondant (Figure 18).

Cette manipulation a été répétée pour chaque nageoire en prenant bien soin de nettoyer à chaque fois le matériel de broyage (pincette, mortier, pilon) à l'éthanol et à l'eau distillée. Ceci afin de ne pas contaminer les échantillons entre eux.

Pesée et préparation des capsules d'étain : Les masses de tissus animaux nécessaires pour les analyses sont de 1,0 – 1,5 mg de masse sèche. La poudre est versée dans une capsule d'étain préalablement pesée. La capsule est ensuite fermée hermétiquement et repesée. Les capsules sont déposées dans une plaque de 96 micropuits en laissant, à intervalles réguliers, un espace pour une capsule test servant au calibrage de l'appareil.

Ainsi, 73 échantillons, représentants toutes les classes de tailles de silure, ont été préparés.

Tableau 3 : Composition des échantillons

Gamme de taille	Nombre d'échantillons
0 – 20 cm	8
20 – 40 cm	13
40 – 60 cm	10
60 – 80 cm	11
80 – 100 cm	9
100 – 140 cm	5
140 – 180 cm	9
180 – 220 cm	6
>220 cm	2

Le même protocole a été appliqué sur les échantillons des proies potentielles du silure, capturées dans le milieu naturel (poissons sédentaires) ou issues des régurgitations des silures (écrevisse, ragondin, castor) (Tableau 4). Pour les mammifères et les écrevisses c'est le muscle qui a été broyé et analysé au lieu de la nageoire pour les poissons. Les muscles de mammifères étant trop durs pour pouvoir les broyer à la main, une « Pulverisette » (©Fritsch, Figure 19) a été utilisée.

Tableau 4 : Liste et nombre des espèces proies retenues pour l'analyse des isotopes stables

Proies	Ablette	Alose	Anguille	Aspe	Barbeau fluviatile	Brème	Carassin	Chevesne	Écrevisse	Gardon
Nombre	5	7	3	2	3	5	2	5	3	5

Proies	Goujon	Grémille	Lamproie Marine	Mulet	Poisson chat	Saumon	Spirlin	Castor	Ragondin	**Total**
Nombre	5	3	8	7	3	3	5	1	1	**76**

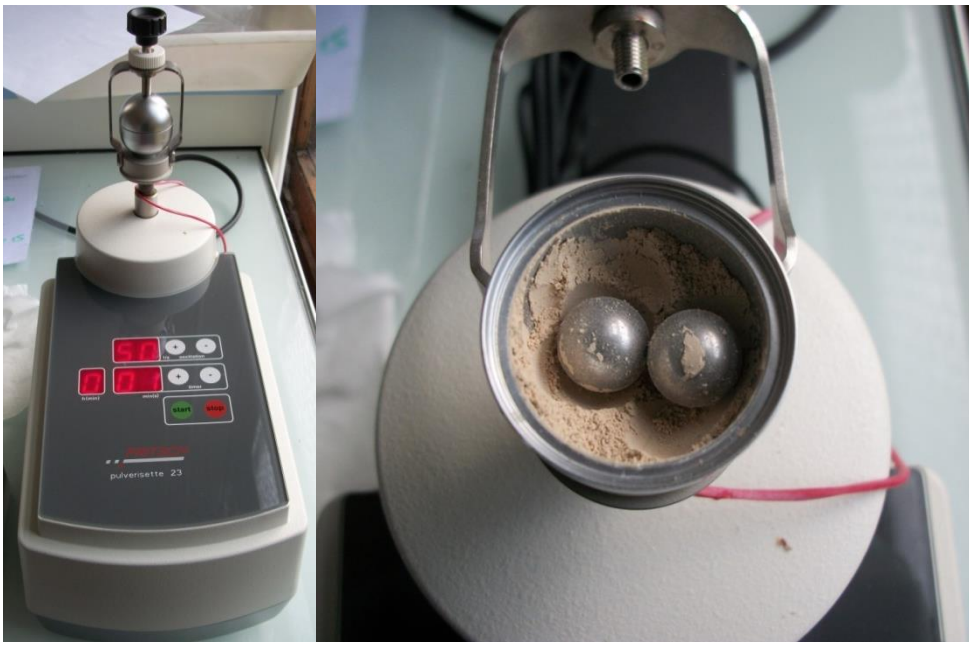


Figure 19 : Utilisation de la « Pulverisette »

Les échantillons ont été envoyés à l'Université de Konstanz (en Allemagne) au laboratoire d'écologie isotopique qui a fait les analyses par spectrométrie de masse et spectrométrie infra rouge. Les valeurs de C/N, $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$ et $\delta^{34}S$ ont été fournies. Au retour des résultats, tous les individus considérés comme douteux par le laboratoire ont été écartés des analyses. Trois catégories de proies ont été définies a priori, les poissons holobiotiques[5] d'eau douce parmi lesquels l'anguille, les migrateurs anadromes (saumon, lamproie, alose) et les catadromes avec les mulets

1.1.5) Analyses statistiques utilisées

Pour analyser les différentes données les logiciels Microsoft Excel 2010, XLstat et SPAD 6.0 ont été utilisés. Des analyses statistiques inférentielles et multidimensionnelles ont été effectuées.

La normalité des données a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk. Lorsque les données ne suivent pas une loi normale, la corrélation de Spearman a été retenue et des tests non paramétriques ont été employés.

1.1.6) Synthèse des mesures et prélèvements effectués

Les objectifs d'échantillonnage des silures de l'étude BL sont atteints voire dépassés (Tableau 5). Les prélèvements de vertèbres n'étaient pas initialement prévus. Ils ont été

[5] poissons holobiotiques : poissons effectuant l'intégralité de leurs cycles de vie dans un même type de milieu, eau douce par exemple.

ajoutés, en cours d'étude, devant la difficulté à obtenir des otolithes interprétables, afin de comparer les attributions d'âge par otolithométrie et avec les vertèbres.

Tableau 5 : Observations et prélèvements effectuées sur les silures dans le cadre de SILURUS

	Objectif initial	Nombre d'observations, de prélèvements fait(e)s	Echantillons traités
Mesure taille-poids	60 minimums	137 + **10**	137
Sexage	60 minimums	40 individus sexés	40
Prélèvement estomacs	40	33 + **10**	9 + **10**
Prélèvement otolithes	60 paires	64 paires + 25 otolithes seuls	58
Prélèvement vertèbres	Pas d'objectifs	21	14
Prélèvement nageoires	60	99	69

Dans le cadre de l'étude Silurus (BL) ce sont donc 137 silures qui ont été prélevés dans le milieu naturel. L'échantillonnage a débuté en juin 2013 mais un silure capturé début mai par l'un des pêcheurs a été pris en compte dans l'étude ainsi que 5 individus capturés en novembre 2012. Les derniers silures ont été échantillonnés mi-septembre 2013.

Dix silures supplémentaires ont été ajoutés entre avril et mai 2014 pour récupérer de nouveaux estomacs pleins. Les tailles et poids de ces silures ont été relevés. Cependant, ces 10 silures ne sont pris en compte que pour la partie concernant les analyses des estomacs. Les résultats pour la taille, le poids, le sexe, l'âge et les isotopes ne concernent que les 137 silures échantillonnés en 2013.

En Loire moyenne, ce sont 127 silures capturés entre juillet 2012 et août 2013 qui ont été pris en compte pour les résultats qui seront fournis ultérieurement.

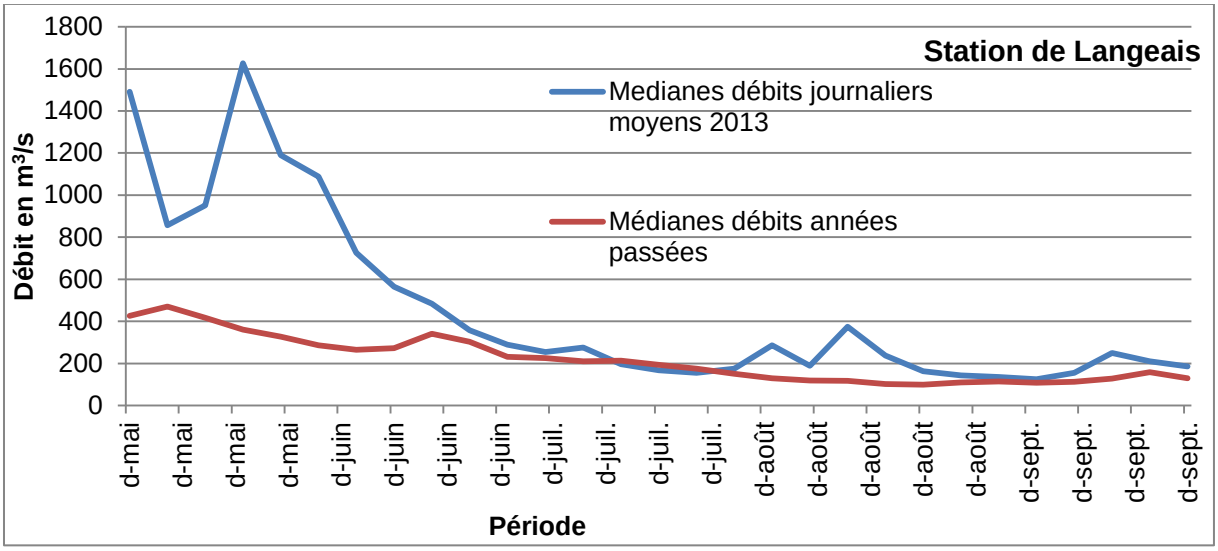
Ceci permet de disposer d'un total de 264 mesures de taille et de poids pour les calculs sur les caractéristiques biométriques du silure en Loire.

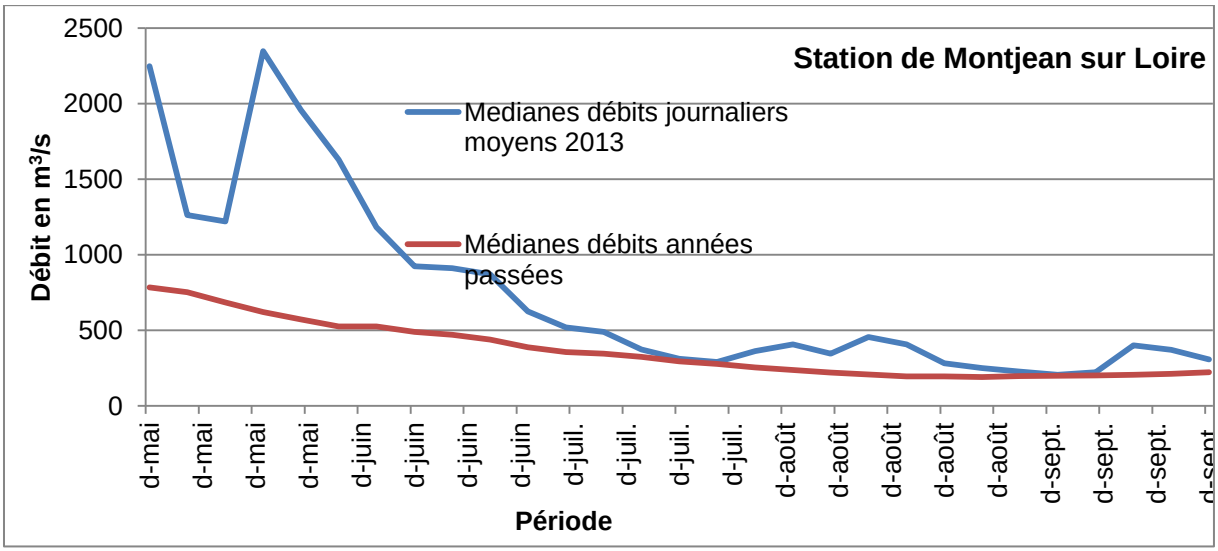
64 paires d'otolithes ont été collectées en BL. L'objectif était d'avoir des otolithes provenant de toutes les classes de taille, ce qui n'est pas le cas des 64 paires. Or, sur les 127 individus de LM, 90 paires d'otolithes ont été récupérées ainsi que 16 échantillons de vertèbres. Pour avoir une analyse d'âge la plus complète possible, les échantillonnages de la basse Loire et de la Loire moyenne ont été regroupés de manière à constituer un échantillon représentatif de toutes les tailles de silures.

1.2 Résultats et discussion

1.2.1) Hydrologie lors de la période d'échantillonnage

En 2013, les débits ont été particulièrement importants pendant presque toute la période d'échantillonnage, du 10 mai au 27 septembre (Figure 20). Aux stations de Langeais (Indre et Loire), de Montjean sur Loire (Maine et Loire) et de Nantes Saint Felix (Loire Atlantique), les débits des mois de mai, juin, début juillet et août ont été bien supérieurs à ceux des années passées (moyennes de 1967 à 2013 pour Nantes, de 1985 à 2013 pour Langeais et de 1863 à 2013 pour Montjean sur Loire). Ces même mois ont des débits correspondants à des années très humides.





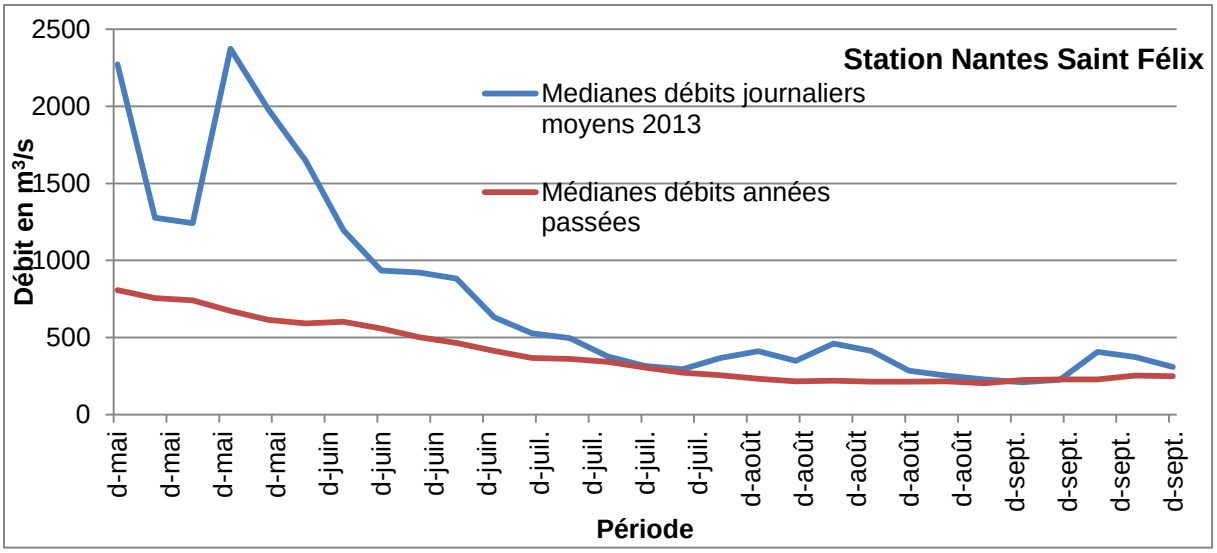


Figure 20 : Comparaison des débits 2013 et moyens sur la Loire pendant la période de pêche des silures passées (moyennes de 1967 à 2013 pour Nantes ; de 1985 à 2013 pour Langeais et de 1863 à 2013 pour Montjean sur Loire) (source Banque HYDRO)

1.2.2) Périodes d'échantillonnage et engins utilisés

Les périodes auxquelles les silures ont été échantillonnés s'étalent de juillet 2012 à septembre 2013 avec une amplitude plus grande pour la Loire Moyenne (Tableau 6). La période printanière visée (avril, mai, juin) est mieux appréhendée en Loire Moyenne alors que le mois de juillet est dominant en Basse Loire.

Tableau 6 : Effectifs et mois de captures des silures en Basse Loire et en Loire Moyenne

Mois de capture	Juil 2012	Oct 2012	Nov 2012	Dec 2012	Mars 2013	Avril 2013	Mai 2013	Juin 2013	Juil 2013	Août 2013	Sept 2013	Indéterminé	Total
BL			5				1	38	81	7	5		137
LM	34	3	5	1	2	13	24	29	8	6		2	127
Total	34	3	10	1	2	13	25	67	89	13	5	2	264

Tableau 7 : Effectifs et outils de captures des silures en Basse Loire et en Loire Moyenne

Engin (maille en mm)	Gui-deau	Ver-veux (27)	Ver-veux (40)	Ver-veux (50)	Filet dérivant (55)	Filet dérivant (65)	Filet fixe (45)	Filet fixe (50)	Filet fixe (55)	Filet fixe (125)	Senne de plage (10)	Cor-dée	**Total**
Captures BL	5	84	25	5	13	0	0	3	0	2	0	0	**137**
Captures LM	9	0	48	0	7	2	6	1	7	5	35	7	**127**
Total	**14**	**84**	**73**	**5**	**20**	**2**	**6**	**4**	**7**	**7**	**35**	**7**	**264**

Quel que soit le site, la majorité des silures a été capturée avec des verveux à raison de 83% pour la Basse Loire et 43% pour la Loire Moyenne (Tableau 7). En 2013, les hautes eaux ont rendu les conditions de pêche aux filets dérivant et fixe peu faciles, aussi les verveux ont été privilégiés et ont fourni une majorité d'individus. En Basse Loire, les verveux à maille de 27 mm ont fourni la majorité des individus. Cependant, ne disposant pas des occurrences d'utilisation des engins, ni de tous les efforts de pêche, avec ou sans capture, il n'est pas possible de fournir l'efficacité d'un outil ni une capture par effort de pêche pour chaque type d'outil.

Tableau 8 : Type d'outil de capture et caractéristiques de taille des silures échantillonnés pour la Basse Loire et la Loire moyenne (échantillons d'effectifs >14 individus)

Engin (maille en mm)	Guideau	Verveux 27	Verveux 40	Filet dérivant 55	Senne de plage 10
Nombre individus	14	84	73	20	35
Min-max (cm)	7,9 - 17,5	14,5 - 83	9,7 - 185	72 - 251	16,5 - 43,5
Moyenne (cm)	12,5	28,0	68,5	149,0	24,9
Ecart type (cm)	2,3	10,6	45,0	60,0	6,8

Tableau 9 : Saisonnalité des outils d'échantillonnage et nombre de poissons capturés

Mois de capture	Juil 2012	Oct 2012	Nov 2012	Dec 2012	Mars 2013	Avril 2013	Mai 2013	Juin 2013	Juil 2013	Août 2013	Sept 2013	Indét	Total
Guideau		3	10	1									14
Verveux						11	13	49	75	10	3	1	162
Filet dérivant						2	1	7	11			1	22
Senne de plage	35												35
Filet fixe					2		11	9			2		24
Cordée								1	3	3			7
Total	35	3	10	1	2	13	25	66	89	13	5	2	264

Le guideau, dans le chenal, à l'automne, a fourni des individus de petite taille (Tableau 8, Tableau 9). La senne de plage a permis d'échantillonner des jeunes individus en période estivale dans des habitats de type plage et bordure de chenaux secondaires. Les verveux et filets fixes, généralement déposés le long de berges ou d'îles ou en bout d'épis pour la Basse Loire, ont permis d'échantillonner une très grande gamme de taille de poissons sur la plus longue période, d'avril à septembre. Les filets dérivants, qui opèrent dans le chenal, et en raison de leurs grandes mailles (55 et 65 mm), ont sélectionné des grands individus, d'une taille moyenne de 149 cm. **L'échantillonnage pratiqué lors de cette étude a permis de prospecter différents types d'habitats en Loire mais aussi d'appréhender toute la gamme de taille que peut prendre le silure.**

Enfin, les tailles des individus capturés dans les verveux à mailles de 27 mm sont significativement plus petits que ceux capturés dans des verveux à mailles de 40 mm (test F, $F= 0,055$, $p< 0,0001$).

1.2.3) Caractéristiques des silures

1.2.3.1) Tailles – masses – sexe

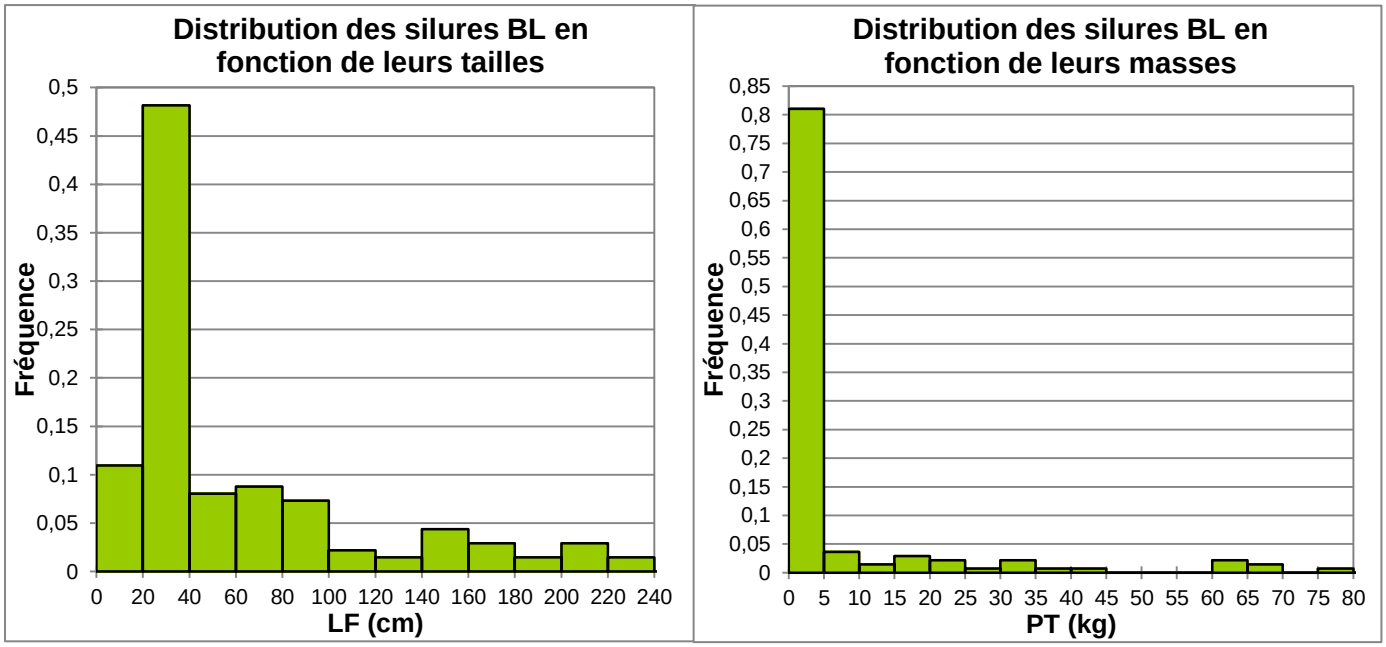


Figure 21 : <u>Distribution des silures capturés en BL en fonction de leurs tailles et de leurs masses (fréquences)</u>

L'échantillonnage comprend de nombreux individus de petite taille, et donc de faible masse, presque la moitié des silures pêchés mesurant entre 20 et 40 cm (Figure 21). La moitié des individus mesure moins de 31 cm, pour un poids de 175 g ou moins. Les silures de plus d'un mètre ne représentent que 17% des poissons capturés (23 silures), répartis en faible proportion entre 1 m et 2,40 m. 65% des spécimens pêchés pèsent moins de 1 kg et 80% pèsent moins de 5 kg. Les silures restant (20%) pèsent entre 5 et 80 kg. Seulement ¼ des individus fait plus de 77 cm et 3,05 kg. Le plus petit silure mesure 11,8 cm pour 12 g et le plus grand 238 cm pour presque 80 kg.

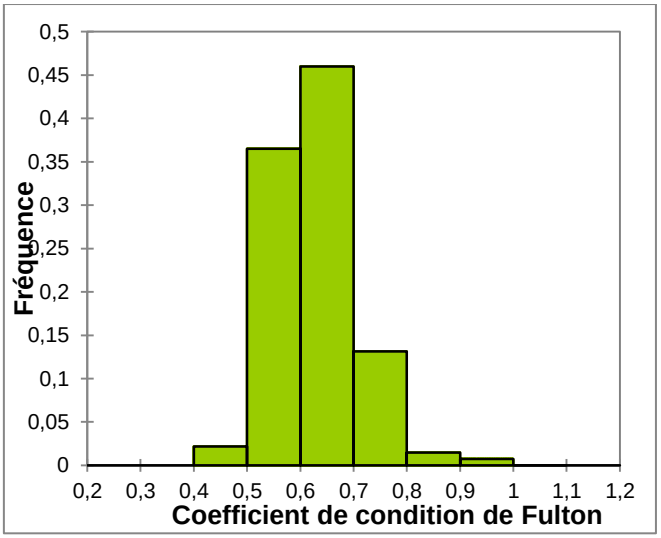


Figure 22 : <u>Distribution des silures capturés en BL en fonction de leurs coefficient de condition de Fulton (fréquences)</u>

Le coefficient de Fulton le plus fréquent pour les silures de la BL est compris entre 0,5 et 0,7 (83%), avec 46% qui ont un K entre 0,6 et 0,7 et 37% entre 0,5 et 0,6 (Figure 22). Il n'y a que 3 silures qui ont un K assez faible. 18 silures (13%) ont un K compris entre 0,8 et 0,9 et 3 silures ont un K supérieur à 0,9. Cette vingtaine d'individus sont les silures les plus gras. Les silures échantillonnés étaient en bonne santé.

Pour ce qui est des silures capturés en LM le même type de résultat est retrouvé avec des valeurs légèrement plus hautes. Pour les 127 individus, la moitié mesure moins de 40 cm et 378 g. Ils sont ¼ à dépasser le mètre et faire plus de 7,5 kg. Le plus petit silure fait 7,9 cm pour 4 g et le plus grand 251 cm pour 92 kg. Plus de la moitié des individus pêchés en LM fait moins de 40 cm et pèse moins de 1 kg. En proportion les silures pêchés en LM sont un peu plus grands et un peu plus lourds que ceux attrapés en BL. Les valeurs sont plus fortes car au niveau des méthodes d'échantillonnage les pêcheurs ont plus capturé de silures au filet ou au verveux à grande maille en LM qu'en BL. De plus, la période de capture a été plus grande pour la LM, avec notamment des pêches en juillet 2012. Les coefficients de condition de Fulton des silures de la LM, sont aussi légèrement plus hauts que pour la BL. 20% des 127 silures ont un K compris entre 0,5 et 0,6 ; 41% ont un K entre 0,6 et 0,7 ; 22% ont un K compris entre 0,7 et 0,8 et enfin 15% des silures ont un K supérieur à 0,8. Les silures échantillonnés sont donc un peu plus gras que ceux de la BL.

La comparaison des variables taille et masse des deux échantillons montre que ces valeurs sont identiques entre les deux sites BL et LM (test de Mann-Whitney ; LF : U = 8433,5, p=0,668 ; PT : U =8427, p=0,661).

La combinaison des deux échantillons montre que sur les 264 silures pris en compte, la moitié mesure moins de 33,6 cm et pèse moins de 250 g. Seulement ¼ de ces silures mesure plus de 88 cm et pèse plus de 4,5 kg.

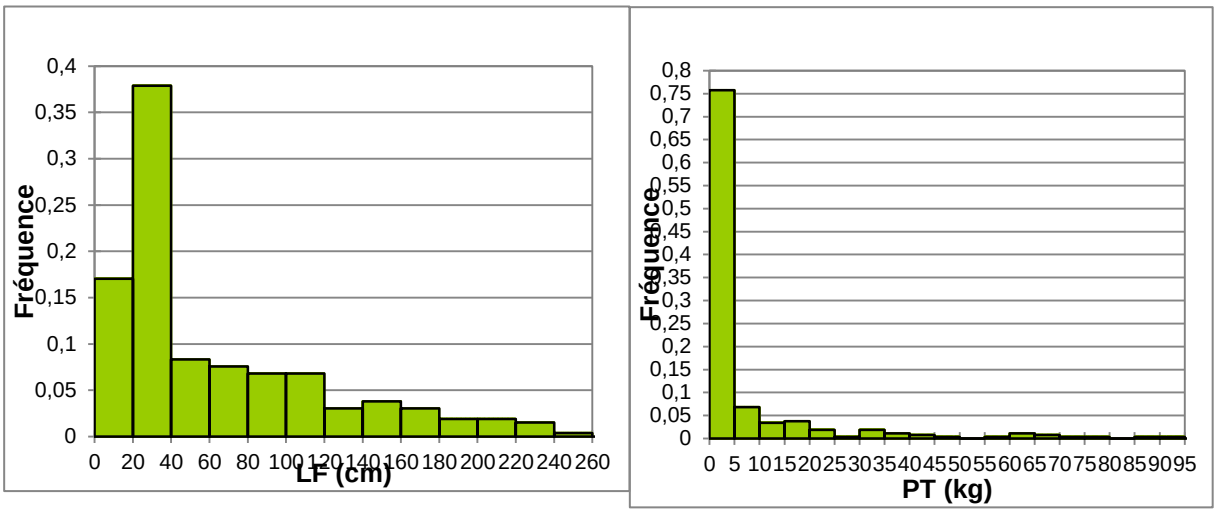


Figure 23 : <u>Distribution des silures capturés en Loire en fonction de leurs tailles et de leurs masses (fréquences)</u>

55% des silures mesurent moins de 40 cm et 76% pèsent moins de 5 kg (dont une majorité pesant moins de 1 kg). Ils sont 23% à mesurer entre 40 et 100 cm et 22% à mesurer plus d'un m (jusqu'à 251 cm). Au niveau des masses ils sont 83% à peser entre 1 et 10 kg et seulement 17% à peser plus de 10 kg (jusqu'à 92 kg) (Figure 23).

Le plus grand échantillonnage des petits individus est dû aux outils utilisés, les verveux à mailles de 27 mm et la senne de plage, à une plus grande accessibilité des individus de petite taille mais aussi à leur fréquence dans la population.

Sur les 264 silures échantillonnés, 44% ont un K compris entre 0,6 et 0,7 (Figure 24). Cet intervalle semble être le K le plus fréquent chez les silures. La majeure partie des autres silures ont un K de 0,5 à 0,6 (28%) ou de 0,7 à 0,8 (17%). Presque 90% des silures ont donc un coefficient de 0,5 à 0,8. Très peu de silure sont maigres (6), ils sont plus nombreux à être gras (22). Globalement les silures échantillonnés étaient bien portant.

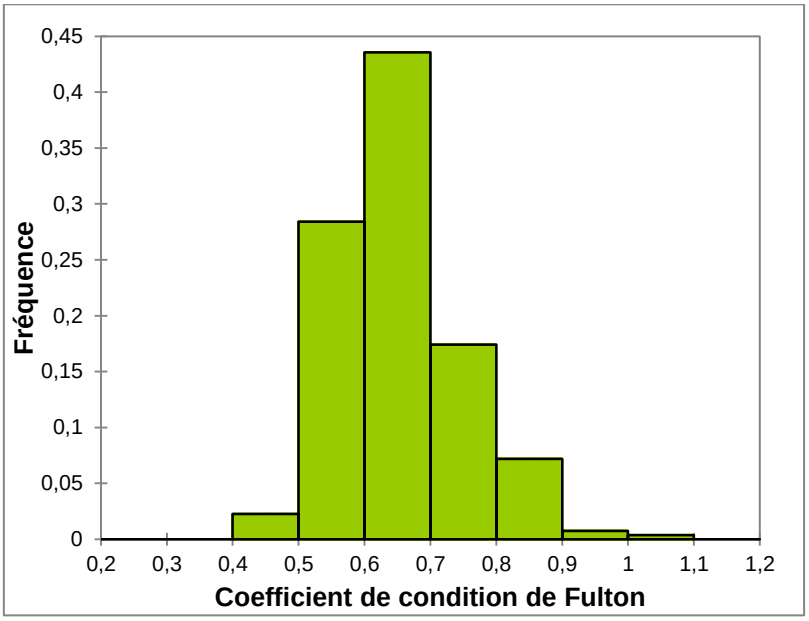


Figure 24 : Distribution des silures capturés en Loire en fonction de leurs coefficients de condition de Fulton (fréquences)

Au niveau du sexage de grosses difficultés ont été rencontrées. En effet, ce sont les pêcheurs professionnels qui ont majoritairement sexé les silures et la consigne était claire : ne rien indiquer s'il y avait une difficulté à déterminer le sexe. Le sexage n'est pas aisé hors de la période de reproduction et surtout quasi impossible pour les individus de petite taille sans observation de la cavité abdominale avec une loupe binoculaire. Presque deux tiers des individus n'ont pu être sexés (Tableau 10).

Tableau 10 : Proportions de silures sexés pour les différents échantillonnages

	Silures BL	Silures LM	Silures BL+LM
Indéterminé ou immature	97 70,8%	76 59,8%	173 65,5%
Mâle	17 12,4%	26 20,5%	43 16,3%
Femelle	23 16,8%	25 19,7%	48 18,2%

En combinant les deux échantillons BL et LM, 43 silures mâles et 48 silures femelles sont ainsi identifiés. Dans les deux cas, les échantillons sexés présentent des distributions de taille différentes de celles observées pour l'ensemble des individus, les petits poissons (LT< 40 cm) sont sous représentés (Figure 25) avec 9 mâles et 6 femelles faisant entre 20 et 40 cm. Les plus grands individus (>180 cm) sont surtout des mâles (2 femelles et 13 mâles).

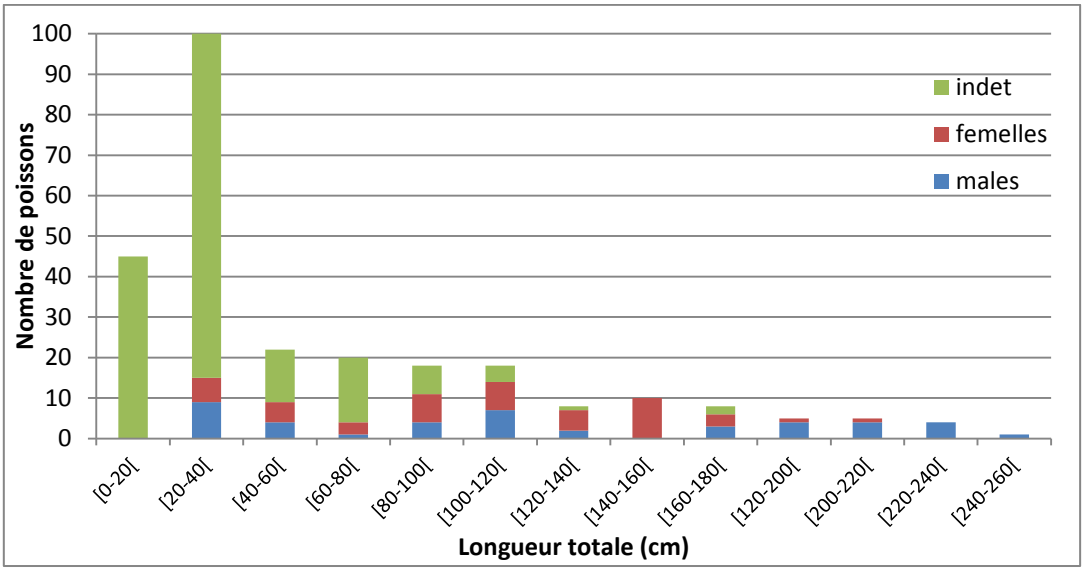


Figure 25 : Distributions des tailles des silures mâles, femelles et indéterminés

L'attribution du sexe chez les silures n'apparait pas simple. Elle est même peu fiable chez les individus de petite taille par voie externe et peu évidente par voie interne. Chez les individus d'une taille supérieure à 100 cm, elle apparait correcte mais encore insuffisante puisque 88% de ces grands individus se sont vu attribué un sexe.

1.2.3.2) Relations taille-masse

Relation taille-masse pour la Basse Loire (137 individus)

La taille et la masse des silures échantillonnés en BL sont très fortement corrélées (rs= 0,995, p< 0,0001) (Figure 26). La relation est de type exponentiel.

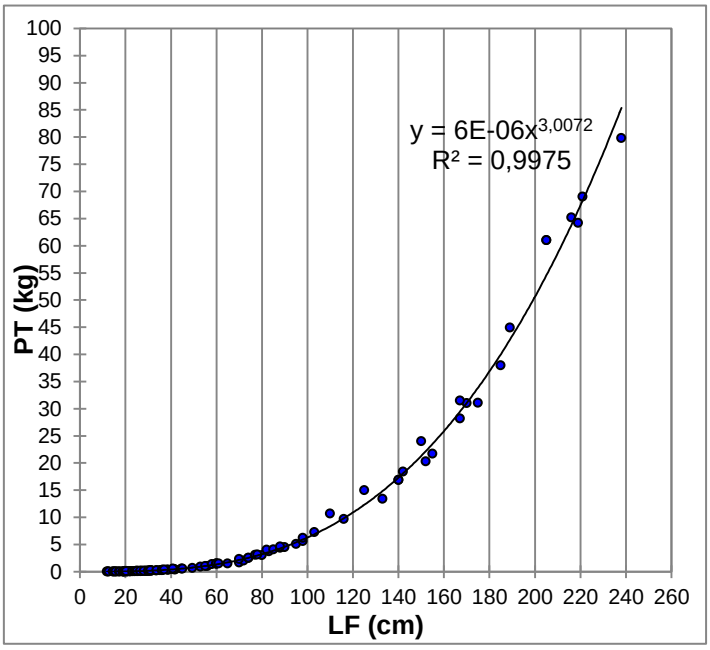


Figure 26 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en BL

Relation taille-masse pour la Loire Moyenne (127 individus)

La taille et la masse des silures échantillonnés en BL sont très fortement corrélées (rs= 0,998, p< 0,0001) (Figure 27). La relation est de type exponentiel.

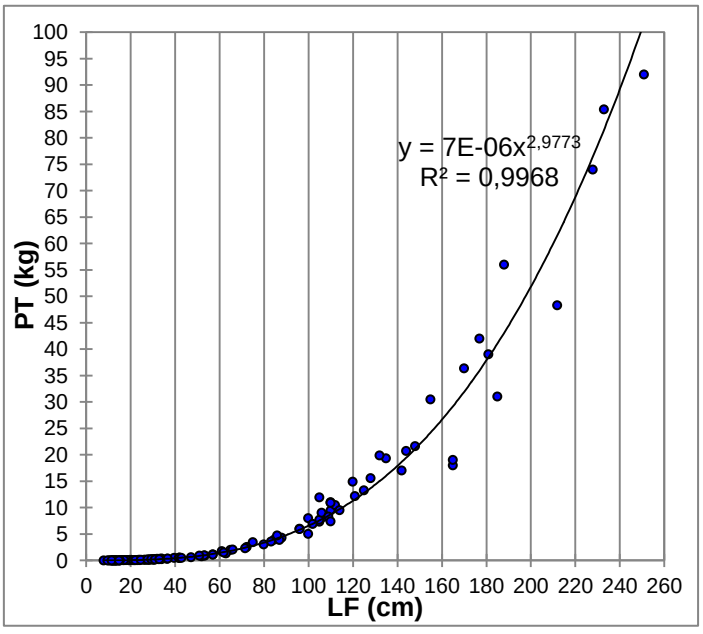


Figure 27 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en LM

La régression de la LM est légèrement plus haute que pour la BL. En effet, pour un individu de 2 m le poids est d'environ 50 kg pour la BL et d'environ 52 kg pour la LM.

Relation taille-masse pour les silures échantillonnés en Loire (264 individus) (Figure 28)

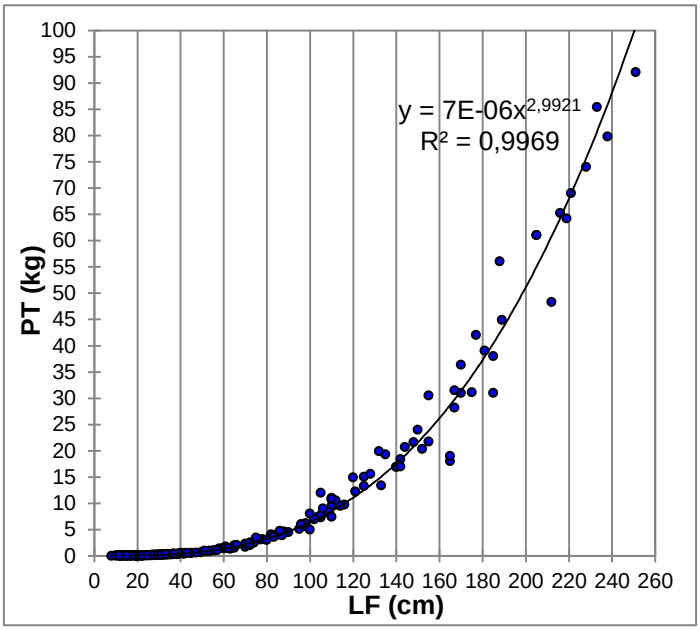


Figure 28 : Relation taille-masse des silures échantillonnés en Loire

Les données de BL et de LM n'étant pas différentes, lorsqu'elles sont regroupées, la régression est toujours excellente avec R^2 = 0,9969 et la variabilité de croissance allométrique est très faible (Figure 28). Les silures pèsent moins d'un kilo jusqu'à environ 50 cm et commencent à prendre beaucoup de poids après avoir atteint la taille d'un mètre. Une clef taille masse peut ainsi être proposée (Tableau 11).

Tableau 11 : Estimation du poids d'un silure en fonction de sa taille en Loire

Tailles (m)	0,08 – 0,1	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5 – 0,6	0,6 – 0,7
Masses (kg)	0,004 – 0,007	0,007 – 0,05	0,05 – 0,180	0,180 – 0,4	0,4 – 0,8	0,8 – 1,5	1,5 – 2,5

Tailles (m)	0,7 – 0,8	0,8 – 0,9	0,9 – 1	1 – 1,2	1,2 – 1,4	1,4 – 1,6	1,6 – 1,8
Masses (kg)	2,5 – 3,5	3,5 – 5	5 – 6,5	6,5 – 11	11 – 17,5	17,5 – 26	26 – 37,5

Tailles (m)	1,8 – 2	2 – 2,2	2,2 – 2,4	>2,4
Masses (kg)	37,5 – 51	51 – 68	68 – 88	NC

Croissance chez les silures mâles et femelles (Figure 29)

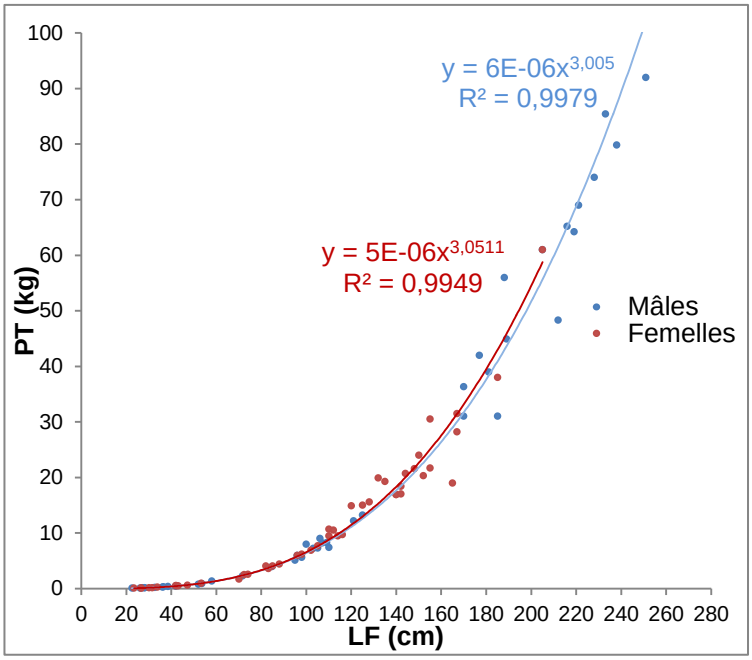


Figure 29 : Relation taille-masse pour les silures sexés en Loire

Les deux courbes sont très proches et plus de 99% de la variation en taille est expliquée par les variations de masse des individus (Figure 29). Une légère différence, néanmoins significative, existe entre les mâles et les femelles surtout à partir de 140-160cm (ANCOVA, F=243.55, p=0.0001).

1.2.3.3) Estimation de l'âge des silures en Loire

Les attributions d'âge ont été réalisées à partir des otolithes de 58 individus dont 23 pour lesquels les vertèbres étaient disponibles.

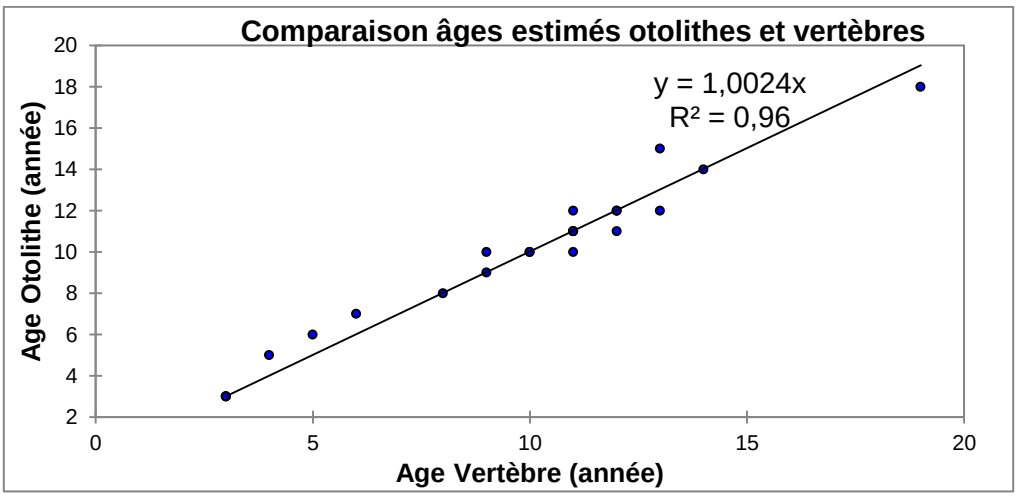


Figure 30 : Comparaison de l'âge estimé de 23 silures via les otolithes et les vertèbres

Les estimations d'âge varient entre 0 et 18 ans pour les otolithes et 0 à 19 ans pour les vertèbres. La relation obtenue montre une excellente corrélation (R^2=0,96) avec une légère surestimation de l'âge obtenu par les otolithes par rapport à celui obtenu par les vertèbres (Figure 30).

Une bonne relation entre la taille du silure et le plus grand diamètre sagittal de l'otolithe est également obtenue, montrant que la croissance de l'otolithe s'infléchit pour les individus de grande taille, ce qui est observé classiquement chez les poissons. La faible variabilité du diamètre sagittal pour les tailles inférieures à 60 cm est à noter (Figure 31).

Une excellente relation polynomiale entre les âges estimés et le diamètre sagittal de l'otolithe est observée (Figure 32). Une inflexion de la courbe à partir de 12-13 ans avec un plafonnement du diamètre à 7-8000 µm est visible (R^2 = 0,8907).

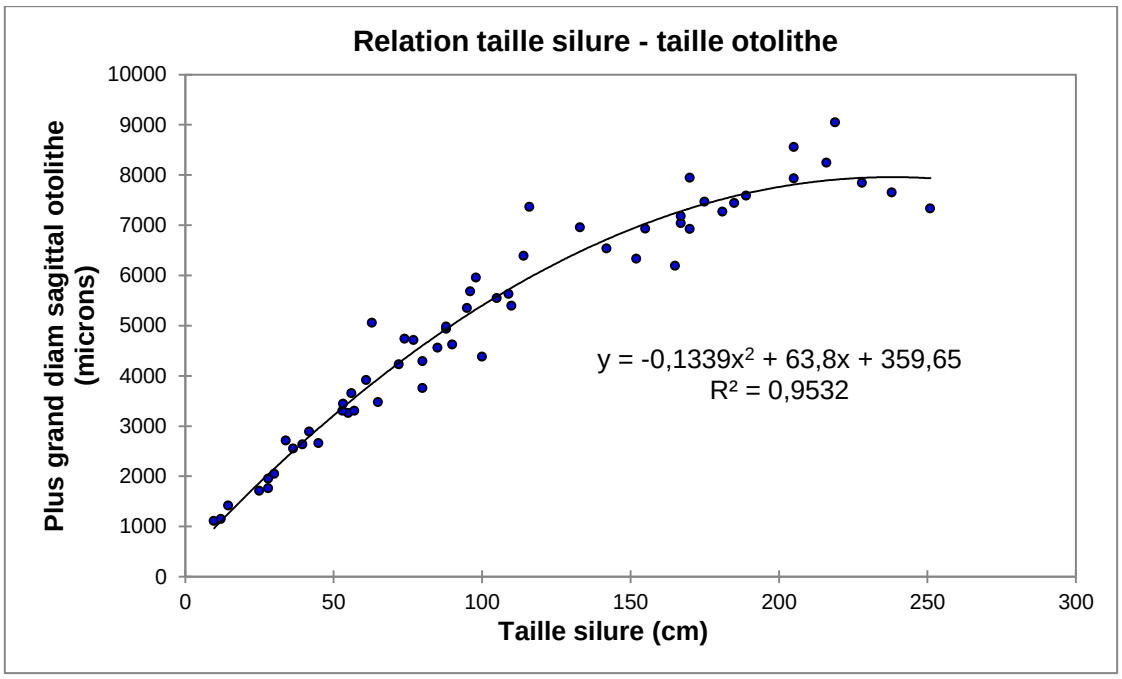


Figure 31 : <u>Relation entre la longueur des silures et le plus grand diamètre sagittal des otolithes</u>

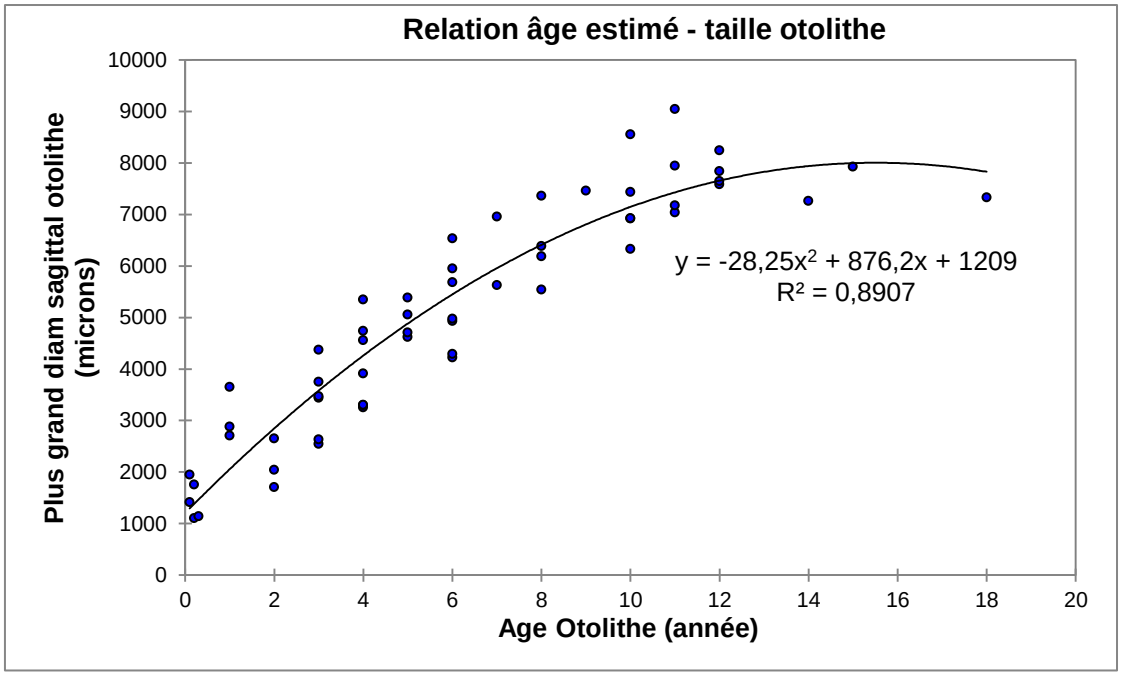


Figure 32 : Relation entre l'âge estimé des silures et le plus grand diamètre sagittal des otolithes

L'inflexion des courbes observée sur les figures 31 et 32, indiquant un ralentissement de la croissance des otolithes pour les grandes tailles de silures (à partir de 200 cm), confirme que la lecture est plus délicate pour des poissons de grande taille.

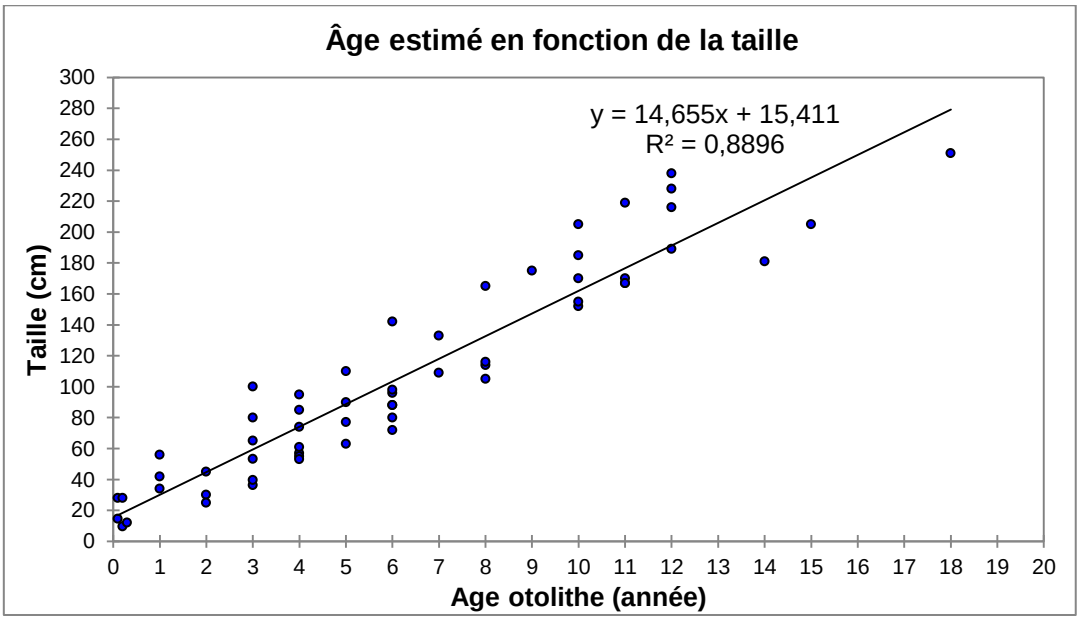


Figure 33 : Relation taille-âge estimée pour 58 silures échantillonnés en Loire

Enfin, la relation taille-âge estimée à partir de l'otolithe montre une bonne corrélation linéaire avec cependant de grosses variabilités de taille pour une même valeur d'âge (Figure 33).

Néanmoins, l'attribution d'âge est tout à fait possible aussi bien à partir des otolithes que des vertèbres et montre que les silures peuvent atteindre des âges très élevés eu égard aux autres espèces de poissons, jusqu'à 18 ans.

1.2.4) Place dans le réseau trophique

1.2.4.1) Contenus stomacaux

L'indice de remplissage des 274 (264+10) individus échantillonnés pour les contenus stomacaux est de 26,5%, 47 individus avait un estomac non vide. La distribution en taille des deux échantillons diffère significativement (Figure 34), les classes [60-80 cm[et > 100cm sont sur représentés dans l'échantillon des individus à l'estomac non vide.

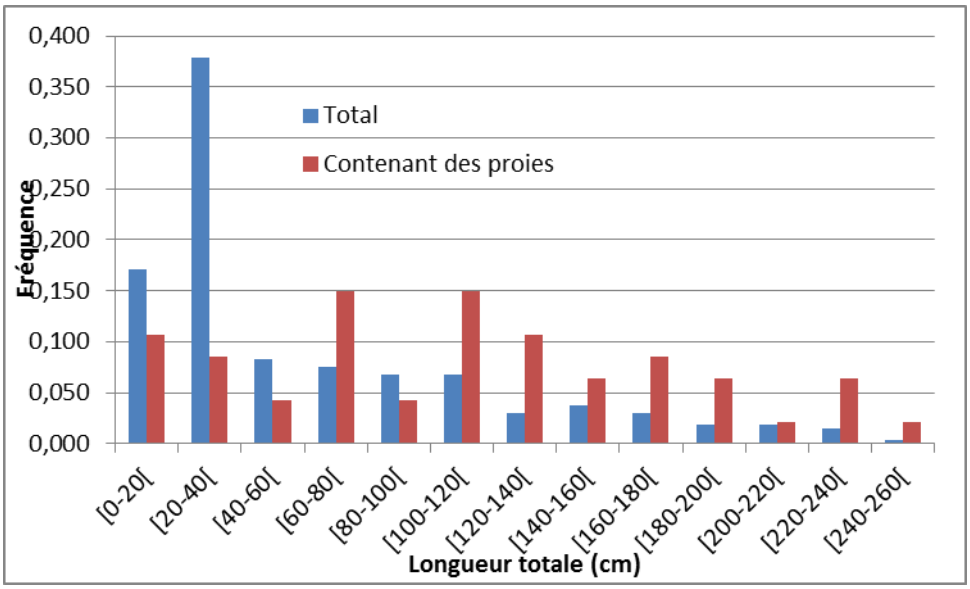


Figure 34 : Fréquences des tailles de l'ensemble des silures (rouge) et de ceux ayant un estomac plein (bleu)

Ainsi, les tailles moyennes et médianes de l'échantillon d'individus ayant l'estomac plein sont de 110 cm alors que la médiane de l'ensemble des individus est à 33,6 cm. De même, les masses sont beaucoup plus élevées avec une médiane à 9,7 kg alors qu'elle se situe à 0,25 kg dans l'échantillon total. Les poissons contenant des proies sont plus « arrondis » que les autres, leurs coefficient de condition est significativement plus élevé, 0,700, contre 0,648 pour l'ensemble des individus (test t, t=-3,383, p=0,001).

L'attribution des sexes (mâles, femelles et indéterminés) des poissons conservés pour leurs contenus stomacaux est identique à celle observée pour l'ensemble des individus (X^2 = 0,92, ddl =2, p=0,631).

Les silures dont les estomacs contenaient des proies ont été capturés de mars à juin, période de migration des aloses, lamproies, saumon, anguille et mulet pour 55% d'entre eux et l'ont été avec l'ensemble des outils de capture. Les individus capturés en août, 10,6%, proviennent des pêches à la senne de plage et ceux de novembre, 10,6 %, proviennent des guideaux.

Le ratio d'individus à l'estomac plein/nombre total d'individus est très variable d'un mois de capture à l'autre (Figure 35), les mois de juin et juillet présentant les valeurs les plus faibles. La valeur maximale de 1 en mars s'explique par le très faible nombre d'individu, deux.

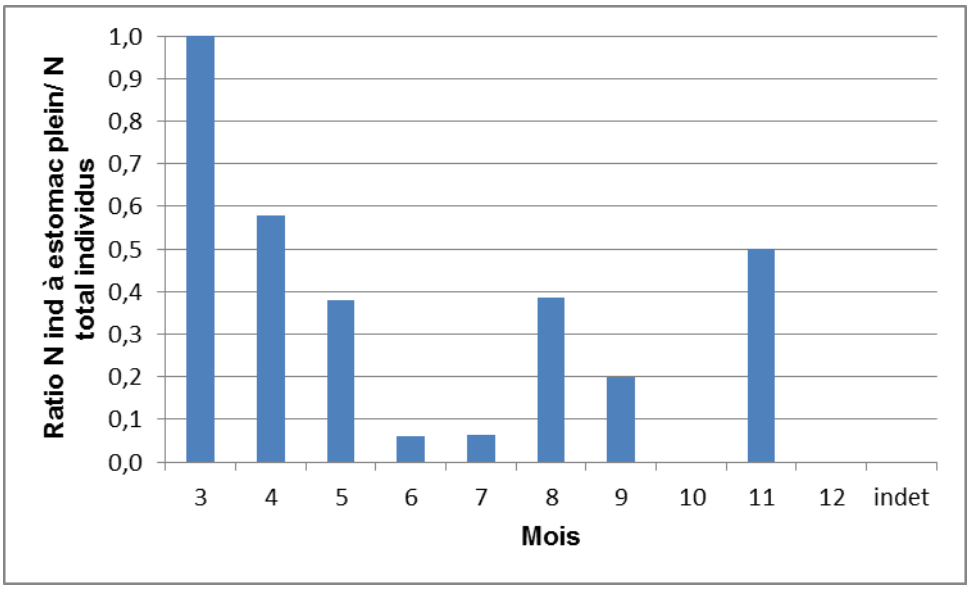


Figure 35 : Ratio du nombre de silures ayant un estomac plein/ensemble des silures en fonction de leur date de capture

Globalement, le spectre alimentaire des silures de longueur totale comprise entre 11 et 251 cm est très large et contient 24 taxons proies appartenant aux invertébrés benthiques, écrevisses, poissons holobiotiques d'eau douce et migrateurs amphihalins tels que le saumon atlantique, la grande alose, la lamproie marine, le mulet. S'y ajoutent quelques oiseaux, canard colvert, grèbe huppé et poule d'eau, et un mammifère en l'espèce du rat (*Rattus norvegicus*) (Figures 36 et 37). Trois cents quarante-huit (348) proies pour une biomasse totale de 39,2 kg ont été collectées et identifiées, les poissons et cyclostomes (lamproies) dominant largement en occurrence, fréquence et biomasse (Figures 37, 38 et 39, Annexe 3). Parmi les poissons migrateurs proies, le mulet est l'espèce présentant la plus forte occurrence, 8 fois pour 11 individus consommés, 3 silures avaient consommé deux mulets en même temps. Suivent les lamproies marines et les aloses avec une occurrence de 4 fois pour chacune des deux espèces. Parmi les espèces holobiotiques d'eau douce, l'occurrence maximale revient aux cyprinidés non identifiables avec 8 fois pour 28 poissons, puis du gardon avec 4 fois contre 3 fois pour le carassin, le chevaine et les ablettes (87

individus). Pour les invertébrés, l'occurrence maximale est de 7 pour l'écrevisse *O. limosus* (9 individus consommés) et les insectes (27 individus). Les corbicules, consommées 5 fois, comptent 127 individus dont 84 consommées par le même silure.

Figure 36 : Types de proies consommées par le silure. De gauche à droite, alose, ablettes et grèbe huppé, gardon et corbicules, saumon atlantique

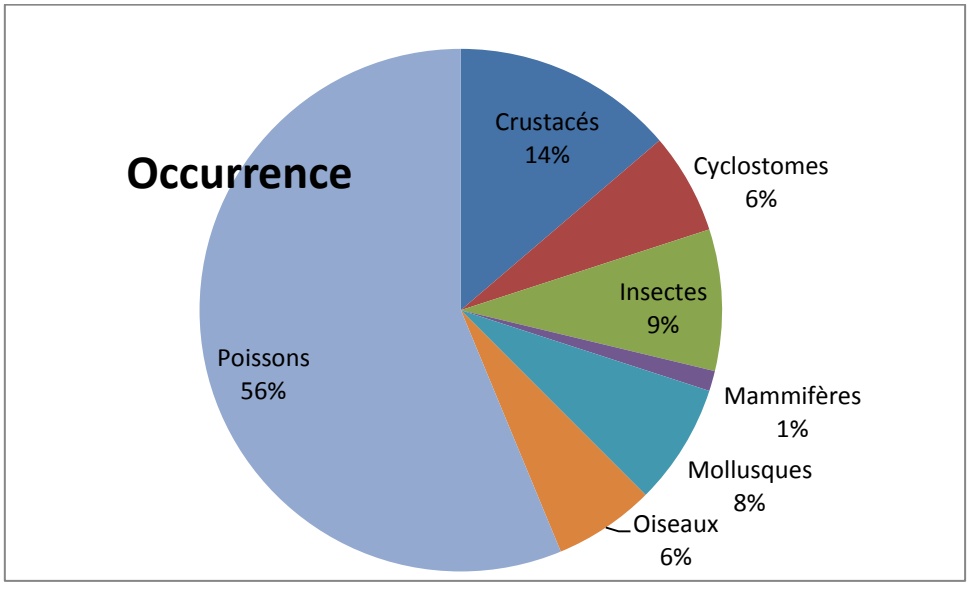


Figure 37 : Occurrences relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)

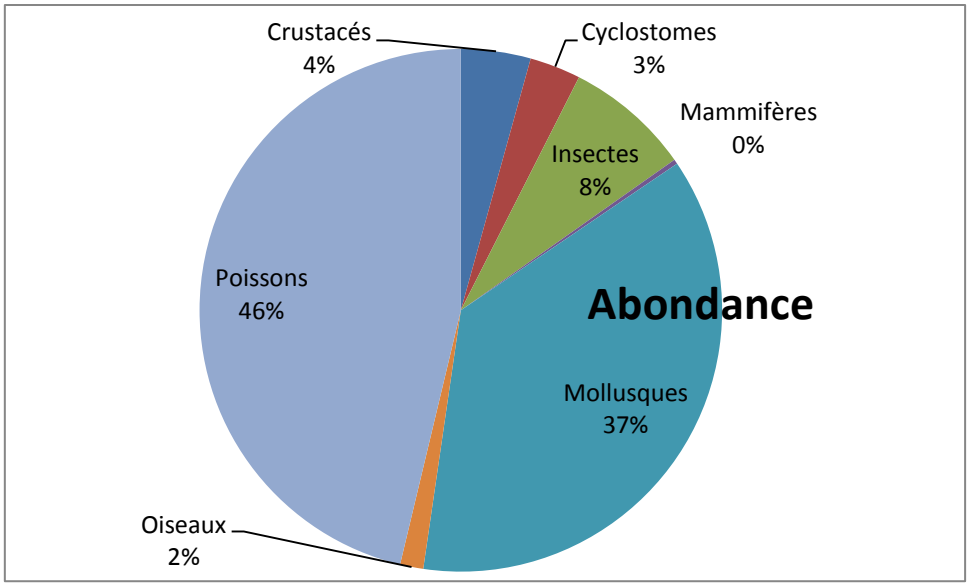


Figure 38 : Abondances relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)

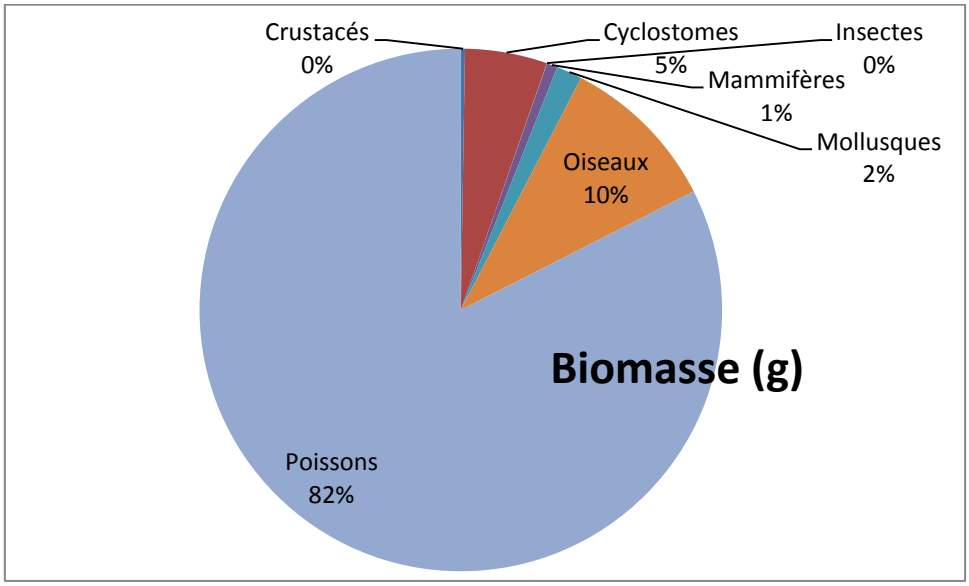


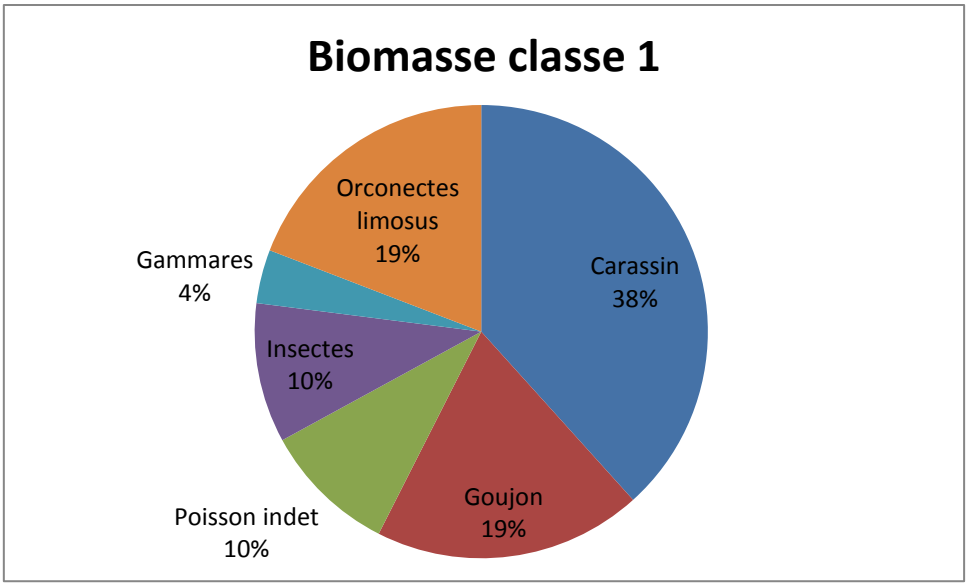
Figure 39 : Biomasses relatives des types de proies consommées par l'ensemble des silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)

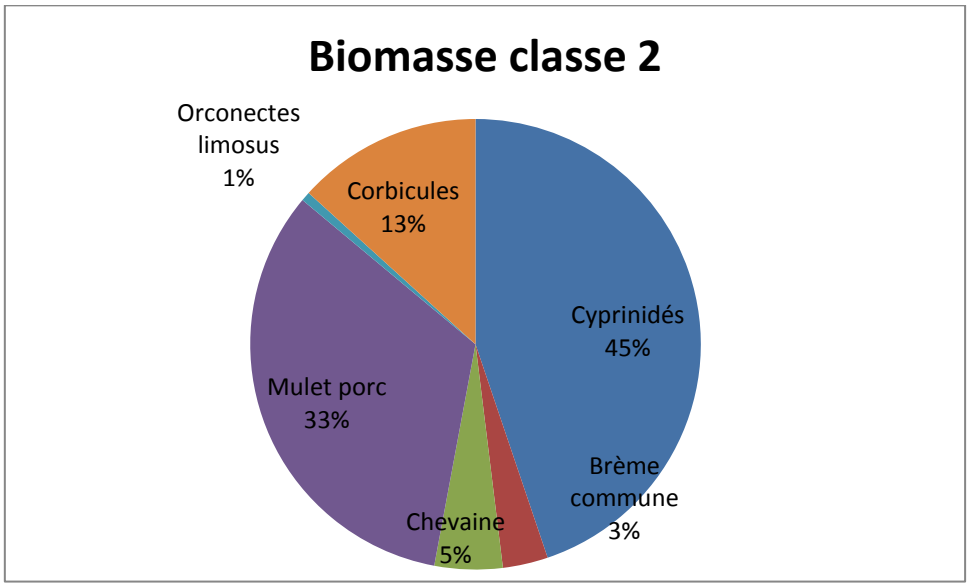
Quelle que soit sa taille, l'alimentation du silure est assez variée puisque sur les 24 taxons, 6 au moins sont consommés par une classe de taille. Le nombre de taxons consommé augmente avec la taille du prédateur (Tableau 12). Chaque individu a consommé au moins une proie, le maximum observé est de 85 chez un individu de 185 cm de long qui avait ingéré 85 mollusques dont 84 corbicules. L'occurrence des proies est identique pour les silures de taille inférieure à 120 cm puis elle double quasiment entre les classes 80–180 cm (Tableau 12). Enfin, les biomasses totales de proies augmentent avec la taille des prédateurs.

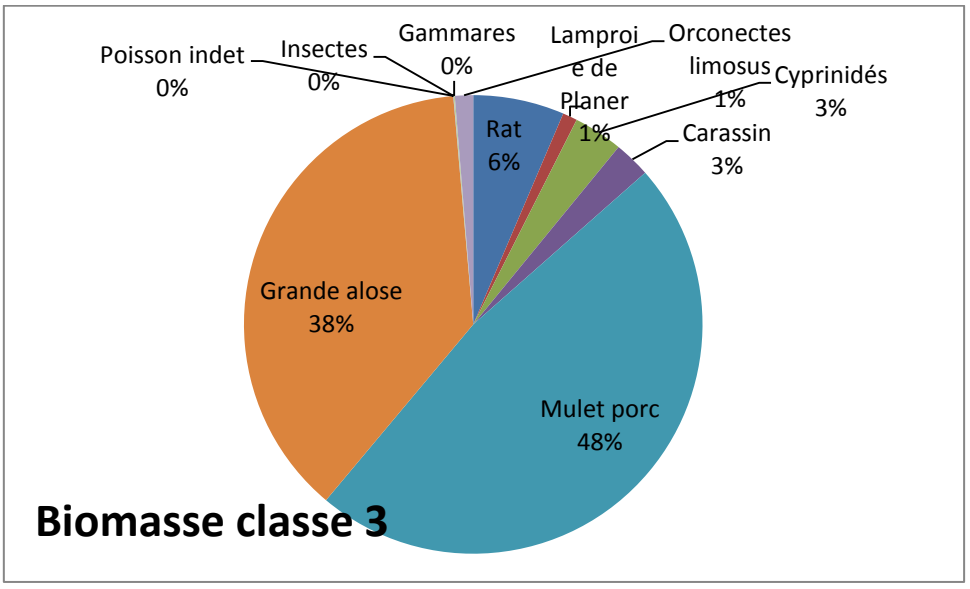
Tableau 12 : Caractéristiques des classes de taille de silure et de leurs proies (N silures=47)

N° classe	Classe de taille	N silures	Occurrence des proies	Abondance des proies	Biomasse totale des proies (g)	Nbre de taxons consommés	H' biomasse de proies	E biomasse de proies
1	[0 -40 cm[	9	12	36	52	6	2,28	0,88
2	[40 -80 cm[	9	12	58	1510	6	1,85	0,72
3	[80 -120 cm[	9	13	24	3892	10	1,76	0,53
4	[120 -180 cm[	12	25	44	16325	14	2,45	0,64
5	> = 180 cm	8	17	185	15986	12	2,02	0,56

La diversité des biomasses consommées varie selon la classe de taille (Tableau 12) avec une valeur maximale pour la classe [0-40 cm[où les individus ont consommé à 67% des poissons et à 33% des invertébrés (Figure 40, classe 1). Dès la classe [40-80 cm[, les poissons dominent largement et une espèce amphihaline apparait, le mulet qui compte pour 33% de la biomasse (Figure 40, classe 2). L'individu ayant consommé un petit mulet a une taille de 76 cm. Les silures d'une taille comprise entre 80 et 120 cm ont une biomasse moins diversifiée (Figure 40, classe 3) où les migrateurs amphihalins, alose et mulet représentent 86% de la biomasse. A noter la capture d'un rat. La diversité maximale des biomasses est observée classe 4 (Figure 40, classe 4 et Tableau 12). Les espèces migratrices, alose et mulet, auxquelles s'ajoute la lamproie marine, représentent 73% de la biomasse ingérée. Deux espèces d'oiseau aquatiques, le grèbe huppé et la poule d'eau, ainsi que des invertébrés complètent la gamme de proies. Les plus grands silures (≥ 180 cm) ont une distribution de biomasse très proche de celle des poissons de la classe 4 avec oiseaux, poissons amphihalins, le saumon apparait alors (Figure 40, classe 5).


Biomasse classe 1
Orconectes limosus 19%
Carassin 38%
Gammares 4%
Insectes 10%
Poisson indet 10%
Goujon 19%


Biomasse classe 2
Orconectes limosus 1%
Corbicules 13%
Cyprinidés 45%
Mulet porc 33%
Brème commune 3%
Chevaine 5%


Poisson indet 0%
Insectes 0%
Gammares 0%
Lamproie de Planer 1%
Orconectes limosus 1%
Cyprinidés 3%
Rat 6%
Carassin 3%
Grande alose 38%
Mulet porc 48%
Biomasse classe 3

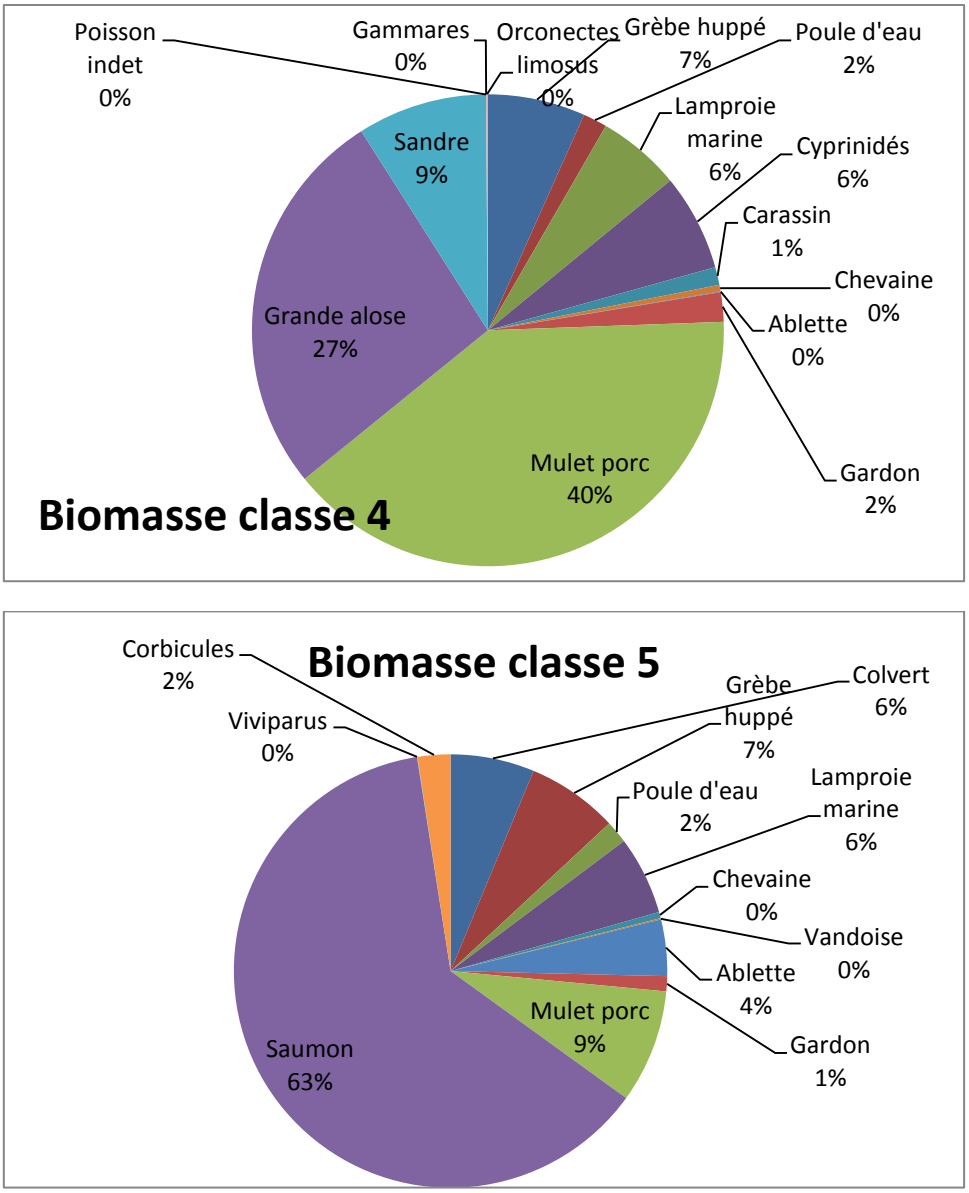


Figure 40 : <u>Biomasses relatives des différents taxons proies pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)</u>

Le ratio de biomasse (biomasse de proies/biomasse de silure) (Figure 41) diffère selon la classe de taille, il est maximal pour la classe [40-80 cm[. La biomasse moyenne consommée par individu augmente avec la taille selon une fonction puissance (F= 34.299, p=0.01, Figure 42).

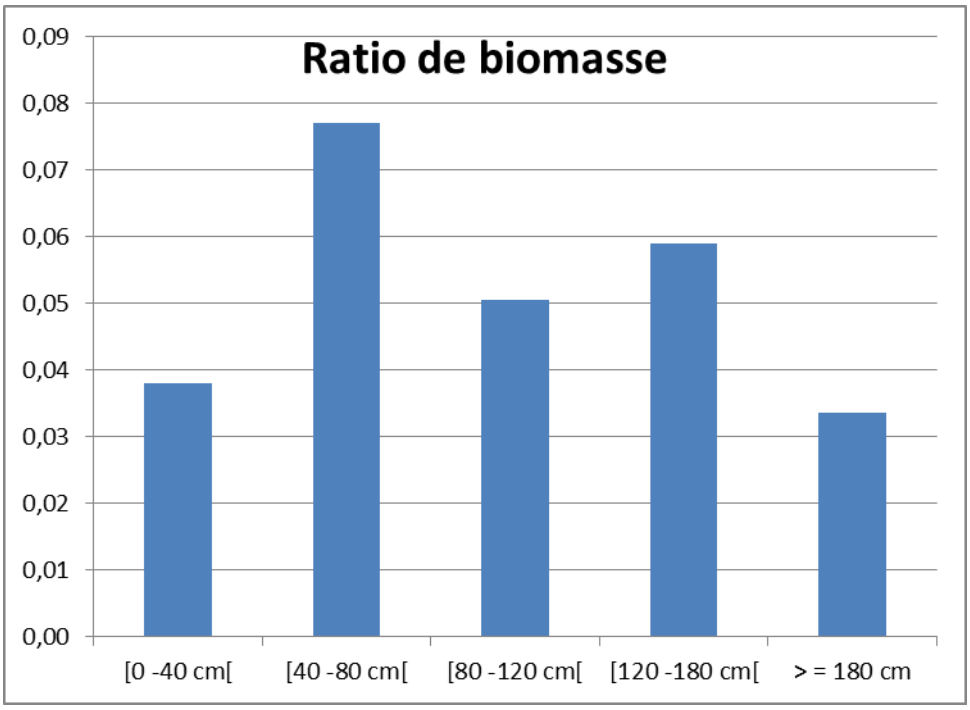


Figure 41 : Ratio de biomasse (biomasse de proies/biomasse de silure) pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)

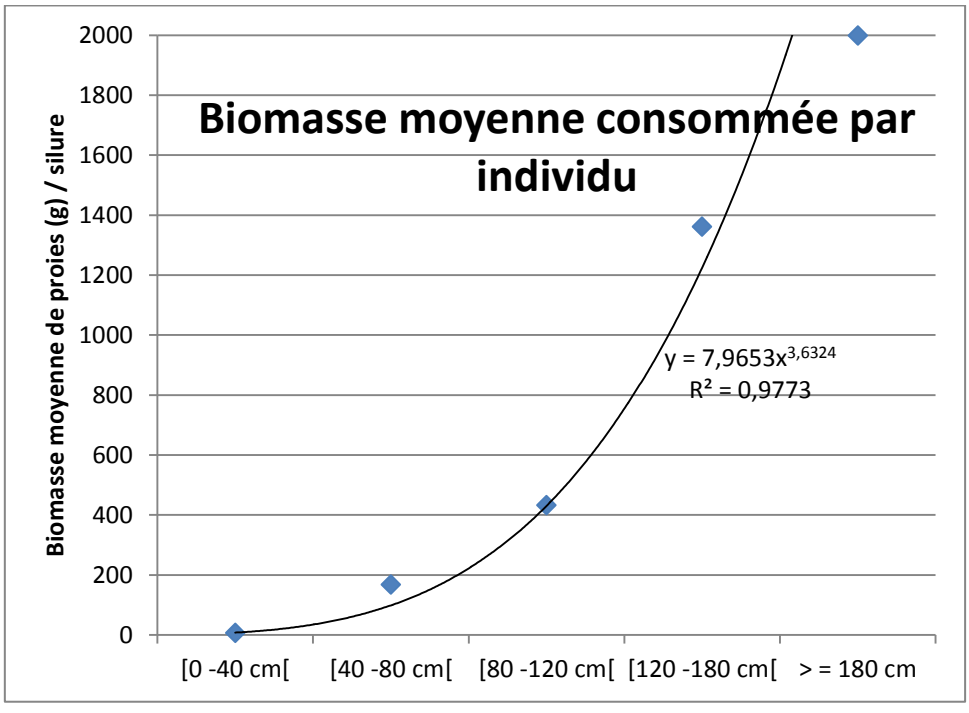


Figure 42 : Biomasses moyennes de proies pour les 5 classes de taille de silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne (N silures=47)

1.2.4.2) Analyses isotopiques

Parmi les 264 silures échantillonnés, 125 soit 47.3%, des individus, ont fourni des échantillons utilisables pour les analyses isotopiques alors que les échantillons de proies ont permis de disposer de 47 individus (Tableaux 13 et 14).

Tableau 13 : Distribution en classes de taille des silures utilisés pour les analyses isotopiques en basse Loire et en Loire moyenne

	LM	BL	Total isotopes	Total proies
Classes de taille	Nombre d'individus	Nombre d'individus		
1	10	26	36	9
2	15	13	28	9
3	15	9	24	9
4	14	5	19	12
5	10	8	18	8
total	64	61	125	47

Tableau 14 : Distribution selon la période d'échantillonnage des silures utilisés pour les analyses isotopiques en basse Loire et en Loire moyenne

	LM	BL	Total isotopes	Total proies
Classes de période d'échantillonnage	Nombre d'individus	Nombre d'individus		
1	14	0	14	13
2	18	28	46	15
3	31	33	64	14
4	0	0	0	5
Non connu	1		1	
total	64	61	125	47

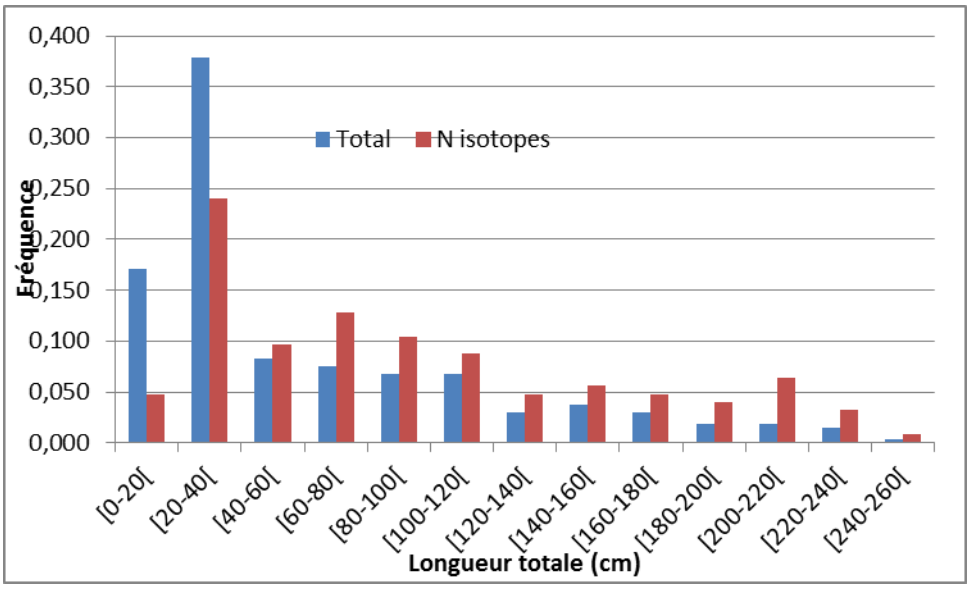


Figure 43 : Fréquences des taille de l'ensemble des silures (N=264, total) et de ceux utilisés pour les analyses isotopiques (N=125, N isotopes)

Les distributions en taille des échantillons de silure (ensemble des silures et silures retenus pour les analyses des isotopes), diffèrent significativement (Figure 43), les classes de taille inférieures à 40 cm sont sur représentées dans l'échantillon des individus pour les analyses isotopiques. La taille médiane de ces derniers est de 75 cm alors que la médiane de l'ensemble des individus est à 33.6 cm. De même, les masses sont beaucoup plus élevées avec une médiane à 2.5 kg alors qu'elle se situe à 0.25 kg dans l'échantillon total.

L'attribution des sexes (mâles, femelles et indéterminés) des poissons utilisés pour les isotopes est différente de celle observée pour l'ensemble des individus (X^2 = 17.8, ddl =2, p=0.000), les individus indéterminés sont sous représentés.

Les silures utilisés pour les isotopes ont été capturés de mars à septembre et l'ont été avec l'ensemble des outils de capture à l'exception du guideau (Figure 44), les mois de juin et juillet présentant les proportions les plus importantes.

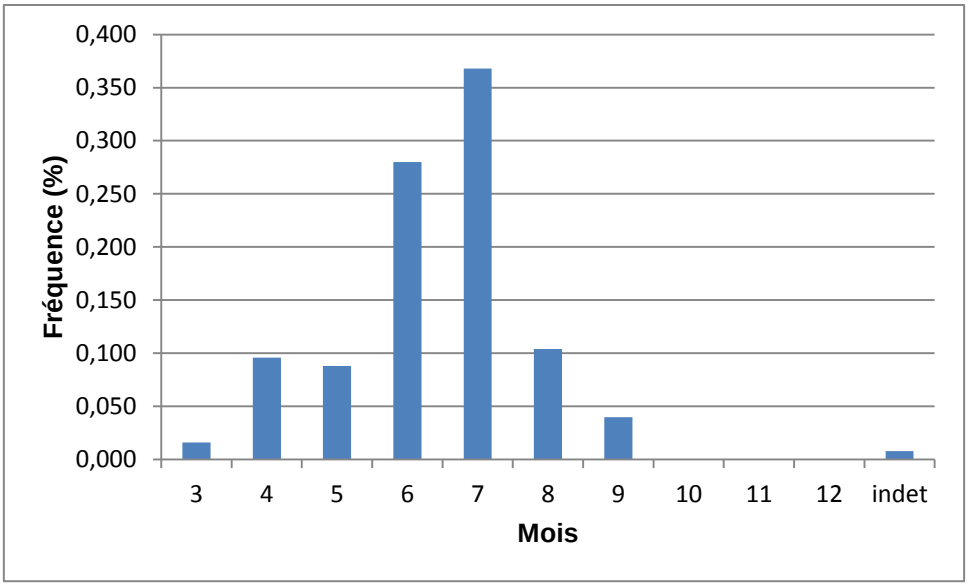


Figure 44 : <u>Fréquence de distributions temporelles des silures utilisés pour les analyses isotopiques</u>

Les caractéristiques isotopiques des silures de basse Loire et de Loire moyenne ne présentent pas de différence significatives quel que soit l'isotope considéré (Figure 45) (tests F et t, Azote p=0.433, Carbone p =0.32, Soufre p=0.509), aucune différence géographique ne sera opérée dans la suite de ce travail. De même, aucune différence n'est observée entre les périodes de capture (Figure 45, ANOVA, Azote p=0.562, Carbone p =0.374, Soufre p=0.167). Par contre, des différences significatives sont observées entre les classes de taille, pour chacun des trois isotopes (Figure 46, ANOVA, Azote p=0.007, Carbone p =0.001, Soufre p=0.001) avec une augmentation des valeurs de $\delta^{34}S$ avec la taille des poissons tandis qu'une réduction de $\delta^{13}C$ est observée pour les poissons de grande taille. Pour $\delta^{15}N$, la valeur maximale est observée pour la classe de taille 3.

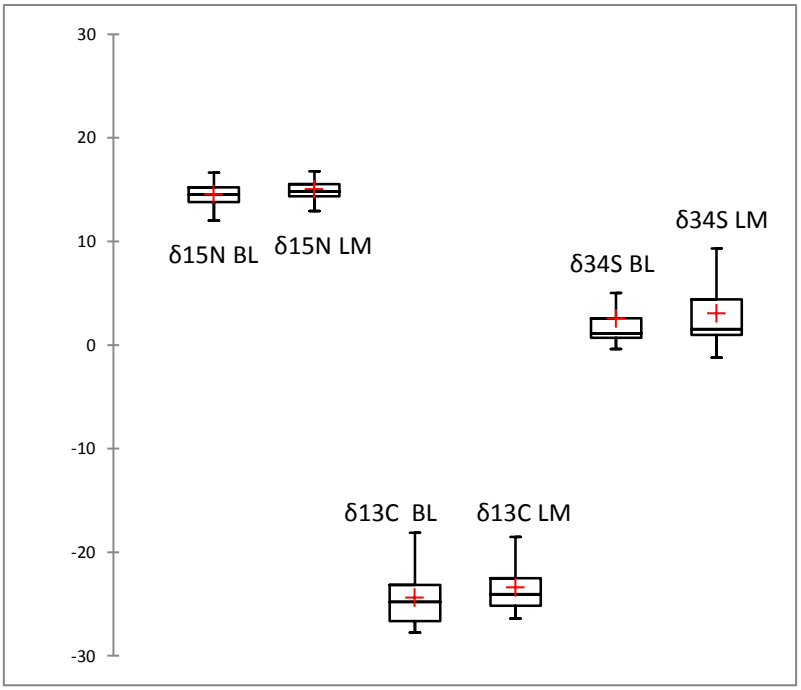


Figure 45 : Caractérisation des compositions isotopiques des silures en fonction du secteur de capture en Loire : BL = basse Loire, LM = Loire moyenne.

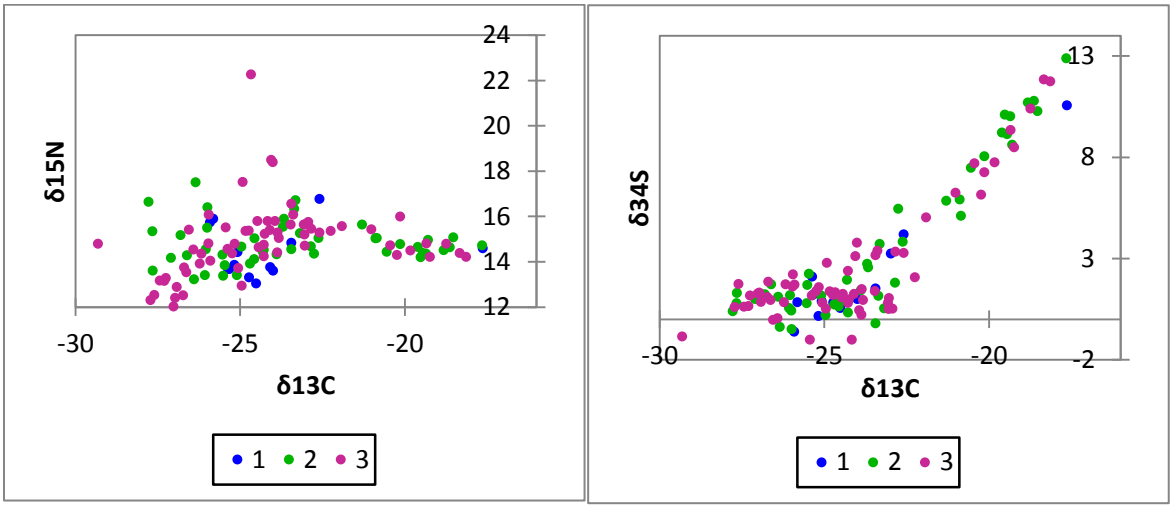


Figure 46 : Biplots des compositions isotopiques des silures selon les saisons

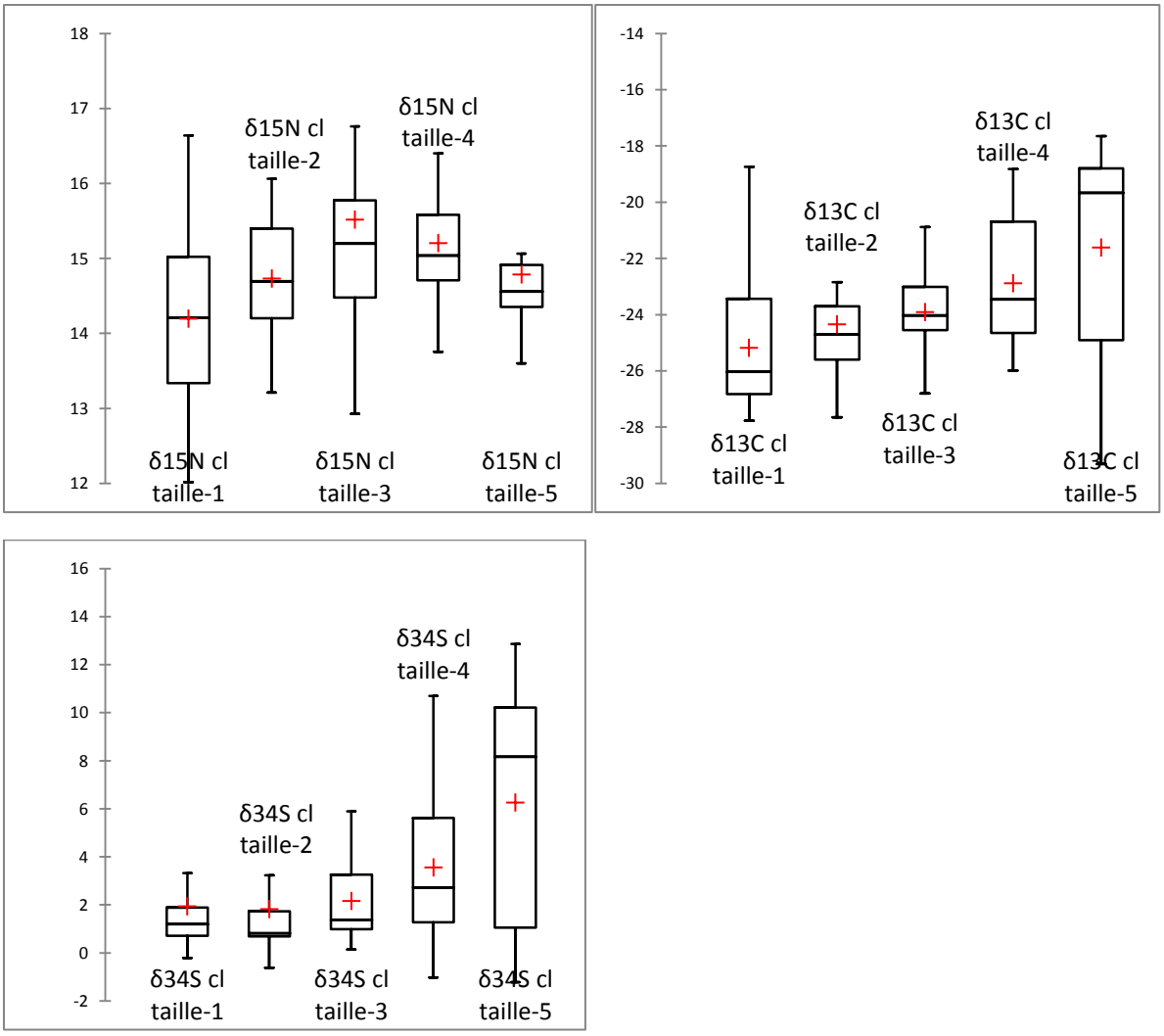


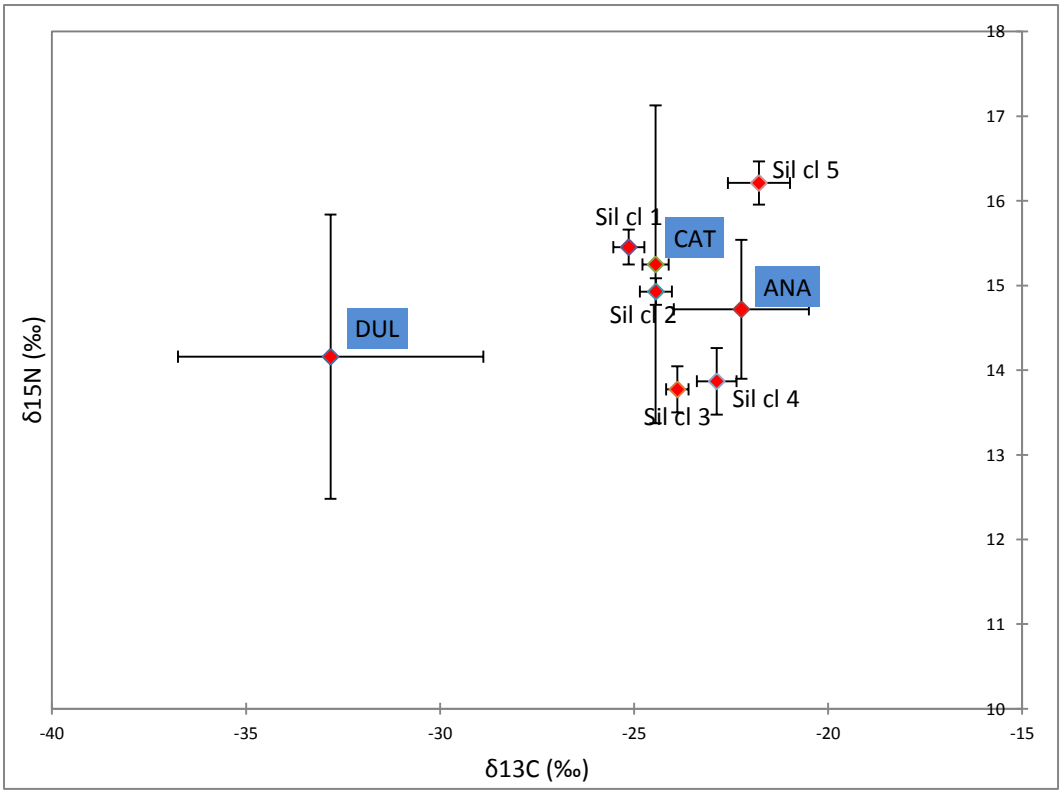
Figure 47 : <u>Caractéristiques des compositions isotopiques des silures selon les classes de taille</u>

Les proies des silures, classées en trois catégories, poissons holobiotiques d'eau douce, migrateurs anadromes et migrateurs catadromes se différencient principalement par leurs compositions isotopiques en carbone et en soufre (Tableau 15) mais ne présentent pas de différence significative pour le C/N. Les poissons anadromes présentent des signatures isotopiques caractéristiques du milieu marin avec des valeurs inférieures de 2‰ à celles observées chez les poissons d'eau douce pour $\delta^{15}N$ et supérieures d'environ 10‰ pour $\delta^{13}C$. La plus grande différence est observée pour le soufre avec plus de 13‰.

Tableau 15 : Variables isotopiques des différentes catégories de proies des silures en Loire et C/N. Les valeurs entre () sont les écart-types

Source	C/N	$\delta^{15}N$ (‰)	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{34}S$ (‰)
Poissons holobiotiques d'eau douce	3,49 (0,3)	16,21 (8,11)	-32,82 (18,88)	1,55 (2,15)
Migrateurs anadromes	3,73 (0,78)	13,77 (2,63)	-22,23 (5,54)	15,79 (0,55)
Migrateurs catadromes	3,40(0,16)	13,87 (5,14)	-24,44 (0,91)	2,31 (0,33)
Kruskall Wallis test, K	2,28	2,274	12,214	21,314
p value	0,319	0,321	0,002	<0,0001

Le positionnement des proies et des classes de taille des silures dans les plans associant $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ puis $\delta^{13}C$ et $\delta^{34}S$ montre une discrimination des échantillons beaucoup plus nette dans le plan carbone-soufre (Figure 48). Pour l'azote, seuls les échantillons des silures de classe 4 et les proies dulçaquicoles diffèrent significativement (test de Kruskall Wallis avec correction de Bonferoni, K=25.294, p=0.001). Le plan $\delta^{13}C$ et $\delta^{34}S$ permet de distinguer deux groupes de poissons, les silures des classes 4 et 5 non significativement différents des poissons migrateurs anadromes et les silures des classes 1 à 3 proches des proies d'eau douce et des mulets (test de Kruskall Wallis avec correction de Bonferoni, pour le carbone K=35,418, p<0,0001, pour le soufre K=39,83, p<0,0001). Une évolution des signatures isotopiques des silures en lien avec la croissance des poissons, partant de signatures proches de celles des proies d'eau douce pour aller, pour les plus grands individus (>180cm), vers une signature marine est observée.



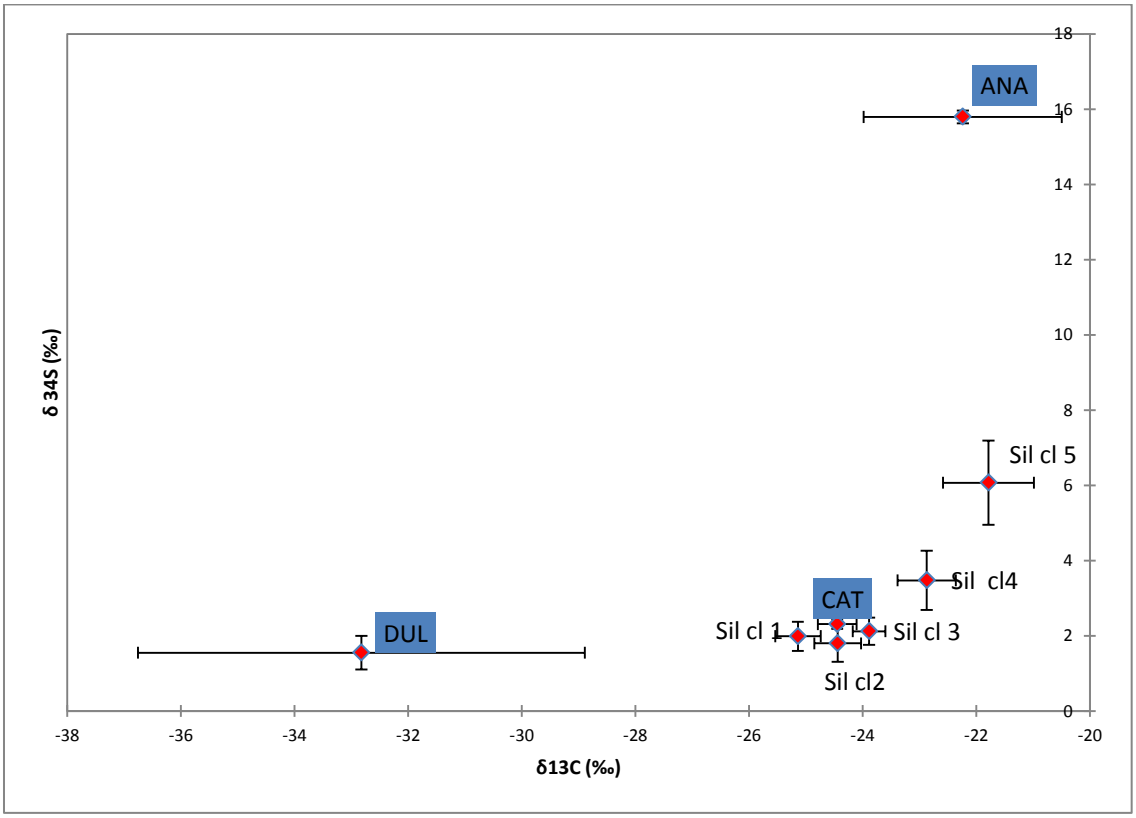


Figure 48 : <u>Biplots des valeurs des compositions isotopiques des silures et des proies, ANA = poissons migrateurs anadromes, CAT = poissons migrateurs catadromes = mulets, DUL = poissons holobiotiques d'eau douce</u>

L'analyse des contenus stomacaux et des isotopes stables de nageoires de silure et de ses proies montrent que le silure est un prédateur, majoritairement piscivore. Parmi les poissons consommés les espèces anadromes occupent une part importante de la biomasse ingérée. Cette part augmente avec la taille du silure.

1.3 Conclusion et perspectives

1.3.1) Taille – masse – sexe

Les silures sont parmi les plus grands poissons d'eau douce du monde et le plus grand d'Europe où il peut atteindre 5 m de long pour plus de 300 kg (Copp *et al.* 2009, WWF 2012). Les silures de la Loire ne font pas exception et présentent des tailles maximales pouvant aller jusqu'à 2.5m pour 92 kg. La relation taille – masse des individus de la Loire est très proche de celle des individus de la Vistule (Horoszewicz et Backiel, 2003) mais la croissance en masse semble y être plus rapide qu'en Dordogne-Garonne (Dauba *et al.* 2009) (Figure 49).

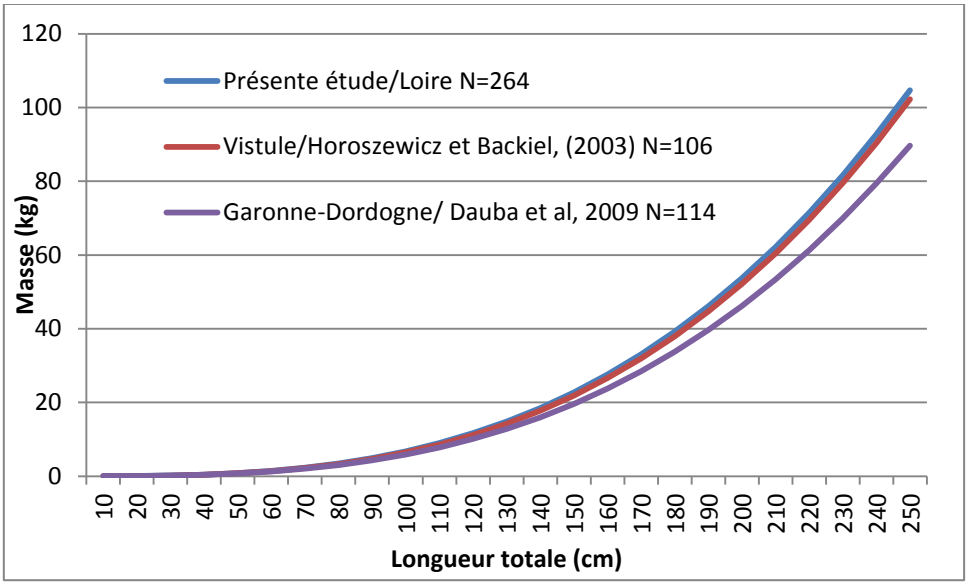


Figure 49 : Relations taille- masse chez le silure dans différents bassins versants

L'attribution du sexe chez les silures n'est pas aisée surtout pour les petits individus car sexuellement immatures. Sur Dordogne-Garonne, Dauba *et al.* (2009) n'ont pu attribuer un sexe à 39% des individus échantillonnés, ce qui est inférieur au presque 66% de cette étude. Cette forte différence pourrait s'expliquer principalement par le mode d'échantillonnage employé ciblant plus particulièrement les petits individus. Pour les individus sexés, on notera dans les deux cas, un rapport des sexes, exprimé en nombre de mâles pour une femelle, en faveur des femelles, 0,89 pour la Loire et 0,93 pour Garonne- Dordogne.

Selon les sites, une différenciation de croissance est observée ou non entre les sexes (Alp *et al.,* 2010 ; Copp *et al*., 2009 ; Dauba *et al.,* 2009) (Tableau 16). Les silures femelles de la Loire présentent un coefficient d'allométrie inférieur à ceux de la Turquie mais supérieur à ceux de Garonne - Dordogne.

Tableau 16 : Tableau caractéristiques des relations taille-masse des silures selon différentes études. NS = non significatif, *, différence significative p<0.01**

Reference/site	N	a	b	r^2	Différence entre les sexes
Présente étude/Loire Mâles N=43	43	6E-06	3,005	0,9979	
Présente étude/Loire Femelles N=48	48	5E-06	3,0511	0,9949	***
Lac en Turquie/Alp et al. 2010 Mâles N=110	110	0,0104	2,9133	0,9664	
Lac en Turquie/Alp et al. 2010 Femelles N=135	135	0,0038	3,1295	0,9845	***
Garonne-Dordogne/ Dauba et al, 2009 Mâles N=39	39	0,0107	2,82717	0,913	
Garonne-Dordogne/ Dauba et al, 2009 Femelles N=42	42	0,0069	2,9536	0,982	NS

1.3.2) Age

Ce travail a permis de mettre au point une méthode d'estimation de l'âge des silures par otolithométrie et utilisation des vertèbres. La lecture de la vertèbre est un peu plus fiable et plus facile à mettre en œuvre. En effet, les otolithes ont tendance à être vatéritiques en grossissant, ce qui réduit fortement leur lisibilité, ce qui n'est pas le cas pour les vertèbres. Il est donc recommandé d'utiliser les vertèbres si l'on veut seulement estimer l'âge du silure. Les otolithes peuvent également être utilisés pour connaitre les éventuels mouvements du silure au niveau du bassin versant à partir de leur microchimie. Ceci n'était pas programmé dans le cadre de cette étude, mais les otolithes ont été conservés pour une éventuelle utilisation ultérieure.

La technique d'attribution de l'âge a donné des résultats satisfaisants, bien qu'une sous-estimation de l'âge ne soit pas exclue pour les individus de grande taille comme cela est classiquement observé chez les poissons de longue durée de vie. Ainsi, chez une espèce très proche, *Silurus aristotelis*, étudiée par Leonardos *et al*. (2009), les attributions d'âge ont été estimées correctes jusqu'à l'âge de 5 ans, mais non validées par la suite. De même, Alp

et al (2010), sur *Silurus glanis*, à partir des vertèbres, a souligné la difficulté de mise en œuvre, plus spécialement chez les poissons de grande taille.

L'âge maximal observé sur la Loire est de 18 ans, ce qui est proche des 17 ans trouvé par Alp *et al* (2004). Horoszewicz et Backiel, (2003) trouvent une valeur maximale de 13 ans dans la Vistule tandis que, dans leur synthèse sur le silure, Copp et *al* (2009) signalent des valeurs de 25 ans dans son aire de distribution d'origine. Cependant, la croissance observée sur la Loire apparait supérieure à celles observées dans son aire d'origine et dans son aire d'introduction (Figure 50) tandis que des grandes variabilités de taille pour une même valeur d'âge sont également observées ainsi que par Horoszewicz et Backiel, (2003) et Alp *et al* (2010).

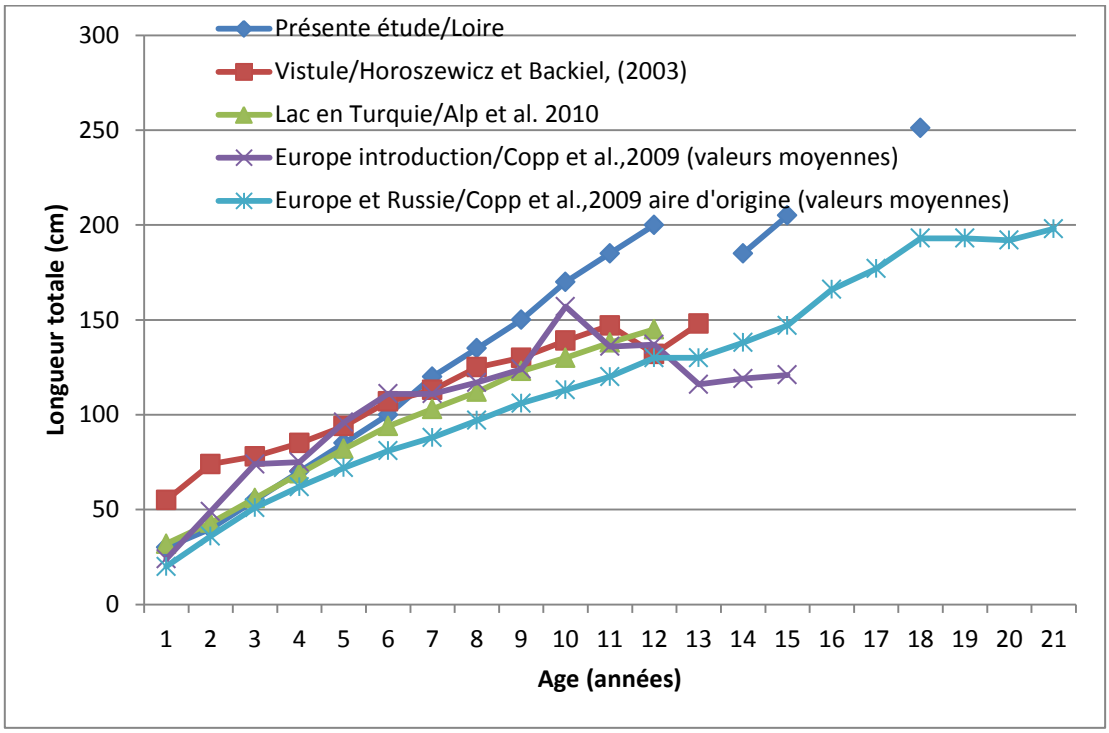


Figure 50 : Relations entre la taille et l'âge chez le silure dans différents bassins versants

Enfin, la linéarité de la relation entre la taille et l'âge est relativement surprenante car la relation ne répond pas à une courbe logistique de croissance habituelle chez les poissons. En principe, un ralentissement de la croissance est observé pour les individus âgés. Cependant ce type de relation est également observé par d'autres auteurs (Figure 50). Cette relation linéaire pourrait s'expliquer par une sous-estimation de l'âge des individus les plus grands et les plus âgés en raison de difficultés de lecture des marges de l'otolithe ou par un sous échantillonnage des grands individus en raison d'une moindre accessibilité.

1.3.3) Proies

Le silure est un prédateur généraliste réputé pour être opportuniste d'un point de vue alimentaire (Valadou *et al*., 2007). Il existe peu d'étude fouillée et quantitative en France sur le régime alimentaire de ce poisson, les proies sont généralement traitées en occurrence (Pouyet, 1987 ; Syväranta *et al.* 2011 ; Martino *et al.,* 2011) sur le Tarn, la Garonne et la Camargue. Ces auteurs n'ont pas estimé les biomasses des proies ingérées contrairement au travail réalisé ici, ce qui en constitue la deuxième originalité.

L'indice de remplissage de 17% pour les silures de la Loire est inférieur aux valeurs observées sur la Dordogne (26 %, EPIDOR 2012) et sur Garonne- Dordogne (40%, Dauba et al, 2009). Il reste cependant dans des valeurs courantes. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'échantillonnage pratiqué permet de capturer des silures en action de chasse. Ils n'ont donc pas forcément mangé au moment de la capture. De plus, le silure régurgite facilement, ce qui augmente le risque de perte d'informations.

Les observations faites dans cette étude quant à l'alimentation du silure, tant de manière globale que pour chacune des 5 classes de taille, confortent les résultats obtenus antérieurement sur d'autres écosystèmes aquatiques, le silure est majoritairement piscivore, opportuniste (Chevalier, 2004 ; Copp *et al*., 2009 ; Cucherousset *et al.,* 2012 ;Dauba *et al* ; 2009 ; Tixier, 1998) mais ne dédaigne pas des oiseaux ou des mammifères. Les poissons migrateurs anadromes constituent une grande part de la biomasse consommée même en parcours libre, notre hypothèse se trouve donc confirmée. Par contre, aucun cas de cannibalisme. Tout comme Martino *et al*., (2011) aucune capture d'anguille n'a été enregistrée dans ce travail. Cependant, dans le cadre de travaux menés par le Museum d'Orléans, en 2012, dans les mêmes conditions d'échantillonnage, mais autour d'Orléans et à la confluence Vienne- Loire, des silures et des anguilles avaient été rencontrés dans les contenus stomacaux des silures (Libois, Rosoux, données non publiées 2012). Enfin, il semble que la quasi-totalité des proies aient été capturées vivantes. En ce qui concerne les poissons migrateurs anadromes, ceux-ci ont été consommé lors de leur migration génésique.

Bien qu'il ne soit pas possible de suivre l'évolution saisonnière des proies pour une même classe de taille de silure, globalement, les indices de vacuité observés en juin et juillet présentent les valeurs les plus faibles. La plus grande occurrence de proies est observée en avril et mai. Ces éléments laissent entendre une plus grande activité alimentaire à cette période. Celle-ci peut s'expliquer par le réchauffement des eaux mais aussi par un besoin énergétique important lié à la sortie de la période hivernale et à la nécessité d'accumuler des réserves énergétiques pour la reproduction qui se tient en juin (Copp *et al.,* 2009).

Les analyses des isotopes sont considérées comme des outils performant dans l'étude d'introduction d'espèces hors de leur aire d'origine (Copp et al, 2009 ; Olsson et al, 2009) mais aussi dans l'étude des réseaux trophiques (Tcherkez, 2010 ; Sierzen et al, 2014 ;

Paterson et al, 2014). Elles ont été utilisées dans la présente étude sur le silure et ses proies dans le bassin de la Loire. Les silures ne présentent pas de différences isotopiques entre la basse Loire et la Loire moyenne soit en raison de l'appartenance à un même axe fluvial ou parce que leurs comportement alimentaires ne seraient pas différents le long de cet axe. Aucune différence parmi les compositions isotopiques n'a été mise en évidence sur l'ensemble de la période étudiée. Celle-ci ayant couvert les mois d'avril à août, correspondant à la période de remontée des poissons migrateurs anadromes et de présence des mulets, espèce catadrome, elle n'est peut-être pas suffisamment longue pour observer des différences saisonnières. Néanmoins, des différences de concentrations isotopiques entre les classes de taille de silure ont été observées montrant une diminution des teneurs en carbone au fur et à mesure de sa croissance en lien avec son régime alimentaire piscivore croissant.

Ce travail confirme, une fois de plus, la consommation de proies d'origine marine en concordance avec les observations conduites sur les contenus stomacaux. Syväranta *et al.* (2009 et 2010), Martino *et al.* (2011) ont montré que sur la Garonne certains silures sont spécialisés sur la prédation de poissons d'eau douce et d'autres sur la prédation de migrateurs amphihalins. Il semble que les silures de la Loire, au-delà de 1,2 m soient également spécialisés sur les poissons migrateurs anadromes. Cette consommation importante en période printanière montre la grande plasticité et la grande opportunité alimentaire de cette espèce et n'est pas sans poser question quant à l'impact de cette espèce sur la communauté de poissons migrateurs ligériens. En effet, ceux-ci sont consommés au droit des barrages mais également en l'absence de tout obstacle. Même si il n'est pas possible actuellement d'évaluer les densités de silures dans un grand cours d'eau comme la Loire et donc de quantifier une pression de prédation sur les espèces migratrices amphihalines, cette pression existe néanmoins. Or, la Loire accueille une grande richesse d'espèces migratrices amphihalines avec pas moins de 7 espèces. De plus, certaines de ces espèces font l'objet de plan de restauration ou tout au moins de mesures de surveillance dans le cadre du COGEPOMI du bassin de la Loire et des côtiers vendéens. Des mesures de surveillance et de gestion du silure sont donc nécessaires dans l'objectif de maximiser les retours sur les zones de reproduction des saumons, aloses et lamproies.

2. Valorisation

Par ce projet, les pêcheurs professionnels en association avec le SMIDAP souhaitent développer le marché du silure et initier la recherche de nouveaux débouchés pour ce poisson qui peut offrir une belle opportunité aux pêcheurs professionnels. Il est très présent sur la Loire et s'il est bien valorisé sa population florissante peut représenter un revenu intéressant. La principale raison de cette volonté est la recherche de nouvelles espèces à valoriser pour diversifier l'activité.

Car les pêcheurs professionnels en eau douce et particulièrement en Loire sont très dépendants des espèces migratrices amphihalines. Selon l'étude d'AND International (2009), au niveau national les principales espèces pêchées en volumes et en valeurs sont les migrateurs amphihalins, lamproies, anguilles, aloses, ainsi que le corégone et la perche. Cependant les deux dernières espèces sont principalement prises dans les grands lacs et ne concernent donc pas notre sujet. Ces tendances se confirment au niveau du bassin de la Loire (Tableau 17) :

Tableau 17 : Espèces principalement capturées en pourcentage de volumes et de valeurs pour les associations agréées Loire-Atlantique et Loire Bretagne (AND International, 2009)

		Anguille (dont civelle)	Lamproie	Alose	Mulet	Autre
Loire-Atlantique	Volumes	29-30%	34%	12%	8%	Ecrevisse (8%) Sandre (6%)
	Valeurs	65% (dont 41% civelles)	16%	5%	1%	Ecrevisse (4%) Sandre (7-8%)
Bassin Loire Bretagne	Volumes	40%	12%	6-7%	18-19%	Friture (10%) Silure (8%)
	Valeurs	45% (pas de civelles)	10%	6%	13-14%	Friture (12%) Silure (6%)

Les espèces migratrices représentent donc la très grande majorité des prises et des valeurs : environ 87% de la valeur de poissons vendus par les pêcheurs de l'association de Loire-Atlantique et 75% pour les pêcheurs de l'association Loire Bretagne. La dépendance à l'anguille est grande, que ce soit au stade civelle pour la Loire-Atlantique ou anguille jaune et argentée pour le bassin Loire Bretagne. Ces chiffres démontrent que les espèces migratrices

sont, actuellement, absolument indispensables au maintien de l'activité de pêche professionnelle sur le bassin de la Loire.

Au vu de cette dépendance les pêcheurs travaillent de manière à maintenir cette ressource afin qu'elle soit durable. Mais malgré beaucoup d'efforts pour maintenir les stocks, certaines années peuvent être très mauvaises avec peu de migrateurs, et notamment d'anguilles. C'est pourquoi il y a une nécessité de trouver de nouveaux débouchés et de nouvelles espèces à valoriser. Le silure semble avoir toutes les qualités requises pour prodiguer une ressource viable et durable.

Cette partie présente les actions menées lors de l'étude pour la valorisation alimentaire du silure, ainsi que toutes les pistes explorées pour l'alimentaire et les dérivés pharmaceutiques du silure. Ce chapitre sera clôturé par les pistes explorables à l'avenir pour valoriser le silure.

2.1 Actions de valorisation et pistes explorées

Les actions de valorisation mises en place portent uniquement sur la promotion de la consommation du silure. Les autres pistes d'utilisation du poisson, décrites ultérieurement, n'ont pas fait l'objet d'une mise en avant lors d'évènements.

2.1.1) Alimentation

Trois opérations, présentées chronologiquement, de valorisation alimentaire du silure ont été menées. La première et la dernière visaient à faire connaitre le silure et à communiquer autour de ce poisson auprès du plus grand nombre. La seconde action a permis de recueillir des avis sur la consommation du silure à l'aide d'un questionnaire distribué aux convives. L'objectif était de déterminer ce qui plait ou non dans ce produit et d'identifier les points positifs et négatifs par rapport à ce poisson. Les questionnaires ont été traités dans un premier temps de manière descriptive et ensuite une typologie des convives, construite à partir d'une analyse à correspondance multiple (ACM), a été faite.

2.1.1.1) Journée du patrimoine du Cellier

Pour préparer les journées du patrimoine européen le 15 septembre 2013, la commune du Cellier (Loire-Atlantique) avait mandaté un spécialiste en événementiel pour organiser à cette occasion une manifestation sur le 30ème anniversaire de la disparition de l'acteur Louis de FUNES, et de le présenter en tant que cellarien, car il était habitant de la commune. Toutes les associations présentes au Cellier étant invitées à participer, l'Association Départementale Agréée de Pêcheurs Amateurs aux Engins et aux Filets sur les Eaux du Domaine Public de Protection de la Nature et du Milieu Aquatique de Loire-Atlantique (ADAPAEF 44) a tenu à présenter l'attachement de l'acteur à la Loire et à son souci de la préservation des milieux qui s'y rapportent. Les pêcheurs amateurs aux engins ont profité de l'évènement pour présenter les techniques de pêches avec des démonstrations d'engins actifs tels qu'épervier et carrelet de bateau. Ceci a également été l'occasion de faire une

dégustation de silures et de mulets. Le traiteur qui a préparé le poisson a d'ailleurs été convaincu par ces produits. Cet évènement s'est déroulé sur le site de Beau-Rivage, en bord de Loire.

Il est passé environ 1500 personnes sur le site et la dégustation de poisson a remporté un très vif succès ! Les pêcheurs ont également distribué un feuillet comportant quinze recettes de préparation du silure, pour que les gens puissent essayer de cuisiner ce poisson.

L'AADPPMFEDLA n'a pas directement participé (le président a été en relation avec les amateurs pour cette occasion) à cet évènement mais celui-ci va dans le sens de ce projet. Nous remercions l'ADAPAEF pour son implication dans l'objectif de valorisation du silure et du mulet.

2.1.1.2) Diner autour de produits ligériens

La seconde action a été mise en place le 30 Septembre 2013 à Nantes dans le cadre d'un colloque organisé par l'ONEMA, intitulé « Quand gestion hydraulique rime avec continuité écologique dans les zones humides littorales ». Ce colloque s'est déroulé les 30 Septembre et 1er Octobre 2013. Grace aux relations entre l'AADPPMFEDLA et l'ONEMA, notamment Bénédicte Valadou qui organisait l'évènement, la mise en place d'un « Diner autour de produits ligériens » le 30 Septembre au soir, organisé par l'AADPPMFEDLA, a pu être suggérée en option aux participants. L'association s'est chargée de déterminer un menu et de chercher un restaurateur capable de préparer le diner pour environ une soixantaine de convives à 25 euros TTC maximum par personne.

Ainsi ADELIS, situé au 9 boulevard Vincent Gâche à Nantes, a été choisi. Cette structure associative loue des salles et fait la restauration le midi en semaine pour les salariés des entreprises environnantes. Occasionnellement ils ouvrent le soir, ce qui a été le cas lors de ce repas. Le projet leur paraissait intéressant et ils ont accepté le prix maximum fixé par l'ONEMA pour la préparation du repas, de la salle et le service à table. Mais pour y arriver les pêcheurs professionnels ont dû fournir gratuitement la matière première (merci à Martial Barraud, David Lefort et Didier Macé).

Ce repas a finalement attiré 43 personnes. Pour optimiser cette action un questionnaire (Annexe 4) a été rédigé et distribué aux convives. A ce questionnaire était jointe une petite note qui expliquait l'idée du diner et le menu qui allait être servi (Annexe 5). Les questionnaires étaient disposés à côté des assiettes et ils ont été récupérés directement à la fin du repas.

L'objectif était bien sûr de faire déguster du silure mais c'était aussi l'occasion de promouvoir d'autres produits. Le diner proposé était composé de silure, mais aussi de mulet et d'écrevisses de Louisiane du lac de Grand-Lieu (Figure 51) :

Kir cassis autour d'une rencontre d'amuses bouches : entre mulet et écrevisses

Queues d'écrevisses sur lit de tartare de légumes

Pavé de silure au lard et son coulis d'écrevisses, gratin de pommes de terre et fagot d'haricots verts

Méli-mélo de desserts

Figure 51 : Illustration du menu servi au diner autour des produits ligériens

Sur les 43 personnes présentes au repas 41 questionnaires ont été récupérés. Il y a donc un peu plus de 95% des personnes présentes qui ont répondu au questionnaire. Par la suite les résultats de cette enquête sont présentés sous deux formes :

- Analyse des réponses relatives au silure, sous la forme de statistiques descriptives ;
- Typologie des convives, basée sur les réponses relatives au silure, construite à partir d'une analyse à correspondance multiple (ACM).

Les résultats pour les autres espèces (mulet et écrevisse) sont disponibles en Annexe 6.

Analyse des réponses à chaque question

Seuls sont fournis ici les résultats relatifs au silure. Sauf précision, pour chaque question l'effectif de répondants total est de 41 et les pourcentages de répondants sont calculés en fonction de l'effectif total. Ces 41 personnes seront dénommées aussi bien « convives » que « invités » ou « personnes ». Pour tous les graphiques secteurs (aussi appelés camembert) il y a deux chiffres par secteur. Le chiffre supérieur représente le nombre de personnes ayant donné cette réponse (effectif) et le chiffre inférieur représente le pourcentage de l'effectif du secteur par rapport à l'effectif total (41 si non précisé), comme indiqué sur le graphique secteur de la première question (ci-dessous).

A quelle fréquence consommez-vous des produits pêchés en Loire ?

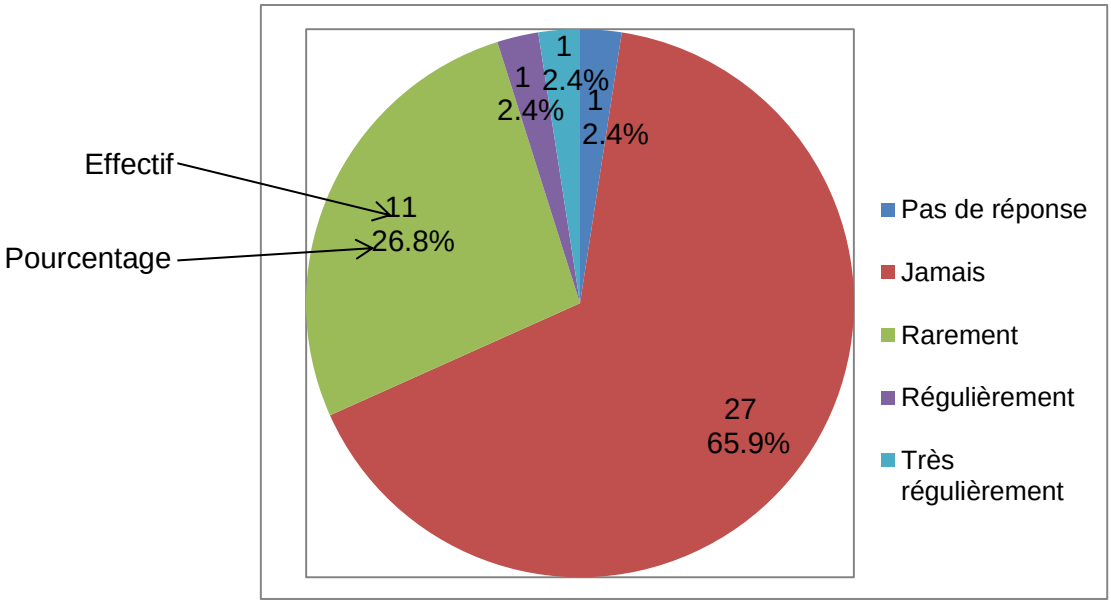


Figure 52 : Fréquence de consommation de produits pêchés en Loire

La figure 52 montre très clairement que la grande majorité des 41 convives n'avait jamais consommé de produits de Loire. Seulement 13 personnes (3 1,6%) en avaient déjà consommé. Sur ces 13 personnes, 10 ont donné les espèces testées. 6 d'entre eux avaient déjà mangé de l'anguille, 5 du mulet, 3 de l'alose, 2 de la lamproie et 1 de l'écrevisse et du silure.

Avez-vous déjà goûté les produits proposés ?

Un peu plus du tiers des convives avait déjà essayé le silure. Ils étaient donc presque deux tiers à n'avoir jamais goûté ce poisson.

A la lecture du menu avez-vous eu un a priori, une appréhension sur l'un ou plusieurs des produits ?

12 personnes avaient un a priori, une appréhension par rapport au silure à la lecture du menu, soit 30% des convives. Ce chiffre n'est vraiment pas négligeable. La comparaison avec les chiffres pour le mulet (3 personnes avec un a priori) et l'écrevisse (1 personne), permet de constater que l'appréhension provient du silure et non pas des produits issus de la Loire. Les commentaires éventuellement apportés pour justifier cet appréhension sur le silure sont les suivants : l'aspect du poisson (4 personnes), son régime alimentaire (omnivore, mangeur de déchet) (3 personnes), sa réputation, les PCB et le côté « trop gras » du poisson (1 personne pour chaque item). Ceci prouve une fois de plus que le problème est bien sa réputation et tous les mythes qui tournent autour.

Avez-vous trouvé les plats appétissants (couleur, odeur, aspect, présentation …) ?

L'immense majorité des convives a trouvé le plat de silure appétissant (93%). Ce résultat montre que la mauvaise image du silure n'a, semble-t-il, pas influencée la vision du plat.

Comment avez-vous trouvé la texture des différents plats ?

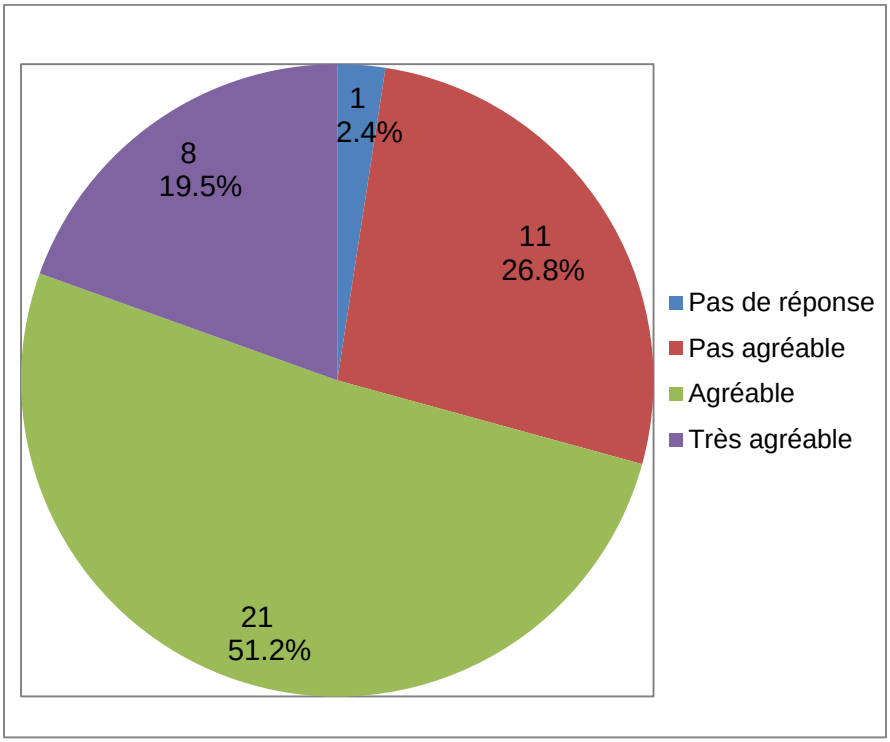


Figure 53 : Texture du silure

70% des personnes ont trouvé la texture agréable ou très agréable (Figure 53). Ils sont 27% à ne pas avoir trouvé la texture agréable. Il y a un nombre important d'insatisfaction au niveau de la texture du silure. Le défaut principalement pointé du doigt est le côté un peu « flasque » du silure.

Comment avez-vous trouvé le goût des mets servis ?

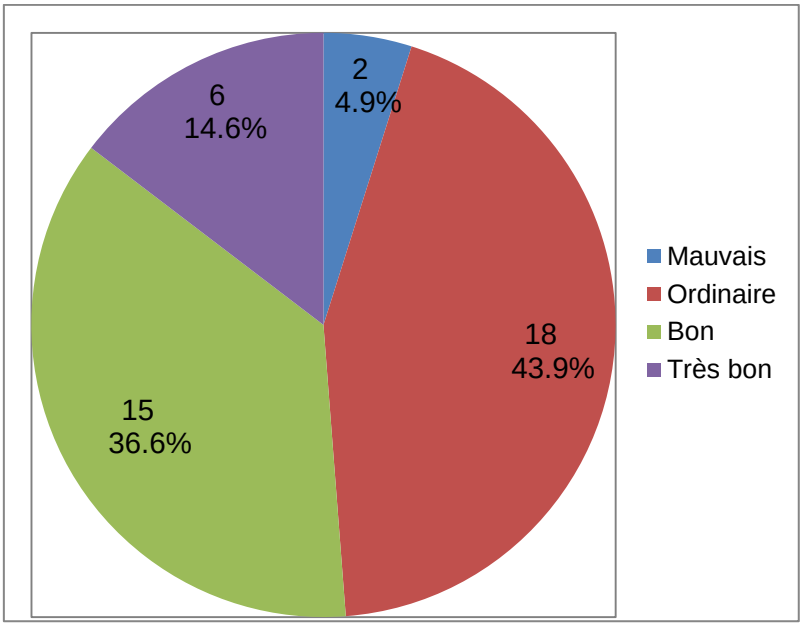


Figure 54 : Goût du silure

Le goût du silure n'a pas fait l'unanimité (Figure 54). La moitié des convives a trouvé ça plutôt bon, et l'autre moitié plutôt ordinaire dont deux perceptions comme de mauvais gout. Les deux personnes ayant trouvé le silure mauvais n'ont pas expliqué pourquoi. A noter que seulement 11 personnes n'ont pas apprécié la texture, et que 20 ne semblent pas trop aimer le goût ou juger tout simplement ça ordinaire. L'importance des personnes trouvant ce poisson ordinaire est probablement due au goût peu marqué du silure, principalement relevé par la sauce.

Globalement ces plats vous ont (plusieurs réponses possibles):

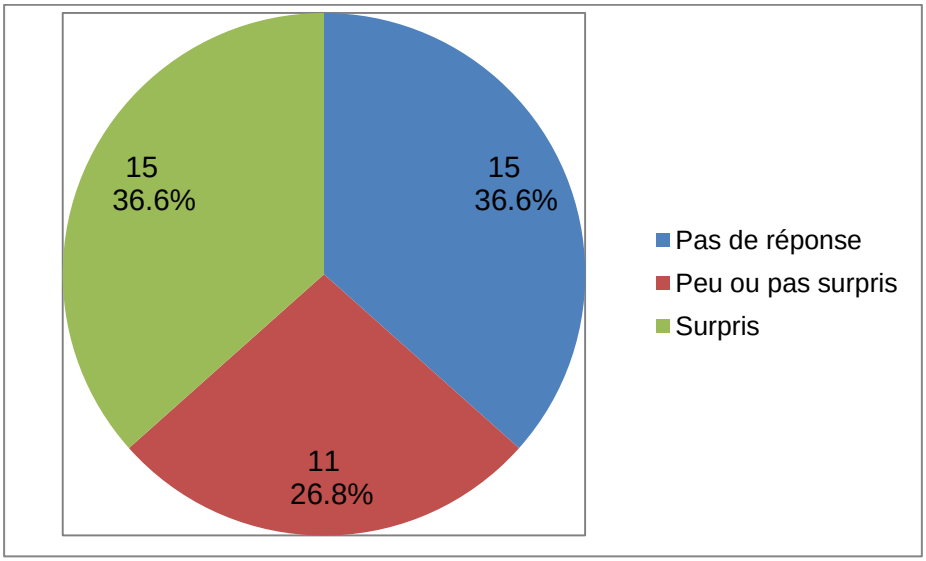


Figure 55 : Originalité, surprise du plat de silure

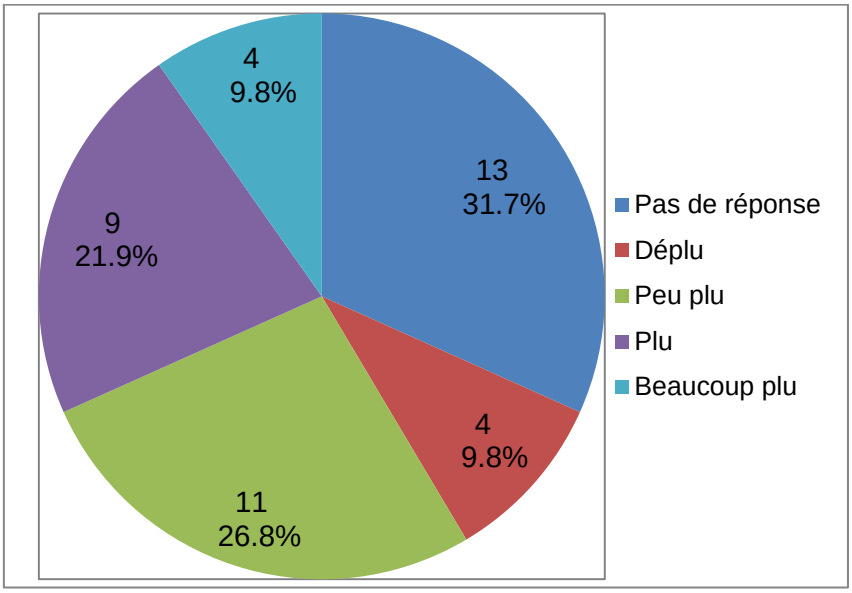


Figure 56 : Appréciation globale du plat de silure

Il y a autant de personnes qui ont été surprises par le silure que de personnes qui n'ont pas répondu à cette partie de la question (Figure 55). Ils sont 11 à ne pas avoir été surpris par le silure. Au niveau de l'appréciation globale du silure, il y a également de nombreuses non réponses. En résumé il y a 3 avis différents qui représentent chacun environ 1/3 des invités : pas de réponses, globalement peu plu et globalement plu (Figure 56). Au niveau de la répartition des individus ayant répondu c'est la parité entre ceux qui ont globalement apprécié ou non. Ce résultat est concordant avec celui sur le gout (moitié plutôt ordinaire – moitié plutôt bon).

Cependant il est très difficile de tirer des conclusions de cette question. Car pour un souci de gain de place, elle portait sur deux sujets (nous souhaitions donc deux réponses). La « surprise » et l'appréciation globale du plat. Malheureusement beaucoup de personnes ont seulement répondu à l'un des deux sujets. Ceci induit un biais certain. De plus assez peu de personnes ont laissé un commentaire pour expliquer leur choix. Il y en a même une qui indique que le silure est agréable, mais qui n'a rien coché pour nous dire si ça lui avait plu ou non. C'est très dommage que cette question n'ait pas été comprise par l'ensemble des invités car elle aurait pu fournir des informations intéressantes.

Seriez-vous prêt à consommer à nouveau ces produits ?

Une très grosse majorité des convives est prête à remanger du silure (73%). Les personnes qui ont trouvé le goût du silure mauvais ou ordinaire (20) ne sont pas contre l'idée d'en remanger, car ils ne sont que 11 à ne pas vouloir en re-consommer.

Il est intéressant de savoir à quel(s) endroit(s) les invités seraient susceptibles de consommer à nouveau du silure. Les invités avaient le choix entre 3 réponses, sachant qu'ils pouvaient en cocher autant qu'ils voulaient (Figure 57).

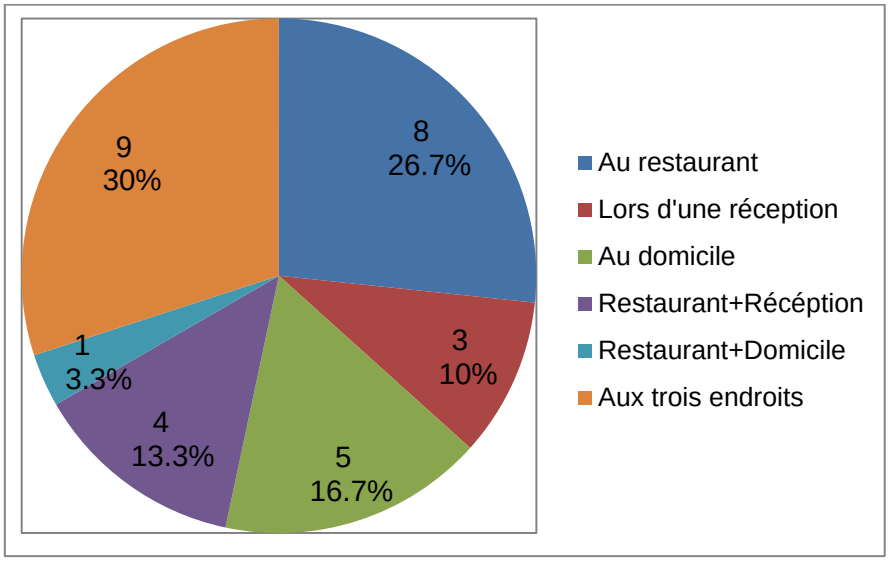


Figure 57 : Lieux pour consommer à nouveau du silure

(Pour 30 réponses)

Sur les 30 personnes, 9 mangeraient du silure dans les trois endroits proposés (restaurant – réception – domicile) et 16 en consommeraient uniquement à un endroit (majoritairement au restaurant). Enfin ils sont 4 à mixer le restaurant et la réception et un seul le restaurant et le domicile.

La consommation au restaurant est ce qui attire le plus les convives. Ils sont cependant nombreux à être ouverts à une consommation lors d'une réception et chez eux. Les 15 personnes ayant signalé qu'elles pourraient préparer du silure elles-mêmes se procureraient le poisson aux endroits suivants :

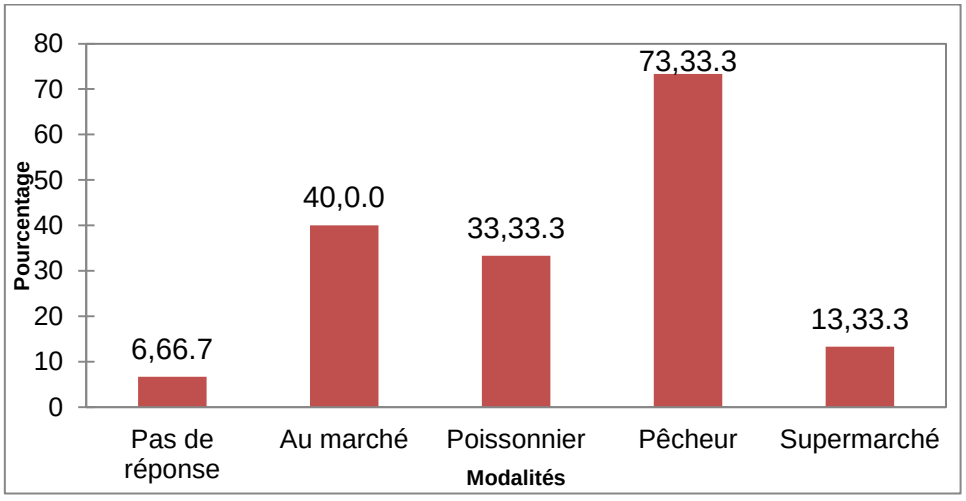


Figure 58 : Lieux d'achat du silure (en pourcentage)

(Pour 15 réponses)

Un achat directement au pêcheur serait privilégié (73%), suivi du marché et du poissonnier (Figure 58). Ce résultat est très intéressant, bien que portant sur uniquement 15 personnes. Il montre qu'une grande partie des convives achèterait le silure dans le circuit court et local, et en priorité chez le pêcheur.

Seriez-vous prêt à recommander ces produits auprès de vos amis, votre famille (lors du choix d'un plat au restaurant, en conseil pour faire de nouveaux plats…) ?

28 personnes sur 41 sont prêtes à recommander le silure auprès de leurs proches, soit 68% de l'échantillon. C'est un peu moins que ceux qui seraient prêt à remanger du silure (30 personnes), mais globalement c'est cohérent.

Pour ceux qui ont justifié le choix de ne pas recommander le silure (6 personnes), ils ont tous dit que le silure avait un goût assez fade. Certains ont ajouté que la texture était particulière (ce qui venait plutôt de la cuisson).

Pour ceux qui ont signalé dans quel(s) cas ils recommanderaient le silure, ils sont 4 à avoir cité le restaurant, 3 le foyer et 4 pour son originalité.

Caractérisation des enquêtés

Seulement 32% des convives (13 personnes) étaient des femmes. Il y avait donc une majorité d'homme (68%). Au niveau de la situation familiale, 32 personnes étaient en couple (78%), contre 9 seuls (22%) (Figure 59). Seulement 34 personnes ont répondu à la question sur le nombre d'enfants, 12 n'ont aucun enfant, 8 ont un enfant, 11 ont deux enfants, 2 ont trois enfants et 1 a cinq enfants.

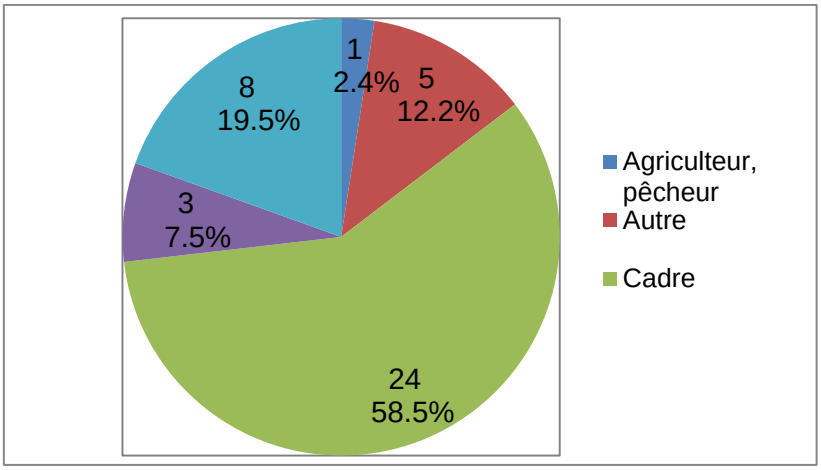


Figure 59 : Professions des convives

Plus de la moitié des convives sont cadres. Un peu moins d'un quart est employé et le dernier quart se répartit entre des chefs de PME, un pêcheur et d'autres professions.

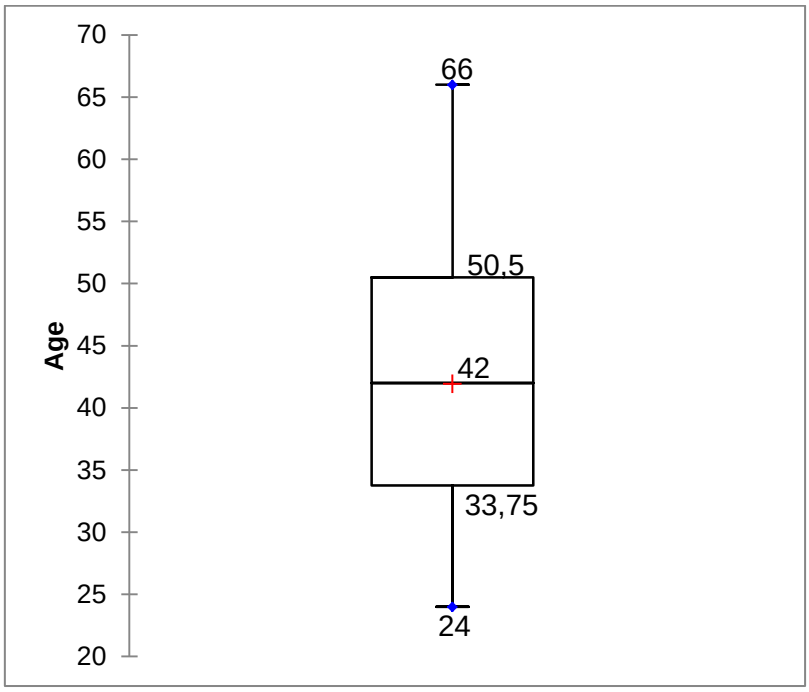


Figure 60 : Age des convives

Une personne n'a pas répondu à cette question, les résultats sont donc calculés pour 40 individus. Les personnes présentes avaient des âges très différents (Figure 60). Ainsi la personne la plus jeune avait 24 ans et la plus âgée 66 ans. La moyenne d'âge, qui est égale à la médiane, était de 42 ans, la moitié des convives avait entre 33,75 ans et 50,5 ans. L'échantillon représente assez bien tous les âges possibles au niveau des actifs.

Interprétation des réponses au questionnaire

Seulement 1/3 des personnes présentes avaient déjà goûté des produits issus de la Loire. Elles étaient 15 à avoir déjà goûté du silure, ce qui représente 36,6% de l'échantillon. Ce résultat est assez étonnant, mais la majorité découvrait ce poisson, et c'était bien l'objectif du repas.

A peine 30% des invités (12 personnes) avaient au début du repas un a priori, une appréhension sur le silure. Ce chiffre est relativement faible tant la réputation du silure est mauvaise. Il est possible que certains ne connaissaient pas du tout le silure et donc ils n'avaient pas spécialement d'a priori sur celui-ci. Ce nombre de 12 personnes sur 41, est important comparé aux appréhensions sur les autres espèces servies, 3 pour le mulet et 1 pour l'écrevisse. Cette comparaison prouve bien que le silure souffre d'un « délit de faciès ». Car si l'écrevisse a naturellement une bonne image (produit de luxe, de fête …), le mulet n'est pas particulièrement réputé dans l'esprit collectif. Pourtant il y a 3 fois plus d'a priori négatifs pour le silure que pour le mulet. **Il y a un vrai travail à faire pour changer la**

mauvaise image du silure. Cependant les appréhensions n'ont apparemment pas influencé la dégustation du silure. Car sur les 12 personnes concernées seulement 3 ont donné des réponses « négatives » sur le plat en lui-même (texture pas agréable, mauvais goût ou ordinaire ...). Il est donc improbable que les a priori aient beaucoup influencé la vision du repas.

Plus de 2/3 des convives ont trouvé la texture du silure agréable ou très agréable et un petit tiers n'a pas considéré la texture du silure comme agréable. C'est pourtant un poisson qui a une chair très ferme et très plaisante en bouche. Mais la cuisson effectuée sur le silure l'a rendu un peu flasque (défaut principalement énoncé par les personnes insatisfaites de la texture). En effet il a été seulement rôti. Le silure aurait pu être grillé avant d'être rôti au four, ce qui lui aurait conféré une plus grande fermeté. Malgré ce petit défaut de cuisson la majorité des invités ont apprécié la texture, ce poisson a donc une **texture extrêmement intéressante**.

Alors qu'ils sont 12 à ne pas avoir apprécié la texture, ils sont 18 à avoir trouvé le goût du silure ordinaire et 2 à l'avoir trouvé mauvais. Les 21 personnes restantes ont trouvé le silure bon ou très bon, le plat a globalement remporté un bon succès. Ceci prouve que le silure a un bon potentiel, mais il nécessite d'être relevé car il a un goût peu prononcé. **Pour consommer le silure il faut donc prévoir de le cuisiner de manière à bien relever le goût** (marinade, épices …). Pour la question portant sur la « surprise » et l'avis global sur le plat de silure (question 7) aucune conclusion n'est possible. En effet comme écrit précédemment, 1/3 des convives ont donné une réponse incomplète à cette question. Il faut juste signaler que très peu de personnes n'ont globalement pas apprécié le silure (4), ce qui concorde avec le faible nombre de personnes qui n'ont pas apprécié le goût (2).

En prenant en compte cette tendance et les résultats sur le goût, il ressort que le silure n'a pas eu un succès retentissant, mais n'a pas déplu pour autant. **Il possède sans aucun doute un fort potentiel culinaire, en fonction de la façon de le préparer.**

Plus de deux tiers des convives (30 personnes) sont prêts à consommer à nouveau du silure. **Ce résultat démontre bien que le silure a du potentiel**. Malgré les avis quelque peu défavorables sur le goût ordinaire, la texture flasque ou la moyenne appréciation du silure, la grosse majorité des convives n'est pas contre l'idée d'en manger à nouveau. Ceux-ci mangeraient du silure prioritairement au restaurant, mais la moitié le ferait aussi lors d'une réception ou chez eux. Tout ceci montre que **le silure a bel et bien sa place à la carte des restaurants**, ce qui est peu le cas actuellement. De plus pour ceux qui veulent bien en cuisiner, ils achèteraient le poisson soit au pêcheur, soit dans le circuit court (marché, poissonnier). Si la consommation du silure devait se développer les pêcheurs n'auraient donc pas à changer de circuit de commercialisation. Car ils pratiquent presque tous la vente directe, aux restaurateurs et aux grossistes (marché, poissonnier).

28 personnes seraient prêtes à recommander le silure auprès de leurs proches. Ce résultat est complémentaire avec le précédent. Ainsi, 73% des convives sont prêts à remanger du silure et 68% à le recommander à leurs proches. Toutes ces personnes sont des clients

potentiels, en priorité pour les restaurants et ensuite pour les pêcheurs ou les commerces de proximité. **Ce résultat est primordial. Il démontre de la meilleure des manières que le silure a sa place dans nos assiettes pour un grand nombre de personnes.** Dans ce cas pour 70% des convives, ce qui est conséquent.

Pour finir les questions d'identifications ont permis de déterminer la représentativité de l'échantillon. Celui-ci est bon au niveau de l'âge, mais pas du sexe avec une nette dominance d'hommes. Au niveau des professions c'est également déséquilibré avec beaucoup de cadres et d'employés. Ceci est dû au contexte du repas qui était pendant un colloque. Il y a également une grosse majorité de personnes en couple avec plus de la moitié des invités qui ont au moins un enfant. Au vu de ces informations l'échantillon n'est, évidemment, pas représentatif de toute la population française. Car tout d'abord l'effectif total (41) est beaucoup trop faible. De plus les personnes ayant participé étaient **volontaires** (ce qui induit un biais). L'annonce du repas, « Diner autour de produits ligériens », permet d'affirmer que les convives savaient que des produits de Loire seraient servis, mais pas lesquels. On peut en déduire que les personnes présentes avaient soit une affinité avec les produits d'eau douce, soit étaient curieux de tester ce genre de mets. Dans tous les cas **ce sont probablement des personnes avec une prédisposition à la consommation de produits nouveaux ou d'eau douce**. C'était le public recherché car les personnes susceptibles d'être intéressées par le silure sont celles qui connaissent déjà un peu les poissons d'eau douce (restaurateurs de bord de Loire, consommateurs habitués) ou qui sont ouvertes à des produits novateurs. **L'échantillon semble donc représenter parfaitement la population visée pour la commercialisation alimentaire du silure.**

Typologie des convives en fonction de leurs réponses sur le silure

Une typologie des différentes personnes présentes au repas a été réalisée à l'aide de leurs réponses aux questions vis-à-vis du silure. Pour ce faire le logiciel SPAD 6.0 a été utilisé. Cette typologie est nommée « Typologie de l'appréciation du silure ».

Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM), méthode statistique permettant d'étudier l'association entre au moins deux variables qualitatives (une question = une variable) a été réalisée. Le questionnaire rempli par les convives lors du repas comprend uniquement des questions qui correspondent à des variables qualitatives, sauf l'âge et le nombre d'enfants (qui sont des variables quantitatives). L'ACM permet de distinguer les individus en fonction de leurs réponses aux différentes questions sélectionnées pour cette analyse. Mais l'ACM seule ne permet pas d'avoir des classes d'individus ayant répondu différemment. Pour obtenir ces classes il faut effectuer une description des axes obtenus puis une classification ascendante hiérarchique (matérialisé par un « arbre »). Ensuite le logiciel effectue une coupure de l'arbre pour segmenter l'échantillon et aboutir à des classes d'individus en fonction de leurs réponses, ce qui permet d'obtenir une typologie des

questionnés. Toutes les informations données ultérieurement pour différencier les classes sont fiables statistiquement, car ce sont des modalités avec des valeurs test >2. La valeur test est une mesure de distance, en nombre d'écart-types, d'un point à son centre de gravité. Or, dans une variable régit par la loi Normale, 95% des individus ont des valeurs comprises dans un intervalle correspondant à la moyenne à plus ou moins 2 écarts types. Ainsi, une valeur test supérieure à 2 (en nombre absolu) correspond à un point s'éloignant de la moyenne et donc à un point caractérisant la modalité (différent de la moyenne), significativement.

Les variables actives (celles qui définissent la répartition des individus) et illustratives sélectionnées étaient les questions fournies dans le tableau 18 (questionnaire disponible en Annexe 4) :

Tableau 18 : Questions utilisées dans le cadre de l'ACM

N°	Enoncé de la question
2	Avez-vous déjà goûté les produits proposés ? – Illustrative –
3	A la lecture du menu avez-vous eu un a priori, une appréhension sur l'un ou plusieurs des produits ? – Illustrative –
5	Comment avez-vous trouvé la texture des différents plats ? – Active –
6	Comment avez-vous trouvé le goût des mets servis ? – Active –
7.1	Globalement ces plats vous ont surpris ? – Active –
7.2	Globalement ces plats vous ont plu ? (question 7 divisée en 2 pour l'analyse) – Active –
8	Seriez-vous prêt à consommer à nouveau ces produits ? – Active –
9	Seriez-vous prêt à recommander ces produits auprès de vos amis, votre famille … ? – Active –
Questions d'identifications : âge, sexe, structure foyer, enfants, professions. – Illustrative –	

Pour la question 6 les réponses « mauvais » et « ordinaire » ont été rassemblées, car il n'y a que 2 personnes qui ont répondu « mauvais ». Pour la question 7.2 les réponses « déplu » et « peu plu » ont été rassemblées, tout comme les réponses « plu » et « beaucoup plu » afin d'avoir 2 modalités (déplu-peu plu et plu-beaucoup plu). Tout ceci pour obtenir une homogénéité dans le nombre de modalités par variable et une répartition pas trop inégale des effectifs dans les modalités.

La question 1 (A quelle fréquence consommez-vous des produits pêchés en Loire ?) a été éliminée pour cette analyse car elle comporte un biais à cause de la formulation. L'interrogation aurait dû porter sur la fréquence de consommation des produits d'eau douce,

et non pas de Loire. La question 4 (Avez-vous trouvé les plats appétissants ?) a également été éliminée car une trop grosse majorité de convives avait répondu oui (38/41). En effet si une modalité d'une variable est très minoritaire, elle influencera trop la création des classes (les individus ayant répondu non dans ce cas, seront mis ensemble). C'est pourquoi il faut un nombre de modalités presque équivalent (ici les variables ont 2 ou 3 modalités) avec un nombre de réponses par modalité pas trop déséquilibré. Les questions 2 et 3 sont illustratives car, après un premier test, elles n'influencent pas du tout la répartition des individus.

Les questions d'identifications ont toutes été utilisées en variable illustratives, elles peuvent apporter des informations supplémentaires aux classes, sans influencer la création de celles-ci.

L'ACM a donc été réalisée avec les variables ci-dessus, qui correspondent toutes aux réponses **sur le silure** des 41 questionnaires récupérés à la suite du diner.

Tableau 19 : Représentativité propre et cumulée des axes pris en compte dans l'ACM

Numéro d'axe	Valeur propre	Pourcentage	Pourcentage cumulé
1	0,6454	38,72	38,72
2	0,3273	19,64	58,36
3	0,1995	11,97	70,33
4	0,1329	7,98	78,31

Le tableau 19 montre la représentativité respective des quatre premiers axes de l'ACM. Afin d'avoir une bonne représentativité nous allons travailler sur ces quatre axes. Ce qui permet d'avoir 78,31% de l'inertie totale (information totale) représentée dans la typologie.

Les tableaux qui suivent montrent les variables et leurs modalités qui constituent les 4 axes de l'ACM. A chaque fois il y a un côté positif et négatif, qui représentent les deux parties de l'axe.

Tableau 20 : Description de la constitution de l'axe 1

Axe 1

Variable active	Modalité	Valeur test	Côté
Prêt à recommander silure	Non	-5,63	**Négatif**
Gout silure	Ordinaire ou mauvais	-5,47	
Texture silure	Pas agréable	-4,86	
Le silure vous a plu	Déplu ou peu plu	-4,70	
Le silure vous a plu	Plu ou beaucoup plu	4,02	**Positif**
Le silure vous a surpris	Oui	4,34	
Prêt à consommer à nouveau silure	Oui	4,64	
Prêt à recommander silure	Oui	5,63	

L'axe 1 montre une grosse opposition entre le côté négatif et positif (tableau 20). Ainsi le côté négatif pointe surtout les mécontentements par rapport au silure alors que le côté positif pointe plutôt une appréciation de ce produit. Les individus qui ont peu apprécié le silure se trouveront du côté négatif de l'axe 1, à l'opposé de ceux qui auront apprécié et qui seront prêt à en remanger et à le recommander. Il n'y a pas de variable illustrative représentée sur cet axe.

Tableau 21 : Description de la constitution de l'axe 2

Axe 2

Variable active	Modalité	Valeur test	Côté
Le silure vous a surpris	Pas de réponse	-4,23	**Négatif**
Gout silure	Très bon	-4,21	
Texture silure	Très agréable	-3,93	
Le silure vous a plu	Plu ou beaucoup plu	-2,88	
Le silure vous a surpris	Non	2,71	**Positif**
Gout silure	Bon	3,22	
Texture silure	Agréable	3,82	
Le silure vous a plu	Pas de réponse	4,13	

Axe 2

Variable illustrative	Modalité	Valeur test	Côté
Sexe	Féminin	-2,30	**Négatif**
Sexe	Masculin	2,30	**Positif**

L'axe 2 regroupe des modalités plutôt favorables par rapport au silure (Tableau 21). Les individus qui seront représentés par le côté négatif de l'axe 2 seront ceux qui ont beaucoup apprécié le silure. Ceux qui seront représentés par le côté positif seront plutôt des personnes non surprises qui ont apprécié le silure. L'axe 2 possède aussi la variable illustrative de sexe, avec le côté négatif qui sera plutôt féminin et le côté positif masculin.

Tableau 22 : Description de la constitution de l'axe 3

Axe 3

Variable active	Modalité	Valeur test	Côté
Texture silure	Agréable	-3,24	**Négatif**
Le silure vous a plu	Déplu et peu plu	-2,96	
Le silure vous a surpris	Pas de réponse	-2,65	
Prêt à consommer à nouveau silure	Oui	-2,19	
Le silure vous a surpris	Non	2,41	**Positif**
Gout silure	Très bon	2,42	
Texture silure	Très agréable	2,87	
Le silure vous a plu	Pas de réponse	3,75	

L'axe 3 ressemble à l'axe 2 du côté positif, sauf que cette fois l'appréciation du silure est très forte (Tableau 22). Du côté négatif il y a quelques oppositions. En effet ce côté représente une appréciation de la texture, mais pas du gout et une possibilité de remanger du silure plus tard. Il n'y a pas de variable illustrative pour cet axe.

L'axe 4 n'apporte pas beaucoup d'informations par rapport aux autres axes. Il oppose la possibilité de remanger du silure (oui du côté positif et non du côté négatif).

Ensuite une classification ascendante hiérarchique suivie d'une coupure de l'arbre a permis de dégager des classes d'individus ayant des réponses similaires, et donc des avis convergents sur le silure. Le logiciel a proposé des répartitions en 3, 4 et 8 classes. Après étude de différentes possibilités, la répartition en 3 classes a été choisie car elle semblait être la meilleure et la plus représentative. Ses caractéristiques sont présentées ci-dessous.

Tableau 23 : Axes caractéristiques des classes

Classe 1

Axe caractéristique	Coordonnée	Valeur test
1	-0,84	-5,878

Classe 2

Axes caractéristiques	Coordonnée	Valeur test
2	-0,92	-4,214
1	0,83	2,722
3	0,41	2,421

Classe 3

Axes caractéristiques	Coordonnée	Valeur test
1	0,60	3,969
2	0,35	3,241
4	-0,16	-2,331

Les classes sont définies par les réponses suivantes, composées uniquement de variables actives car aucune variable illustrative ne représente les classes :

Tableau 24 : Variables et modalités définissants la classe 1

Classe 1, 18 individus (43,9% de l'échantillon)

Variable active	Modalité	% de la modalité dans la classe	% de la classe dans la modalité	Valeur test	Caractérisation - Opposition
Gout silure	Ordinaire ou mauvais	100,00	90,00	6,01	**Variables et modalités caractérisant cette classe**
Prêt à recommander silure	Non	72,22	100,00	4,90	
Le silure vous a plu	Déplu ou peu plu	77,78	93,33	4,73	

Texture silure	Pas agréable	61,11	100,00	4,26	
Prêt à consommer à nouveau silure	Non	55,56	90,91	3,41	
Le silure vous a surpris	Non	50,00	81,82	2,63	
Gout silure	Très bon	0,00	0,00	-2,01	**Variables et modalités opposées à cette classe**
Texture silure	Très agréable	0,00	0,00	-2,57	
Prêt à consommer à nouveau silure	Oui	44,44	26,67	-3,41	
Le silure vous a plu	Plu ou beaucoup plu	0,00	0,00	-3,83	
Gout silure	Bon	0,00	0,00	-4,32	
Le silure vous a surpris	Oui	0,00	0,00	-4,32	
Prêt à recommander silure	Oui	27,78	17,86	-4,90	

La classe 1, représentée par le côté négatif de l'axe 1, est composée de 18 individus (43,9% de l'échantillon total) (Tableau 24). Toutes ces personnes ont trouvé que le silure préparé lors du diner avait un gout ordinaire ou mauvais (90% des personnes ayant cet avis). 72% des convives de la classe 1 ne souhaitent pas recommander le silure (100% des personnes ayant cet avis). Plus de ¾ des 18 personnes de cette classe ont globalement peu apprécié le silure (il leur a déplu ou peu plu), le reste n'a pas répondu à la question. Un peu plus de la moitié des individus de cette classe a trouvé la texture du silure pas agréable (100% des individus ayant cet avis). La moitié des convives n'est pas prêts à consommer à nouveau du silure et n'a pas été surpris par celui-ci. Aucun individu de cette classe n'a été surpris par le silure, trouvé le silure bon ou très bon, la texture très agréable ou n'a apprécié (plu ou beaucoup plu) le silure.

Cette classe regroupe les personnes ayant globalement un avis neutre ou négatif de la consommation du silure, ils considèrent le gout du silure ordinaire ou mauvais et ils ont globalement peu apprécié ce poisson. Ils sont majoritaires à ne pas vouloir recommander le silure. Un peu plus de la moitié d'entre eux ne souhaite pas consommer à nouveau du silure, cependant l'autre moitié est prête à en remanger. Ces 18 individus ont globalement pas ou peu aimé le silure, mais 8 d'entre eux sont prêts à consommer à nouveau du silure et 5 veulent bien le recommander. Ils sont donc 10 à être totalement contre le silure et 8 à avoir moyennement apprécié la préparation, mais curieux de réessayer le silure.

Tableau 25 : Variables et modalités définissants la classe 2

Classe 2, 6 individus (14,63% de l'échantillon)

Variable active	Modalité	% de la modalité dans la classe	% de la classe dans la modalité	Valeur test	Caractérisation - Opposition
Gout silure	Très bon	100,00	100,00	5,05	**Variables et modalités caractérisant cette classe**
Texture silure	Très agréable	83,33	62,50	3,34	
Le silure vous a plu	Plu ou beaucoup plu	83,33	38,46	2,39	
Gout silure	Ordinaire ou mauvais	0,00	0,00	-2,25	**Variable et modalité opposée à cette classe**

La classe 2, représentée par le côté négatif de l'axe 2 et positif des axes 1 et 3, ne contient que 6 individus (14,63% de l'échantillon) (Tableau 25). Ils ont tous trouvé le silure très bon et ce sont les seuls à avoir donné cette réponse. 5 des 6 individus ont trouvé la texture du silure très agréable et le silure leur a plu (2 individus) ou beaucoup plu (3 individus). Aucun d'entre eux n'a trouvé le silure ordinaire ou mauvais.

La classe 2 est le parfait opposé de la classe 1. Elle est composée d'individus ayant beaucoup apprécié le silure.

Tableau 26 : Variables et modalités définissants la classe 3

Classe 3, 17 individus (41,46% de l'échantillon)

Variable active	Modalité	% de la modalité dans la classe	% de la classe dans la modalité	Valeur test	Caractérisation - Opposition
Gout silure	Bon	88,24	100,00	5,87	**Variables et modalités caractérisant cette classe**
Prêt à recommander silure	Oui	100,00	60,71	3,63	
Le silure vous a surpris	Oui	70,59	80,00	3,53	
Texture silure	Agréable	82,35	63,64	2,84	
Prêt à consommer à nouveau silure	Oui	94,12	53,33	2,28	
Prêt à consommer à nouveau silure	Non	5,88	9,09	-2,28	**Variables et modalités opposées à cette classe**
Texture silure	Pas agréable	0,00	0,00	-3,16	
Le silure vous a plu	Déplu ou peu plu	5,88	6,67	-3,27	
Prêt à recommander silure	Non	0,00	0,00	-3,63	
Gout silure	Ordinaire ou mauvais	11,76	10,00	-3,81	

La classe 3, représentée par le côté positif des axes 1 et 2 et par le côté négatif de l'axe 4, est composée de 17 individus (41,46% de l'échantillon) (Tableau 26). Ils sont tous prêts à recommander le silure, et presque tous veulent bien en remanger (94%). Une grosse majorité des 17 individus ont trouvé le silure bon (88%), les autres l'ont trouvé ordinaire ou mauvais. Ils sont également 82% à avoir trouvé la texture agréable et aucun n'a trouvé la texture désagréable. Ils sont également plus de 70% à avoir été surpris par le silure.

Cette classe regroupe des convives qui sont globalement surpris par le silure et contents d'en avoir goûté. Ils ont trouvé ça bon et agréable et sont presque tous prêt à en remanger et à le recommander auprès de leurs proches.

Les classes, ainsi que les variables et modalités qui les définissent, sont visibles sur les graphiques suivants :

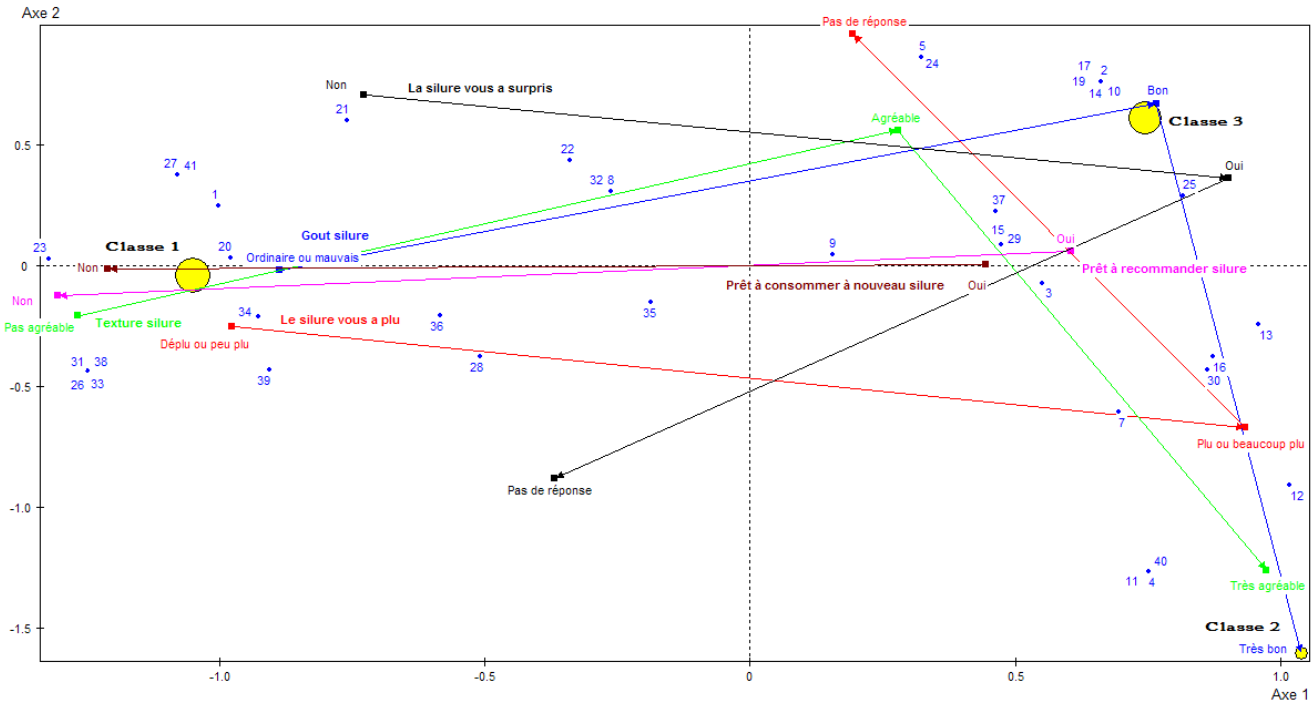


Figure 61 : Représentation des classes sur les axes 1 et 2

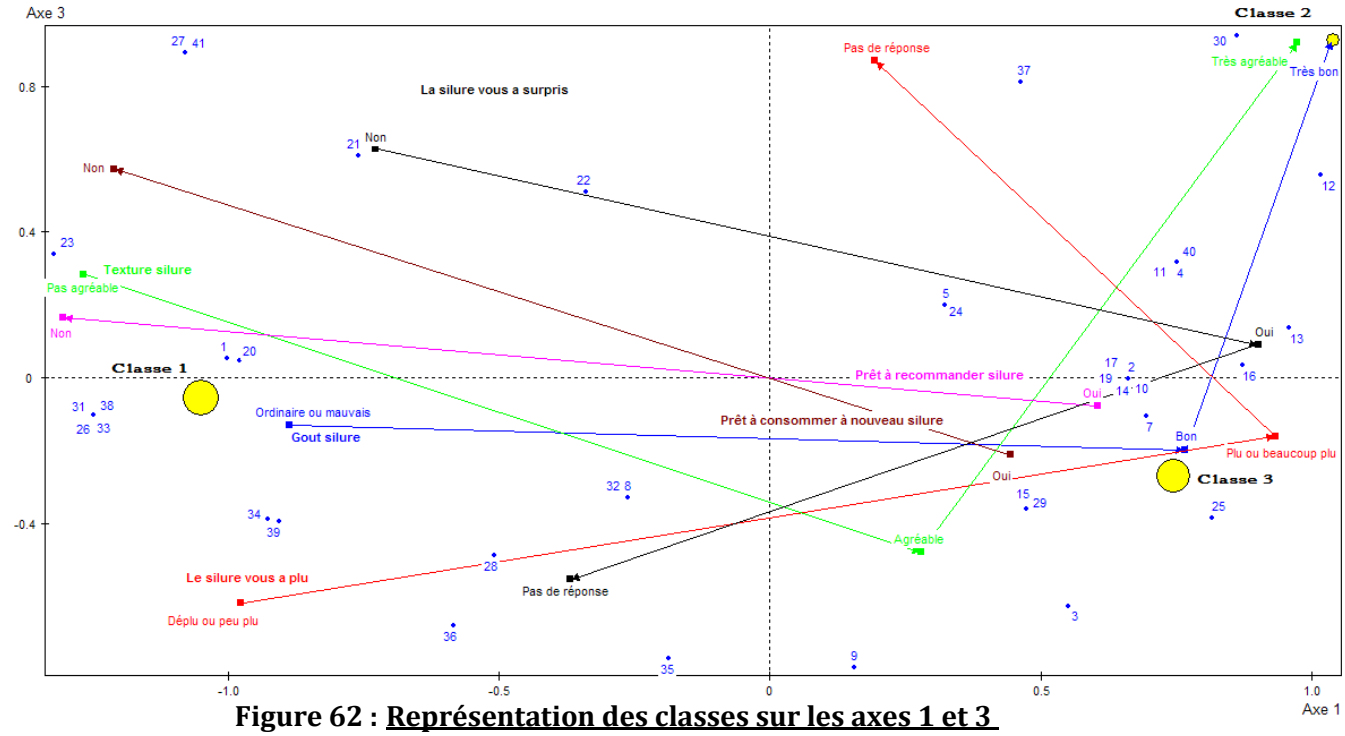


Figure 62 : Représentation des classes sur les axes 1 et 3

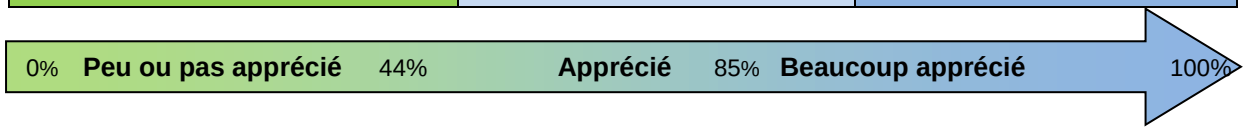
Les figures 61 et 62 montrent bien les oppositions entre la classe 1 et les classes 2 et 3, au niveau de l'axe 1. En effet le côté négatif de cet axe regroupe les réponses de mécontentement du silure alors que le côté positif regroupe les réponses qui manifestent l'appréciation de ce poisson. On retrouve donc la classe 1 sur le côté négatif et les classes 2 et 3 sur le côté positif. Ces deux dernières classes sont surtout séparées en fonction du « degré » de satisfaction. Car les individus de la classe 2 ont **beaucoup** apprécié le repas,

alors que ceux de la classe 3 ont apprécié le repas, sont prêts à remanger du silure et à le recommander auprès de leurs proches.

Au vu des informations ci-dessus la typologie des convives qui ont participé au diner de découverte des produits ligériens, et surtout du silure, est réalisable.

Tableau 27 : Typologie de l'appréciation du silure

Typologie de l'appréciation du silure		
Peu ou pas apprécié le silure 18 individus (43,9% du total)	**Apprécié ou beaucoup apprécié le silure** 23 individus (56,1% du total)	
Classe 1 (18 individus)	Classe 3 (17 individus)	Classe 2 (6 individus)
Gout ordinaire ou mauvais, texture désagréable, pas prêt à recommander le silure. Globalement le silure a déplu ou peu plu. Peu de surprise sur le silure et à peine la moitié veulent bien remanger du silure.	Le silure a bon goût, texture agréable, prêt à remanger et recommander ce poisson. Nombreux ont été surpris par le silure.	Le silure a un très bon gout et une texture très agréable.
Globalement peu ou pas apprécié le silure, mais 8 personnes veulent bien en remanger.	Globalement apprécié le silure et possibilité d'en remanger et de le recommander aux proches.	Globalement ils ont beaucoup apprécié le silure.



La typologie de l'appréciation du silure lors du diner du 30 septembre est très claire (Tableau 27). Deux types de réponses principales se distinguent : ceux qui n'ont pas ou peu apprécié le silure, au nombre de 18, soit 44% du total des personnes ayant répondu au questionnaire et ceux qui ont apprécié ou beaucoup apprécié le silure, au nombre de 23 individus, soit 56% du total. Il y a donc 4 types de personnes. Ceux qui n'ont pas ou peu apprécié et ne veulent pas réentendre parler du silure. Ceux qui n'ont peu ou pas apprécié le silure mais qui veulent bien en remanger et ceux qui ont apprécié, ou beaucoup apprécié parmi lesquels une majorité de personnes est prête à le recommander et à en remanger (classe 3, 41.5% des individus).

Le silure a donc intrigué un bon nombre de convives et éveillé la curiosité des participants qui ne sont pas contre l'idée d'en remanger.

Ces résultats montrent que les convives ont rempli sérieusement le questionnaire. En effet les réponses du questionnaire sont complémentaires et cette typologie montre que les convives ont été cohérents dans leurs réponses.

Il faut aussi retenir que l'appréciation ou non du silure n'a pas été influencée par le sexe, l'âge ou la profession des individus.

La typologie et les statistiques descriptives étant concordantes, une conclusion générale des résultats obtenus avec les traitements de données effectués sur les réponses du questionnaire peut être effectuée :

Le repas a globalement été **un succès**. 70% des convives ont été convaincus par le silure car ils sont prêts à en remanger et à le recommander. Ce résultat est très satisfaisant. Les convives ayant répondu sérieusement au questionnaire et l'échantillon semblant représentatif de la population susceptible de manger du silure nous pouvons considérer que **le silure possède un réel potentiel qui ne demande qu'à être développé**. Partant de ce constat et des réponses au questionnaire, 4 axes sur lesquels travailler pour valoriser alimentairement le silure ont été définis en posant comme base que le silure est un bon produit, facile à cuisiner et peu cher à l'achat. :

- Changer la mauvaise (et fausse) image de ce poisson. Il faut faire connaitre ce poisson et démontrer qu'il est bon à manger ;
- Communiquer sur le prix très abordable du silure ;
- Communiquer sur la façon de cuisiner le silure. La texture de ce poisson est parfaite s'il est bien cuit. Le goût du plat peut être excellent si le silure est bien relevé ;

  ⇨ Besoin de donner de nombreuses recettes aux possibles consommateurs

- Développer le réseau de restaurateurs servant du silure.

2.1.1.3) Le plus grand buffet du monde

Le 28 octobre 2013, à Nantes, s'est déroulé « le plus grand buffet du monde ». Événement visant à battre l'ancien record du plus grand linéaire de buffet au monde, soit 412 mètres, établi en 2004. Cette dégustation a été organisée par l'association française des Cuisineries Gourmandes et leurs chefs certifiés, ainsi que leurs collègues Maitres Restaurateurs. Au-delà de l'objectif quantitatif, la qualité des produits était à l'honneur. Ainsi les partenaires, producteurs, vignerons et artisans des métiers de bouche étaient conviés afin de mettre en valeur les savoir-faire artisanaux du patrimoine culinaire des régions. Il y avait donc un bon nombre de pêcheurs conviés, dont certains exerçants en eau douce.

Certains restaurateurs avaient en conséquence prévue de cuisinier du poisson d'eau douce, mais pas du silure.

À la découverte de cet événement deux pêcheurs travaillants avec des restaurateurs certifiés Cuisineries Gourmandes en Loire-Atlantique et dans le Maine et Loire ont été contactés. Ceci a permis une collaboration avec 4 restaurateurs qui ont préparé du silure pour en faire déguster au plus grand buffet du monde.

Du côté de la Loire-Atlantique, c'est Arnaud Guéret qui s'est occupé de la coopération entre l'association et deux restaurateurs : Yvonnick Briand, chef du Clos Saint Thomas (Sucé-sur-Erdre) et Sébastien Thébaud, chef du Villa Belle Rive (Sainte Luce sur Loire). A cette occasion ceux-ci ont servi du silure fumé (préparé par Arnaud Guéret), des sushis de silure fumé et du pudding de silure en deux cuissons (Figure 63).

Figure 63 : <u>Pudding de silure aux deux cuissons</u>

Du côté du Maine et Loire c'est Yannick Perraud qui a fourni le poisson aux deux restaurateurs de l'Anjou : Patrick Claude, chef du Relai d'Anjou (Saint-Georges-sur-Loire) et Franck Redureau, chef de La Gabelle (Saint-Florent le Vieil). Les deux chefs ont confectionné des ballottines de silure à la mangue et farcies à la carpe (Figures 64 et 65).

Figure 64 : <u>Ballottine de silure à la mangue (pièces les plus claires)</u>

Figure 65 : <u>Ballottine de silure farcie à la carpe (pièces les plus foncées)</u>

Mais le chargé de missions s'est aussi mis en relation avec Robert Touchet, président des Cuisineries Gourmandes de l'Anjou. Cette coopération a permis de créer une vraie « vitrine » sur le silure avec une réelle mise en avant sur le buffet (Figure 66).

Figure 66 : « Stand » silure lors du plus grand buffet du monde

Nous avions récupéré deux petits silures qui ont été placés de part et d'autre de la plate (embarcation de pêche en eau douce) qui à servie à rehausser les préparations de silure, le tout posé sur de la glace pilée. De cette manière les plateaux de ballottines ainsi que la documentation étaient facilement visible pour le public et le décor « pêche en eau douce » attirait l'œil et l'intérêt des participants.

La mise en place de la dégustation d'un produit comme le silure dans un tel événement était l'occasion de communiquer très largement sur la consommation de ce poisson. Une plaquette sur le silure (Figure 48 et 49) a donc été confectionnée. A noter que les figures qui suivent présentent le recto et le verso de la plaquette qui est au format A4, pliée en 3 de façon « roulée » (les deux côté extérieurs du recto sont rabattus vers l'intérieur).

Pavé de silure lardé et rôti
servi sur son coulis d'écrevisses

Pour 4 personnes
4 pavés de silure de 160 g • 4 fines tranches de jambon cru • sel • poivre

Pour la sauce
Têtes et pinces d'écrevisses • tomates • oignons • carottes • bouquet garni • Cognac • vin blanc

Préparation : 30 minutes
Faites fondre un peu de beurre au bain marie. Badigeonnez-en légèrement, avec un pinceau, les pavés de silure. Entourez-les d'une tranche de jambon cru, poivrez et salez légèrement. Enfournez à chaud (160°C) et laissez cuire environ 10 min.

Astuce !
Les pavés de silure se cuisinent rapidement. La sauce, plus longue à faire, peut être préparée la veille pour gagner du temps !

Coulis d'écrevisses : dans un grand fait-tout, faites revenir avec un peu de matière grasse : têtes et pinces d'écrevisses, oignons, carottes. Salez, poivrez. Une fois la préparation bien revenue, flambez au Cognac. Déglacez au vin blanc. Laissez réduire. Ajoutez les tomates, laissez cuire. Filtrez la sauce au chinois et vérifiez l'assaisonnement. Réservez au chaud.

Profession, pêcheur professionnel en eau douce !

Environ 400 pêcheurs professionnels en eau douce exercent leur activité sur l'ensemble du réseau hydrographique français. Ils font partie des artisans de notre patrimoine culinaire, en fournissant aux petites et grandes tables gastronomiques, brochets, sandres, ombles chevalier, lamproies, anguilles, corégones, ablettes, carpes…
Silures, mulets et écrevisses américaines figurent au nombre de leurs bonnes prises. Mais, certaines de ces espèces souffrent malheureusement d'une triste réputation gustative.
Considération totalement injustifiée, pour qui a déjà dégusté rillettes de mulet ou pavé de silure et son coulis d'écrevisses.
« Revalorisons et valorisons ces espèces, donnons-leur des lettres de noblesse culinaires ! » Tels sont les mots d'ordre lancés par les pêcheurs professionnels du bassin de la Loire.

En savoir plus ?

Retrouvez toutes les informations sur les pêcheurs professionnels en eau douce et d'estuaires en France, leurs actualités, les espèces commercialisées, les bonnes recettes (rubrique : « **à table** ») sur le site internet :

www.lepecheurprofessionnel.fr

C. photos : F. Botard, N. Hérault, D. Macé, N. Porcher

PAYS DE LA LOIRE

Le silure glane

C. Girard, extrait de "L'anguille européenne, livret technique Tour du Valat"

A.A.D.P.P.M.F.E.D.L.A.

Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels Maritimes et Fluviaux en Eau Douce de Loire Atlantique

Parc d'activités Estuaire Sud • Rue du Camp d'aviation
44320 Saint Viaud • aadppmfedla@wanadoo.fr

Figure 67 : <u>Recto de la plaquette. De gauche à droite : recette n°2, dernière page, première page</u>

Origine et colonisation

Le silure, *Silurus glanis* de son nom latin, est originaire d'Europe de l'Est et d'Asie de l'Ouest. Sa présence en France remonterait à 1857. Sa colonisation, en une quarantaine d'année, de l'ensemble des cours d'eau français est due à son expansion naturelle et aux introductions volontaires à des fins halieutiques, à la fin des années 1960.

Morphologie

Ce carnassier peut atteindre 2,5 mètres de long pour un poids de plus de 100 kilos. Une morphologie exceptionnelle pour un poisson d'eau douce, qui en fait un combattant hors pair et un poisson « trophée » pour les amateurs de pêche sportive dite « no kill ».

? Quelle est la place du silure dans la chaine alimentaire ? Quel est l'état de sa population ? Est-il inoffensif ? Quels sont ses impacts sur les populations de poissons migrateurs à forts enjeux économiques, écologiques et culturels comme l'anguille, le saumon, la lamproie et l'alose ?
Autant de questions qui restent encore sans réponses… Des études, sur la Loire notamment, sont en cours.

Paupiette de silure farcie

Ingrédients pour 4 personnes
4 escalopes fines, taillées dans le dos du silure • 200 g de carottes émincées • 200 g de poireaux émincés • 100 g de lardons fumé • 8 tranches fines de poitrine fumée • 1 cube de volaille

Pour la sauce
1 oignon • 1 boite de tomates pelées • 1cuillère à café de basilic • sel • poivre • 2 cuillères à soupe de crème fraîche

Préparation : 30 minutes
Faites cuire dans le bouillon de volaille les carottes pendant 3 à 4 minutes. Egouttez-les. Faites blanchir les poireaux. Egouttez-les. Faites rissoler les lardons dans une poêle.
Garnissez les escalopes de carottes, poireaux et lardons puis les rouler. Entourez-les de deux tranches de poitrine fumée.

Enfournez à 180° pendant 15 minutes.

Pour la sauce : faites rissoler l'oignon dans une casserole dans un peu de beurre. Ajoutez les tomates pelées et le basilic, salez, poivrez puis mixez. Ajoutez la crème fraîche.
Servez très chaud avec les paupiettes.

Transformation et consommation

Le silure ? « Moelleux en bouche, fin, mais manquant peut-être un peu de saveur » disent les uns, interrogés sur les qualités de la chair de silure. « Économique et diététique » complètent les autres. En rillette, fumé, ou en filet poêlé, le silure s'affiche, en somme, comme un poisson d'un excellent rapport qualité/prix. C'est pourquoi nous vous encourageons à déguster du silure dès que l'occasion se présente !

Les gros spécimens se révèlent être de redoutables adversaires lorsqu'il faut les sortir de l'eau !

À la maison comme au restaurant

Les pêcheurs professionnels en eau douce de Loire-Atlantique vous offrent deux recettes de grands chefs, à reproduire en toute facilité à la maison. Ils sont à votre disposition pour vous fournir le poisson, « comme sur un plateau », filets levés si besoin. Pour contacter un pêcheur professionnel près de chez vous : aadppmfedla@wanadoo.fr

Figure 68 : <u>Verso de la plaquette. De gauche à droite : page intérieure 1, recette n°1, page intérieure 2</u>

Cette plaquette contient des informations sur les origines du silure, sa morphologie, les questions et débats qui tournent autour de ce poisson, des renseignements sur sa transformation, sa consommation ainsi que deux recettes facilement reproductibles chez soi. Le silure est présenté le plus simplement possible avec une mise en avant de ses qualités culinaires et la facilité d'accès à cette ressource pour en faire un plat de tous les jours. Ce prospectus a été créé dans un objectif de communication à long terme sur le silure, il n'y figure donc aucune date, et il a été édité en 1000 exemplaires. En plus de cette plaquette un petit questionnaire était disponible (Annexe 7). Ce questionnaire est presque identique à celui utilisé pour le diner du 30 Septembre, sauf qu'il ne porte que sur le silure. Très peu de personnes ont répondu au questionnaire ce qui n'a pas permis son exploitation. C'était d'ailleurs prévisible au vu de l'organisation de la dégustation : station debout, assiette et verre en main, il était donc difficile de remplir un document papier.

Mais deux restaurateurs ont été extrêmement intéressés par cette action. Des plaquettes et questionnaires ont été transmis aux restaurants Le Clos Saint Thomas et Villa Belle Rive car ils souhaitent participer activement à la promotion du silure.

Pour son 30ème anniversaire l'association des Cuisineries Gourmandes a rassemblé près de 150 chefs représentants 12 régions françaises, ce qui a permis de battre le record du plus grand buffet du monde, qui est désormais de 502,60 mètres. Ce sont environ 7000 personnes qui ont profité de cette occasion unique pour venir déguster des produits de nos régions. **Globalement le buffet a été un franc succès, et la dégustation de silure l'a été tout autant.**

Les invités qui sont passés goûter des préparations de silure ont tous été agréablement surpris. En effet très peu connaissaient le silure, et encore moins savaient que c'était consommable, et bon ! La majorité des convives a trouvé les préparations délicieuses et très agréables en bouche. Un bon nombre de personnes désireuses d'informations ont discuté avec le chargé de missions qui était là pour expliquer la démarche de l'association et répondre aux questions. De nombreuses personnes ont pris la plaquette, dont certaines paraissaient vraiment intéressées. Yvonnick Briand et Arnaud Gueret ont également beaucoup discuté des qualités du silure avec de nombreux convives. Beaucoup de personnes ont dit des choses très positives.

Les 4 heures passées à accueillir et discuter avec les dégustateurs ont permis d'apprendre ou de confirmer certains points :

- **Le silure a toujours une très mauvaise réputation** : « Goût de vase » ; « Poisson avec beaucoup d'arêtes » ; « Poisson poubelle » ; « Il racle le fond non ? » ; « Il est très gras » ; « Difficile à préparer » ; « Il mange n'importe quoi » ; « C'est un poisson d'eau douce » ; « Pas de goût » ; « Visqueux »… sans parler de son « délit de faciès » qui bloque de nombreux individus ;

- En général la personne se méfie mais, intriguée, elle goûte, pour finalement **trouver ça bon** : « Très très bon » ; « Etonnant ! » ; « Délicieux » ; « Super bon » ; « Très intéressant » ; « Je suis conquis » ; « Un régal » sont des termes entendus de nombreuses fois ;

- Les invités ont trouvé ça bon, mais beaucoup sont **désemparés à l'idée de devoir préparer du silure**. Dans certains cas c'est parce qu'ils cuisinent rarement ou qu'ils ne savent pas où trouver du silure. Mais parfois c'est juste qu'ils ne savent pas quelle recette faire. Dans le dernier cas ils ont été très intéressés par la plaquette. Nous avons réussi à convaincre certaines personnes de l'intérêt culinaire du silure mais il reste énormément de travail à faire ;

- Il y a un réel manque d'information autour de ce poisson et de sa consommation. Cependant il attire énormément. Beaucoup de gens sont venus en déguster car ils étaient très intrigués par le produit, ou par le poisson en lui-même. Il existe **un intérêt certain pour le silure en lui-même, son impact sur son environnement et sur sa consommation**.

Le plus grand buffet du monde a permis la mise en place d'une belle vitrine sur la consommation du silure et a été un grand succès ! **De nombreuses personnes ont**

découvert ce poisson et vont en garder un bon souvenir, ce qui est motivant pour la suite. Il faut continuer à participer à ce genre d'événements pour faire connaitre ce poisson. La plaquette va servir de support pour les prochaines manifestations où le silure sera proposé. De plus, la collaboration avec les quatre restaurateurs et les Cuisineries Gourmandes s'est déroulée de la meilleure des manières. Celle-ci pourrait même ouvrir la porte à des collaborations futures.

2.1.2) Dérivés pharmaceutiques

2.1.2.1) Contact laboratoire Phosphotech

Le laboratoire de biotechnologie Phosphotech a été contacté à plusieurs reprises (http://www.phosphotech.eu/spip.php?rubrique3). Notamment Philippe Roy dont l'adresse mail nous avait été communiquée par Erwann le Floc'h. Celui-ci nous avait informés de l'éventuel intérêt de cette entreprise pour le collagène de silure.

En effet Phosphotech est un laboratoire présent mondialement, dont une antenne se situe à Saint-Herblain à côté de Nantes, qui commercialise des produits issus d'animaux spécialement choisis. Les domaines ciblés sont l'agroalimentaire, la diététique et santé, la cosmétique et la nutrition animale. L'objectif était, par ce contact, d'explorer les possibles voies de valorisation du silure dans ces domaines.

Après discussion avec le laboratoire, aucun accord pour essayer de valoriser le silure n'a été trouvé. En effet cette société était d'accord pour aider dans la valorisation mais uniquement en tant que prestataire et donc en facturant le service. Or, l'association n'a pas les moyens pour ça et souhaitait plutôt une collaboration où les pêcheurs fournissent la matière première (gratuitement) et le laboratoire effectue (à sa charge en R&D) le travail nécessaire pour savoir si ce produit a du potentiel. Si ça avait été le cas les deux parties auraient été gagnantes, par la vente du produit pour les pêcheurs et par l'utilisation de celui-ci par le laboratoire pour créer des nouveaux produits.

Cette piste n'a donc pas aboutie.

2.1.2.2) Contact laboratoire Copalis

Le laboratoire Copalis, situé à Portel, dans le Pas-de-Calais, qui est dans le même domaine d'activité que le précédent laboratoire, a également été contacté. Celui-ci est spécialisé dans la valorisation des produits d'origines marines et ses équipes créent des produits dans les domaines de la nutrition humaine, des compléments alimentaires, de la cosmétique, de la diététique animale et des extraits aromatiques.

L'objectif était le même que pour Phosphotech, c'est-à-dire la recherche de débouchés possibles du silure dans leurs domaines d'activité.

Cependant le laboratoire Copalis n'a jamais répondu malgré les nombreuses relances.

2.1.3) Contacts - communication

2.1.3.1) Contact des syndicats hôteliers

Pour essayer de mettre en place des actions de dégustation trois syndicats hôteliers de la région Pays de Loire ont été contactés. L'objectif était d'essayer de trouver une ou des collaborations avec ceux-ci pour profiter d'un évènement pour organiser une dégustation de silure. Les organismes contactés sont les suivants :

- L'Association des Professionnels Indépendants de l'Industrie Hôtelière (APIIH, http://www.apiih.fr/). Ils n'ont jamais rendu réponse aux nombreuses relances ;
- L'Union des Métiers et des Industries de l'Hôtellerie des Pays de la Loire (UMIH, http://www.umih.fr/fr/). Ils ont directement transmis notre demande à la Confédération des Professionnels Indépendants de l'Hôtellerie 44-85 (CPIH 44-85, http://cpih44-85.com/) en la personne de Yvonnick Briand, président du CPIH 44-85 et chef du restaurant « Le Clos Saint Thomas ». Ce chef est très intéressé par le silure et collabore avec Arnaud Guéret, pêcheur professionnel en Loire-Atlantique. Ainsi, comme indiqué précédemment, ce chef, associé à Sébastien Thébaud (chef du Villa Belle Rive), a présenté du silure lors du « Plus grand buffet du monde » ;
- La Chambre des Professionnels Indépendants de l'Hôtellerie de Maine et Loire (CPIH 49, http://www.cpih-france.com/cpih49/accueil.aspx). Le président du CPIH49, Robert Touchet, a répondu très rapidement qu'« Il n'est pas dans les missions de la CPIH de promouvoir tel ou tel produit, c'est pourquoi je transfère votre proposition à l'association des Cuisineries de l'Anjou, que je préside ». Robert Touchet était également très motivé par ce projet et il a proposé d'associer nos structures pour mettre en avant le silure au plus grand buffet du monde. C'est ainsi que le silure a pu être présent sur les stands de Loire-Atlantique et de Maine et Loire.

Cette initiative a permis d'avoir une excellente représentation du silure au plus grand buffet du monde. De plus tous les partenaires pour cet évènement ont été très intéressés par le silure et semblent prêts à refaire ce genre d'action.

Pour plus de détail sur cette action vous pouvez consulter le chapitre précédent.

2.1.3.2) Contact de la chambre de l'agriculture Loire-Atlantique

Nous avons contacté Martine Epiard (martine.epiard@loire-atlantique.chambagri.fr) et Sylvie Guillo (sylvie.guillo@loire-atlantique.chambagri.fr) pour avoir quelques informations, pistes où des dégustations de silures seraient possibles.

Martine Epiard a été très réactive et a fourni les pistes suivantes :

- Association produit en pays de Retz : association de producteurs et de restaurateurs du pays de Retz : produitenpaysderetz@outlook.fr. Après leur avoir exposer le projet

a semblé les intéresser. Cependant cette association est très récente et pour y adhérer, ou pour participer à des évènements qu'elle organise, il faut que le produit vienne du Pays de Retz. Dans le cas des pêcheurs professionnels en eau douce, ceci représente ceux qui pêchent entre Couëron et Cordemais, qui n'est pas forcément une zone où le silure est très abondant. **Ce n'est vraisemblablement pas par cette association qui pourra promouvoir le silure, mais elle peut représenter une opportunité pour les professionnels situés en Pays de Retz** ;

- Vitrine ohlala : http://ohlala-blog.fr/ et http://www.ohlaloireatlantique.com/. Ce sont des sites de l'office de tourisme qui ont pour objectif la promotion de ce qui existe en Loire-Atlantique, entre autre au niveau de la « gourmandise ». Ils sont aussi place du commerce (à Nantes) et peuvent distribuer des papiers de communication (plaquette etc.). **Ohlala ne permet pas de mettre en place une dégustation, mais pourrait servir pour faire de la communication sur le silure, et sur le métier de pêcheur professionnel en général** ;
- La foire de Béré : http://www.foiredebere.fr/. Cette foire peut accueillir simultanément 428 exposants pour la « foire commerciale » et 120 pour l' « espace marché ». En 2013 ce sont plus de 39 000 personnes qui ont visités ces espaces. Cette immense foire (qui se déroule sur 4 jours) semblait un peu trop grande et trop proche dans le temps pour organiser une présentation convenable du silure ;
- Site approximité : http://www.approximité.fr/. C'est un site internet régional regroupant des producteurs qui pratiquent la vente directe aux particuliers, aussi bien de produits bruts, que de produits transformés en région avec des matières premières issues des Pays de la Loire. Il faut remplir un dossier pour en faire partie. **Ce site peut éventuellement servir aux pêcheurs individuellement, mais il est surtout très intéressant dans l'optique de la vente de produits transformés** ;
- Le Quai vert (Frossay) : http://www.quai-vert.com. Cette structure a pour but de faire découvrir l'environnement et les loisirs de pleine nature. Il est situé au bord du canal maritime de la Basse-Loire. **Le Quai vert ne peut vraisemblablement pas aider dans la promotion du silure, mais peut apporter une aide dans la communication et de la sensibilisation à l'environnement et au métier de pêcheur**.

2.2 Pistes explorables

2.2.1) Fructification du travail effectué et des collaborations précédentes

Afin que le travail effectué pour la valorisation du silure lors de ce projet ait un impact sur la profession il convient de le faire fructifier. Les 3 actions mises en place ont eu pour suite :

- Le traiteur qui a préparé le mulet et le silure aux journées du patrimoine au Cellier est très intéressé par ces espèces et **achète d'ores et déjà du mulet et du silure** à un pêcheur professionnel ;
- Lors du plus grand buffet du monde la collaboration a été faite avec 4 restaurateurs différents. Yvonnick Briand et Sébastien Thébaud ont été plus qu'intéressés par le silure. Car ces deux chefs ont pour projet de mettre à l'honneur le silure sur leurs cartes. Ainsi, des plaquettes et des questionnaires leurs ont été transmis pour qu'ils puissent communiquer lorsqu'ils serviront ce poisson. Il est important de préciser que ce sont **les chefs qui ont demandé à avoir la plaquette** pour sensibiliser les consommateurs ;
- Le chef Yvonnick Briand sert régulièrement du silure dans son restaurant le Clos Saint Thomas ;
- Le chef Sébastien Thébaud sert régulièrement du silure dans son restaurant Villa Belle Rive (le silure a été à la carte tout l'automne 2014). En plus, il promeut ce poisson lors de divers évènements :
    - Le restaurant a participé à l'animation « Tous au restaurant » qui s'est déroulée du 22 au 28 Septembre 2014, le principe étant un menu acheté, un menu offert. Lors de cet évènement le chef servait en plat du silure pané au sésame cru-cuit (façon tataki). Environ 60 personnes ont pris ce plat ;
    - Muscadétour, le 5 octobre 2014 au lycée Briacé, à le Landreau (44430). Dans le cadre des « Agapes du Vignoble », 900 convives ont dégusté un buffet où il avait préparé des verrines de tartare de silure à la mangue et à l'huile de sésame (lien vidéo : http://www.dailymotion.com/video/x27bhob_agapes-sous-le-soleil_news?start=75) ;
- Le questionnaire rempli lors du diner du 30 septembre a donné des résultats très intéressants et qui donnent du poids lorsque l'on assure que le silure a un bon potentiel. Fort de ce constat un mareyeur a été démarché (2.2.2).

2.2.2) Lancement de nouvelles collaborations

2.2.2.1) Collaboration avec Nantes Marée

Nantes Marée est l'une des 4 entreprises de mareyage du groupe « Le Saint ». Nantes Marée, situé au MIN de Nantes, constitue l'antenne couvrant principalement les Pays de la Loire. Ce mareyeur vend des produits de la mer et un peu d'eau douce aussi bien aux grandes surfaces qu'en restauration (collective, commerciale) ou encore aux traiteurs et poissonniers.

Lors du plus grand buffet du monde nous avons rencontré Pascal Raballand, directeur de Nantes Marée. Celui-ci était très intéressé par le silure et les poissons d'eau douce en général. Par la suite, début février 2014, un rendez-vous porteur de promesses a eu lieu avec M. Raballand.

En effet M. Raballand s'est engagé à acheter du silure en 2014 pour essayer de développer le réseau de vente de ce poisson. Nantes Marée propose le silure directement en filet, qui est plus aisé et plus rapide à cuisiner. Ils souhaitent également essayer de le fumer, ce qui pourrait très bien marcher. Au terme de l'année 2014, ce sont 23 silures pour 215 kg qui ont été achetés par Nantes Marée. Le silure a parfois été donné à des clients pour qu'ils testent ce produit. Au final assez peu de bénéfices ont été tirés de ce poisson car le marché est encore faible mais se développe, notamment auprès de certains restaurants ligériens. En 2015 ce mareyeur continue et va continuer à acheter du silure, il a notamment 3 clients réguliers qui lui permettent de vendre ce poisson.

Une forte volonté est présente et c'est le plus important pour développer une filière. Comme indiqué précédemment le silure a mauvaise réputation et il faut beaucoup de travail pour casser cette mauvaise image. C'est en commençant par des petites collaborations comme celle-ci que l'intérêt du silure sera démontré et sa commercialisation s'étendra.

De plus, ils ne sont pas uniquement intéressés par le silure, mais par toutes les espèces de Loire. Ainsi cette collaboration pourrait bien être une nouvelle possibilité de vente pour les pêcheurs professionnels pour des espèces qui ne trouvent pas acheteur (silure, mulet) ou d'autres dont les cours sont cassés par le manque de concurrence (lamproie) ou de marché (alose). Ce contact effectué par le projet Silurus pourrait donc débuter une belle histoire pour le silure, mais aussi pour d'autres espèces sous-estimés ou sous-cotés.

2.2.2.2) Démarchage de restaurateurs

Les actions menées ainsi que les résultats qui en ont découlés (questionnaires + commentaires) sont très positifs quant au potentiel gustatif du silure. Le questionnaire a montré que ce poisson avait sa place sur les cartes des restaurants. Ainsi, trop peu de restaurateurs cuisine du silure et il est tout à fait envisageable de démarcher des restaurateurs, au cas par cas, en commençant bien sûr par ceux qui achètent déjà du poisson d'eau douce aux pêcheurs.

Cette action doit être menée directement par les pêcheurs qui souhaitent valoriser le silure. Ainsi ils pourront diversifier leur offre aux restaurateurs et se trouver de nouveaux clients.

2.2.3) Participations à des évènements

2.2.3.1) Journée de restitution de l'Appel A Projet SMIDAP – Région des Pays de la Loire 2015

Lors des journées de restitution du SMIDAP, le 29 mai 2015, des produits d'eau douce (pêche professionnelle et pisciculture) seront servi en amuses bouches sous forme de « snacking ». Du mulet, de l'écrevisse de Louisiane, **du silure** et de la carpe sont prévu pour une dégustation d'une cinquantaine de personnes.

L'AADPPMFEDLA en a profité pour communiquer autour de la consommation des produits de la pêche en eau douce avec la création d'une fiche recette sur l'écrevisse et la mise à disposition de la plaquette sur le silure.

2.2.3.2) Participation à divers évènements – actions de promotion

- La foire de Béré : http://www.foiredebere.fr/. Comme signalé précédemment la foire de Béré peut être une bonne occasion pour proposer une dégustation de silure et d'autres produits d'eau douce. Si les pêcheurs souhaitent valoriser certains poissons ça peut être une bonne occasion, mais cela nécessiterait un gros travail en amont (préparation des plats, décoration, création de documents de communication …) ;
- Fête de la Loire à Indre : http://www.indre44.fr/les_civelles.aspx. Cette fête était au départ intitulée « fête de la civelle » mais désormais c'est la « fête de la Loire » où l'anguille est consommée à différents stades (civelle et anguille jaune). Cet évènement pourrait représenter une opportunité pour faire une dégustation de silure. Pour ce faire il faudrait s'associer avec les pêcheurs présents dans cette commune. Cette piste est très hypothétique et dépendra principalement de la volonté des pêcheurs concernés ;
- Collaboration avec des restaurateurs. Lors de ce projet nous avons eu l'occasion de nous associer avec plusieurs restaurateurs et tous ont été très contents de l'expérience. Cette première expérience est donc tout à fait encourageante et démontre que l'association peut et doit continuer à promouvoir ce produit via des restaurateurs ;
- Veille au niveau des futurs évènements susceptibles d'accueillir une dégustation de silure. Pour faire connaitre le silure il faut une veille des évènements qui se passent dans la région. Cependant pour pouvoir faire cette veille et participer à des actions il faudra une mobilisation et une volonté des pêcheurs.

2.2.4) Produits transformés - dérivés

2.2.4.1) Transformation du silure

La transformation du silure est un très bon moyen d'avoir des bénéfices conséquents sur ce poisson. En effet il est possible de le fumer (grand succès au plus grand buffet du monde), de le transformer en rillette ou en plats préparés (colombo …). L'avantage de la transformation est la valeur ajoutée au produit et la facilité de consommation pour l'acheteur (et donc de vente). Un plat tout fait avec une belle présentation (en insistant sur le côté artisanal et local) attirera plus le consommateur qu'un filet qu'il doit cuisiner. Quelques pêcheurs ont fait de gros investissements pour transformer, entre autre, le silure et le produit final se vend très bien. Cependant, tous les pêcheurs ne peuvent pas investir dans un petit

atelier de transformation. L'idéal serait un atelier qui permette d'absorber une grande quantité de poissons qui viendrait de plusieurs pêcheurs.

Cette idée n'est pour l'instant qu'une piste de réflexion mais un atelier multisectoriel semble une solution tout à fait convenable et réalisable. En effet les pisciculteurs des Pays de la Loire, par l'intermédiaire de Pascal Trintignac (SMIDAP), souhaiteraient pouvoir transformer leurs produits, et notamment la carpe. On peut ainsi imaginer un atelier permettant aussi bien de transformer la carpe (pêchée en hiver), que le silure et le mulet (printemps-été). Il est aussi envisageable d'associer à tout ça une transformation de l'écrevisse de Louisiane provenant du lac de Grand-Lieu. De plus, des espèces trouvant peu d'acheteurs telles que les grosses brèmes pourraient aussi être transformées.

La réflexion par rapport à un atelier de transformation multisectoriel a été poussée et est détaillée dans le rapport du projet « *Procambarus clarkii* sur le lac de Grand-Lieu » également porté par l'AADPPMFEDLA.

2.2.4.2) Valorisation des coproduits

Le silure présente un rendement de filetage faible, surtout à cause de sa tête qui constitue une grande partie de son poids. La carcasse de ce poisson une fois fileté est très importante et il serait intéressant de pouvoir la valoriser si un atelier de transformation était créé. Cependant les pistes au niveau des laboratoires pour valoriser le collagène n'ont rien données pour le moment. Il est possible de faire du cuir avec la peau du silure et éventuellement de la farine avec le reste du poisson. Valoriser les coproduits du silure est une piste très hypothétique et il faudra se pencher dessus de façon plus approfondie si un atelier de transformation, notamment du silure, est mis en place.

2.3 Conclusion valorisation du silure

La valorisation du silure dans le cadre du projet Silurus a été efficace et prometteuse. Trois actions concrètent ont été menées en 2013 et ont toutes permises de constater que le silure, une fois préparé, plait au consommateur.

A la suite de ces actions, des retombées ont été effectives pour les pêcheurs ayant participés. Par exemple, Arnaud Guerêt vend désormais toutes ses captures de silures alors que ce n'était pas le cas avant. De plus, les différentes actions et l'inertie créée autour du silure ont permis d'ouvrir quelques débouchés présentés précédemment.

En 2014, la valorisation du silure a continué à se développer et de plus en plus de pêcheurs de Loire-Atlantique vendent ce poisson. Ceci n'a pas été directement lié au projet, mais plutôt au mouvement initié par celui-ci.

Cependant, certains pêcheurs n'ont pas attendu cette étude pour développer la vente de ce poisson. Citons David Lefort qui est probablement le pêcheur professionnel valorisant la plus grosse quantité de silures en Loire-Atlantique. Celui-ci vend ses silures sur le marché de

« La Petite Hollande » à une population bien précise (communautés d'origine asiatique et africaine), représentant un marché de niche.

En conclusion, l'AADPPMFEDLA se réjouit de constater que le silure intéresse de plus en plus de professionnels de l'alimentaire. Ceci est le fait du travail initié dans le cadre du projet Silurus et la valorisation du silure va continuer dans les années à venir. Ce poisson tant décrié commence à prendre quelques lettres de noblesses et pourrait être, dans quelques dizaines d'années, aussi prisé que le sandre. Il faut tout de même souligner que la valorisation d'une espèce passe avant tout par le pêcheur professionnel. L'étude a prouvé que ce poisson intéressait beaucoup de monde, libre à chacun de se positionner pour profiter de cette nouvelle opportunité.

3. Conclusion générale

Le Silure glane, poisson originaire d'Europe de l'Est et d'Asie de l'Ouest est désormais établi dans de très nombreux pays de l'Ouest européen. C'est le cas en France depuis la fin des années 1980. Ce carnassier, aux mensurations exceptionnelles, n'en finit pas de susciter débats et tensions. Tantôt mangeur de pigeons, tantôt accusé de piller la ressource piscicole ou au contraire de n'avoir aucun impact, le besoin de connaissance sur cette espèce est fort.

Sur le bassin de la Loire, le silure est bien installé sur tous les grands cours d'eau et fait l'objet d'une pêche aussi bien professionnelle, que sportive. Ainsi, les pêcheurs professionnels de Loire-Atlantique ont voulu caractériser la population de silure en Loire, identifier son régime alimentaire et sa place dans le réseau trophique et déterminer les voies de valorisation des captures de silures, toujours aussi nombreuses.

Lors de l'étude SILURUS, 137 silures ont été capturés, de l'amont de Nantes à l'aval du bec de Vienne. Tous ces individus ont été mesurés et pesés, seuls 40 ont pu être sexés. 64 paires d'otolithes et 25 otolithes seuls ont été prélevés. Les résultats des mesures biométriques, les prélèvements d'otolithes, de vertèbres et les analyses isotopiques ont été mutualisés avec ceux de l'étude conduite en Loire moyenne sur les mêmes hypothèse et bases méthodologiques.

La relation taille-masse obtenue est fiable et permet de créer une table d'estimation du poids des silures en fonction de leurs tailles en Loire. Ainsi, les silures pèsent moins d'un kilo jusqu'à environ 50 cm et commencent à prendre plus de poids après avoir atteint la taille d'un mètre. Une différence significative pour la taille et le poids a été mise en évidence entre les mâles et les femelles.

L'estimation de l'âge des silures a été réalisée par otolithométrie. Celle-ci montre une bonne corrélation linéaire entre taille et âge avec cependant de grosses variabilités de taille pour une même valeur d'âge. Néanmoins, l'attribution d'âge est tout à fait possible à partir des otolithes et montre que les silures peuvent atteindre des âges très élevés, par rapport aux autres espèces de poissons, jusqu'à 18 ans.

Les observations faites dans cette étude quant à l'alimentation du silure, tant de manière globale que pour chacune des classes de taille, confortent les résultats obtenus antérieurement sur d'autres écosystèmes aquatiques. Le silure est majoritairement piscivore, opportuniste mais ne dédaigne pas des oiseaux ou des mammifères. Les poissons migrateurs anadromes constituent une grande part de la biomasse consommée même en parcours libre, notre hypothèse se trouve donc confirmée.

Les analyses isotopiques confortent ces résultats. Le positionnement des silures varie avec leur taille, plus ils sont grands plus ils se rapprochent des poissons migrateurs anadromes pour les concentrations en carbone et en soufre.

Cette consommation importante de poissons migrateurs en période printanière montre la grande plasticité et la grande opportunité alimentaire de cette espèce et n'est pas sans poser question quant à l'impact de cette espèce sur la communauté de poissons migrateurs ligériens. En effet, ceux-ci sont consommés au droit des barrages mais également en l'absence de tout obstacle. Même si il n'est pas possible actuellement d'évaluer les densités de silures dans un grand cours d'eau comme la Loire et donc une pression de prédation sur les espèces migratrices amphihalines, cette pression existe néanmoins.

Le dernier volet de l'étude concerne la valorisation du silure. Qu'ils le veuillent ou non, ce poisson est régulièrement capturé par de nombreux pêcheurs professionnels en recherchant le brochet, le sandre ou encore l'alose et le mulet. Cependant, les habitudes alimentaires liées à cette espèce sont quasiment inexistantes en basse Loire. Elle jouit d'une très mauvaise réputation. C'est pourtant un poisson qui a de nombreux atouts. Peu cher, il est accessible à toutes les bourses et peu se cuisiner de nombreuses façons. Sa chair ferme est un avantage indéniable, bien cuisiné, c'est un délice. L'AADPPMFEDLA souhaitait, par ce projet, développer les marchés de vente du silure et communiquer pour casser sa mauvaise image. D'autres débouchés, explorés dans cette étude, ne sont pas envisagés aujourd'hui (produits dérivés, pharmaceutique, cosmétique …). Ces pistes pourront être étudiées lorsque la commercialisation du silure sera bien développée.

Ainsi, plusieurs actions de valorisation ont été réalisées dont notamment un « Diner autour de produits ligériens » et la participation au « plus grand buffet du monde » à Nantes. Ces deux opérations complémentaires ont permis, d'une part, de recueillir des avis sur la consommation du silure à l'aide d'un questionnaire distribué aux convives et, d'autre part, de le faire connaitre et de communiquer auprès du plus grand nombre. Ces deux actions ont largement démontré que ce poisson plaisait à la majorité des personnes l'ayant dégusté et qu'il méritait d'être présent dans nos assiettes. Le silure possède un réel potentiel qui ne demande qu'à être développé. Pour valoriser plus largement le silure, il faut travailler sur 4 points :

- Changer la mauvaise, et fausse, image du silure. Le faire connaitre et démontrer qu'il est goûtu ;
- Communiquer sur son prix ;
- Communiquer sur la façon de le cuisiner ➔ Fournir des recettes aux éventuels consommateurs ;
- Développer le réseau de restaurateurs servant du silure.

Ce dernier point est en plein essor. En effet, de nombreux restaurateurs ont à cœur de servir du silure pour participer à sa valorisation, dont un établissement possédant une étoile au guide Michelin. Tous ces chefs travaillent ce poisson de manière à le sublimer et à le faire gouter au plus grand nombre.

La valorisation du silure a été un grand succès. Avant l'étude SILURUS ce sont quelques dizaines de kilos qui étaient vendues, et désormais ce sont plusieurs centaines. De nombreux pêcheurs n'arrivent pas à fournir suffisamment pour satisfaire leurs clients. Ainsi, de plus en plus de professionnels vendent ce poisson.

Annexes

Annexe 1 : Description des différents lots pêchés dans le cadre de SILURUS

Les lots sont décrit du plus aval au plus amont. Les informations fournies sur les lots proviennent des cahiers des clauses particulières pour l'exploitation du droit de pêche de l'Etat pour les départements de la Loire-Atlantique et du Maine et Loire.

Lot 12

Ce lot, long de 7100 m, a pour limite :

- En rive droite (RD) : du point kilométrique (PK) 36,850 au pont de Thouaré ;
- En rive gauche (RG) : du PK 626,110 au pont de Thouaré.

Les communes concernées par ce lot sont : le Cellier, La Varenne, Mauves sur Loire, La Chapelle Basse Mer, Thouaré sur Loire et Saint Julien de Concelles. Toutes ces communes sont situées en Loire-Atlantique (44), mise à part la Varenne située en Maine et Loire (49). Il n'y a pas de réserve sur ce lot.

Le pêcheur professionnel participant à l'étude sur ce lot est Didier Macé, aussi président de l'AADPPMFEDLA. Il figure parmi les quatre professionnels exerçant sur ce lot. Sur ce lot sont également présents 42 pêcheurs amateurs aux engins pour la petite pêche et l'anguille jaune, ainsi que 7 amateurs pouvant pêcher la lamproie.

Lot 10

Ce lot est un peu plus long que le précédent (8200 m). Il a pour limite :

- En RD : du PK 20,850 au pont d'Oudon (PK 28,890) ;
- En RG : du PK 609,800 au pont d'Oudon (PK 618,400).

Les communes concernées sont : Ancenis (44), Liré (49), Saint Géréon (44), Drain (49), Oudon (44) et Champtoceaux (49). Sur ce lot il existe une réserve de pêche. Elle se situe en RG sur la commune de Champtoceaux au niveau du boire de la Patache. La réserve s'étend des portes de la Marionnière au village de la Patache au lieu-dit « la Cocheline ».

Le pêcheur professionnel participant à l'étude sur ce lot est Tony Troussard. Il est le seul locataire (aussi nommé adjudicataire) du lot, qui comprend également un autre professionnel qui possède une licence de pêche. Sur ce lot sont également présents 39 pêcheurs amateurs aux engins pour la petite pêche et l'anguille jaune, ainsi que 4 amateurs pouvant pêcher la lamproie.

Lot K6

Ce lot, long de 7350 m, a pour limite :

- En RD : de la borne kilométrique 31 à la tête amont du pont de Saint-Mathurin à Saint Rémy la Varenne (PK 38,350) ;
- En RG : du PK 530, 700 à la tête amont du même pont (PK 537,685).

A noter qu'en RG la section de la boire de Bessé fait partie du domaine public et est interdite aux engins. La boire du Rateau n'est pas comprise dans le lot.

Marc Maurand est le seul pêcheur professionnel locataire de ce lot où sont présent 35 pêcheurs amateur aux engins.

Lot K1

Ce lot est le plus long des quatre avec ses 9800 mètres. Il a pour limites (sur la Loire) :

- En RD : du PK 0 du Maine et Loire au PK 9,800 ;
- En RG : du Bec du confluent de la Loire et de la Vienne (PK 499,100) à la borne kilométrique 509.

La boire de Bénacle est comprise dans ce lot.

Sur ce lot on dénombre 42 pêcheurs amateurs aux engins et un seul professionnel, Nicolas Hérault. Ce pêcheur a été accompagné d'un stagiaire en BTS Gestion et Protection de la Nature : Pablo Cendrie.

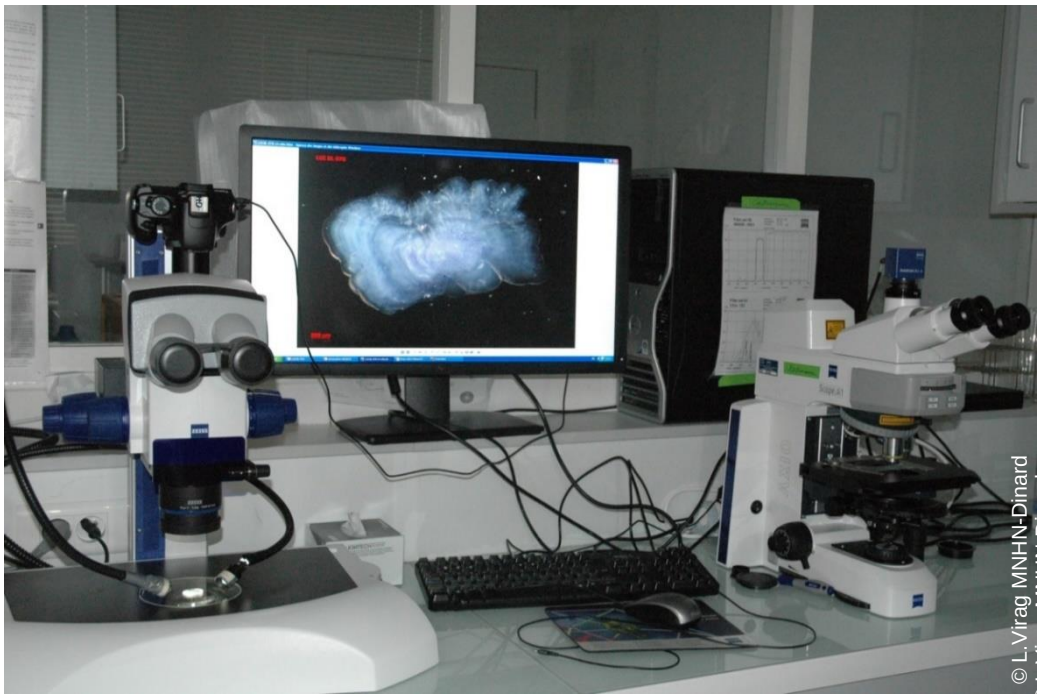
Annexe 2 : Matériel de ponçage et choix du matériel optique et logiciel de traitement d'images pour l'otolithométrie

Ponceuse Escil ESC 250 GTL utilisée pour le ponçage des otolithes avec disques

Le matériel utilisé pour la détermination de l'âge est le suivant :

- Loupe binoculaire Discovery V8 de marque ZEISS ;
- Microscope Scope A1 de marque ZEISS ;
- Caméra Axiocam Cc3 de ZEISS ;
- Logiciel AxioVison 4,7 de ZEISS ;
- Ecran DELL UltraSharp 27''doté de la technologie PremierColor.

Tout ce matériel est visible sur la photo ci-dessous :



Laboratoire de sclérochronologie de Dinard avec loupe binoculaire et microscope.

Annexe 3 : Espèces proies consommées par les silures échantillonnés en parcours libre, en basse Loire et en Loire moyenne

			Abondances	Occurrences	Biomasses totales
Total			**347**	**79**	**37765,4**
Rattus norvegicus	Rat	Mammifères	1	1	250
Anas platyrhynchos	Colvert	Oiseaux	1	1	1000
Podiceps ruficollis	Grèbe huppé	Oiseaux	2	2	2180
Gallinula chloropus	Poule d'eau	Oiseaux	2	2	540
Lamproie de Planer	Lamproie de Planer	Cyclostomes	7	1	40
Petromyzon marinus	Lamproie marine	Cyclostomes	4	4	1870
Cyprinidés	Cyprinidés	Poissons	28	8	1894
Abramis brama	Brème commune	Poissons	2	2	49
Carassius sp	Carassin	Poissons	3	3	320
Leuciscus cephalus	Chevaine	Poissons	3	3	221
Leuciscus leuciscus	Vandoise	Poissons	2	2	16
Gobio gobio	Goujon	Poissons	1	1	10
Alburnus alburnus	Ablette	Poissons	87	3	680
Rutilus rutilus	Gardon	Poissons	9	4	509
Liza ramada	Mulet porc	Poissons	11	8	10191
Alosa alosa	Grande alose	Poissons	4	4	5840
Salmo salar	Saumon	Poissons	2	2	10000
Stizostedion lucioperca	Sandre	Poissons	1	1	1450
Poisson indet	Poisson indet	Poissons	7	3	7
Insectes	Insectes	Insectes	27	7	5,4
Gammarus sp	Gammares	Crustacés	6	4	6
Orconectes limosus	Orconectes limosus	Crustacés	9	7	90
Viviparus viviparus	Viviparus	Mollusques	1	1	5
Corbicula fluminea	Corbicules	Mollusques	127	5	592

Annexe 4 : Questionnaire distribué lors du « Diner autour de produits ligériens »

Merci de prendre **quelques minutes** pour nous donner votre ressenti sur le repas que vous venez de déguster. Ce questionnaire est **anonyme** mais nécessite que vous répondiez **à l'ensemble des questions en ne cochant qu'une seule réponse** par question, sauf contre-indication.

1. A quelle fréquence consommez-vous des produits pêchés en Loire ?

☐ Jamais ☐ Rarement (quelques fois par an)

☐ Régulièrement (une fois par mois) ☐ Très régulièrement (plus d'une fois par mois)

Si vous en consommez, de quel(s) produit(s) s'agit-il(s) ? ……..

2. Avez-vous déjà goûté les produits proposés ?

Mulet : ☐ Oui ☐ Non Ecrevisse de Louisiane : ☐ Oui ☐ Non Silure : ☐ Oui ☐ Non

3. A la lecture du menu avez-vous eu un a priori, une appréhension sur l'un ou plusieurs des produits ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Oui ☐ Non Si oui, pourquoi ? …….. ……....	☐ Oui ☐ Non Si oui, pourquoi ? …….. ……....	☐ Oui ☐ Non Si oui, pourquoi ? …….. ……....

4. Avez-vous trouvé les plats appétissants (couleur, odeur, aspect, présentation …) ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Oui ☐ Non Pourquoi ? …… ……....	☐ Oui ☐ Non Pourquoi ? …… ……....	☐ Oui ☐ Non Pourquoi ? …… ……....

5. Comment avez-vous trouvé la texture des différents plats (plusieurs réponses possibles) ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Pas agréable ☐ Agréable ☐ Très agréable	☐ Pas agréable ☐ Agréable ☐ Très agréable	☐ Pas agréable ☐ Agréable ☐ Très agréable
Avez-vous une remarque, une précision à apporter ? …… ……....		

6. Comment avez-vous trouvé le goût des mets servis ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure

☐ Mauvais ☐ Ordinaire ☐ Bon ☐ Très bon	☐ Mauvais ☐ Ordinaire ☐ Bon ☐ Très bon	☐ Mauvais ☐ Ordinaire ☐ Bon ☐ Très bon
Avez-vous une remarque, une précision à apporter ? …… ……..		

7. Globalement ces plats vous ont (plusieurs réponses possibles):

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Peu ou pas surpris ☐ Surpris ☐ Déplu / ☐ Peu plu ☐ Plu / ☐ Beaucoup plu	☐ Peu ou pas surpris ☐ Surpris ☐ Déplu / ☐ Peu plu ☐ Plu / ☐ Beaucoup plu	☐ Peu ou pas surpris ☐ Surpris ☐ Déplu / ☐ Peu plu ☐ Plu / ☐ Beaucoup plu
Avez-vous une remarque, une précision à apporter ? …… ……..		

8. Seriez-vous prêt à consommer à nouveau ces produits (plusieurs réponses possibles) ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non	☐ Oui ☐ Non
Si oui, à quel(s) endroit(s) ? ☐ Au restaurant ☐ Lors d'une réception (traiteur) ☐ Chez vous (cuisiné par vous-même)	Si oui, dans quelle(s) condition(s) ? ☐ Au restaurant ☐ Lors d'une réception (traiteur) ☐ Chez vous (cuisiné par vous-même)	Si oui, dans quelle(s) condition(s) ? ☐ Au restaurant ☐ Lors d'une réception (traiteur) ☐ Chez vous (cuisiné par vous-même)

Si vous avez coché « Chez vous » où achèteriez-vous le produit ?

☐ Au marché ☐ Chez le poissonnier ☐ Chez le pêcheur ☐ Au supermarché

9. Seriez-vous prêt à recommander ces produits auprès de vos amis, votre famille … (lors du choix d'un plat au restaurant, en conseil pour faire de nouveaux plats…) ?

Mulet	Ecrevisse de Louisiane	Silure
☐ Oui ☐ Non Si non, pourquoi ? …… …….. Si oui, dans quel cas le recommanderiez-vous ? …….....	☐ Oui ☐ Non Si non, pourquoi ? …… …….. Si oui, dans quel cas le recommanderiez-vous ? ……..	☐ Oui ☐ Non Si non, pourquoi ? …… …….. Si oui, dans quel cas le recommanderiez-vous ? ……..

Pour finir, merci de répondre aux quelques questions d'identifications qui suivent :

Sexe : ☐ Masculin ☐ Féminin **Age** : …….ans

Quelle est la structure de votre foyer ? **Nombre d'enfant(s) actuellement à charge ?**

☐ Seul(e) ☐ En couple ……...

Quelle profession pratiquez-vous ?

☐ Agriculteur, pêcheur exploitant ☐ Cadre ☐ Retraité

☐ Chef de PME ☐ Employé ☐Autre (précisez)……...

☐ Artisan, commerçant ☐ Sans activité ……...

Des remarques, suggestions ? ……

L'AADPPMFEDLA vous remercie beaucoup pour votre participation au diner

et pour le retour de ce questionnaire dûment complété.

Nous espérons que vous avez passé une agréable soirée et vous souhaitons une bonne fin de colloque.

Annexe 5 : Note explicative du « Diner autour de produits ligériens »

L'Association Agréée Départementale des Pêcheurs Professionnels Maritimes et Fluviaux en Eau Douce de Loire-Atlantique vous propose de déguster des produits ligériens peu communs. Ce soir les mets cuisinés sont loin des classiques du bord de Loire. Pas de sandre, d'anguille ou de lamproie dans votre assiette, mais plutôt de l'écrevisse de Louisiane du Lac de Grand Lieu, du mulet et du silure de Loire.

Jugez par vous-même la découverte gustative que nous vous avons préparé :

MENU

Kir cassis autour d'une rencontre d'amuses bouches : entre mulet et écrevisses

Queues d'écrevisses sur lit de tartare de légumes

Pavé de silure au lard et son coulis d'écrevisses, gratin de pommes de terre et fagot d'haricots verts

Méli-mélo de desserts

Ces produits sont bons, abondants mais assez peu connus du grand public. C'est pourquoi l'Association œuvre pour valoriser ces espèces sous estimées. Pour compléter totalement notre action, nous vous demandons de bien vouloir répondre au petit questionnaire qui accompagne cette note. Merci de le remplir à la suite du repas et de nous le laisser après votre départ, ceci ne vous prendra que 5 minutes !

Annexe 6 : Statistiques descriptives pour les réponses sur le mulet et l'écrevisse de Louisiane

Les statistiques descriptives de chaque question portant sur l'écrevisse de Louisiane et le mulet, dans l'ordre du questionnaire sont présentées de la même manière que celles sur le silure, sauf pour les titres des graphiques qui ne seront ni numérotés, ni référencés dans la table des graphiques.

Avez-vous déjà goûté les produits proposés ?

Ils étaient presque le même nombre à avoir déjà goûté du mulet (23, 56%) ou de l'écrevisse de Louisiane (21, 51%).

A la lecture du menu avez-vous eu un a priori, une appréhension sur l'un ou plusieurs des produits ?

Très peu d'invités avaient un a priori, une appréhension pour le mulet (3 personnes) et l'écrevisse (1 personne). La personne ayant un a priori sur l'écrevisse l'explique par le côté espèce invasive. Pour le mulet une personne a trouvé que c'était mal préparé (hors sujet), une autre avait peur des PCB et la dernière trouve que ce poisson n'est pas noble.

Avez-vous trouvé les plats appétissants (couleur, odeur, aspect, présentation …) ?

Globalement les convives ont trouvé les plats appétissants. Seules 2 personnes n'ont pas trouvé le mulet appétissant et une personne l'écrevisse.

Comment avez-vous trouvé la texture des différents plats ?

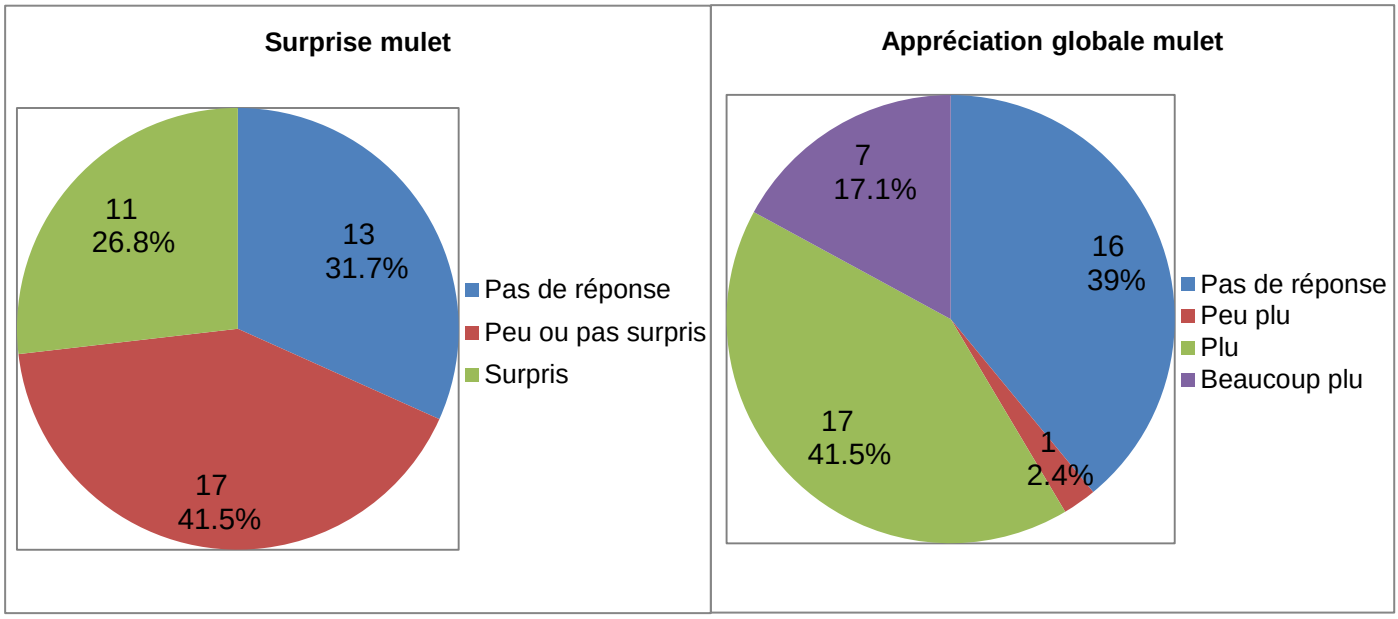
Toutes les personnes présentes ont trouvé la texture du mulet et de l'écrevisse agréable ou très agréable. Respectivement, 27 (66%) et 30 (73%) personnes ont trouvé la texture agréable et 14 (34%) et 11 (27%) personnes l'ont trouvée très agréable.

Comment avez-vous trouvé le goût des mets servis ?

Seulement 5 personnes (12%) ont trouvé le goût du mulet ordinaire. Les 88% autres (36 personnes) l'ont trouvé bon (54%, 22 personnes) ou très bon (34%, 14 personnes). Les convives ont été plus nombreux à trouver l'écrevisse de Louisiane ordinaire (11 personnes, 27%). Ils sont tout de même 73% à trouver le goût de l'écrevisse bon (58,5%, 24 personne) ou très bon (14,6%, 6 personnes). La plupart des invités ont trouvé ça bon. Ces deux

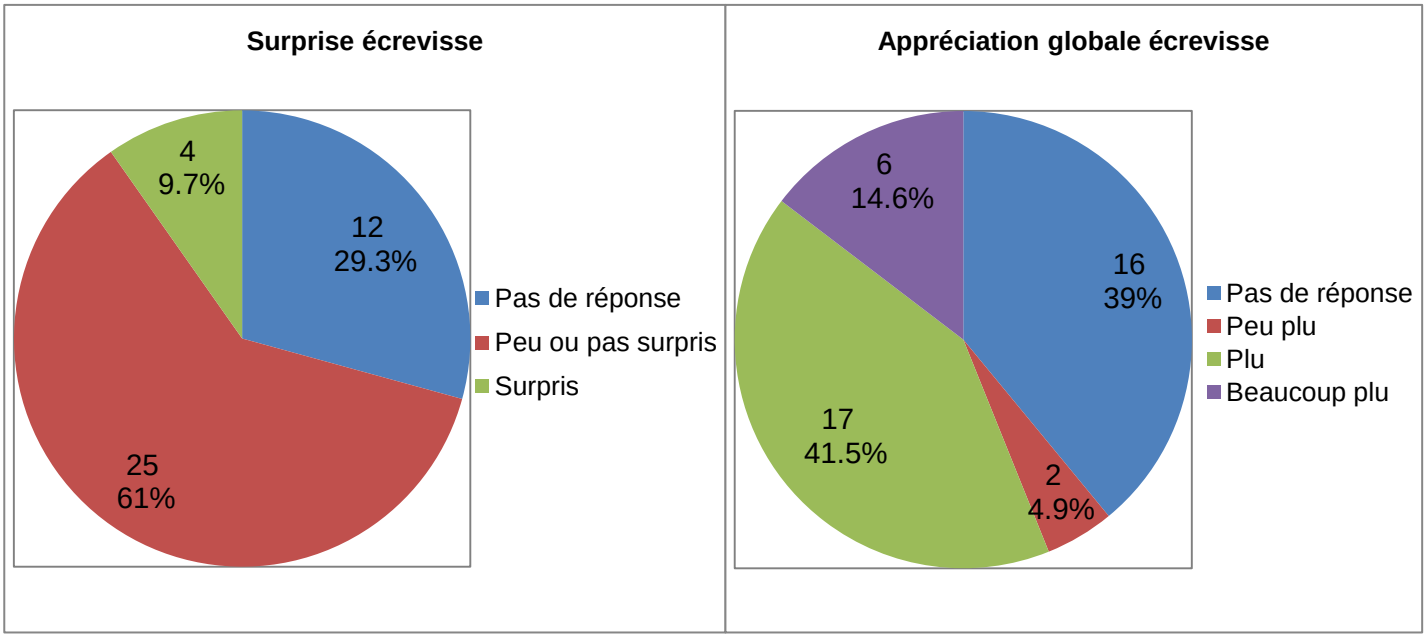
espèces ont donc remporté un bon succès, puisque plus de 2/3 des invités ont trouvé les plats bons ou très bons.

Globalement ces plats vous ont (plusieurs réponses possibles):



Originalité, surprise et appréciation globale des plats de mulet

Le mulet a surpris 11 personnes, 17 se sont dites peu ou pas surprises et 13 n'ont pas répondu. Le mulet a globalement plu aux convives car, pour ceux qui ont répondu (25 personnes), un seul n'a pas aimé. Le mulet a donc assez peu surpris et globalement plu. Cependant plus du tiers des convives n'a pas répondu complètement à la question.



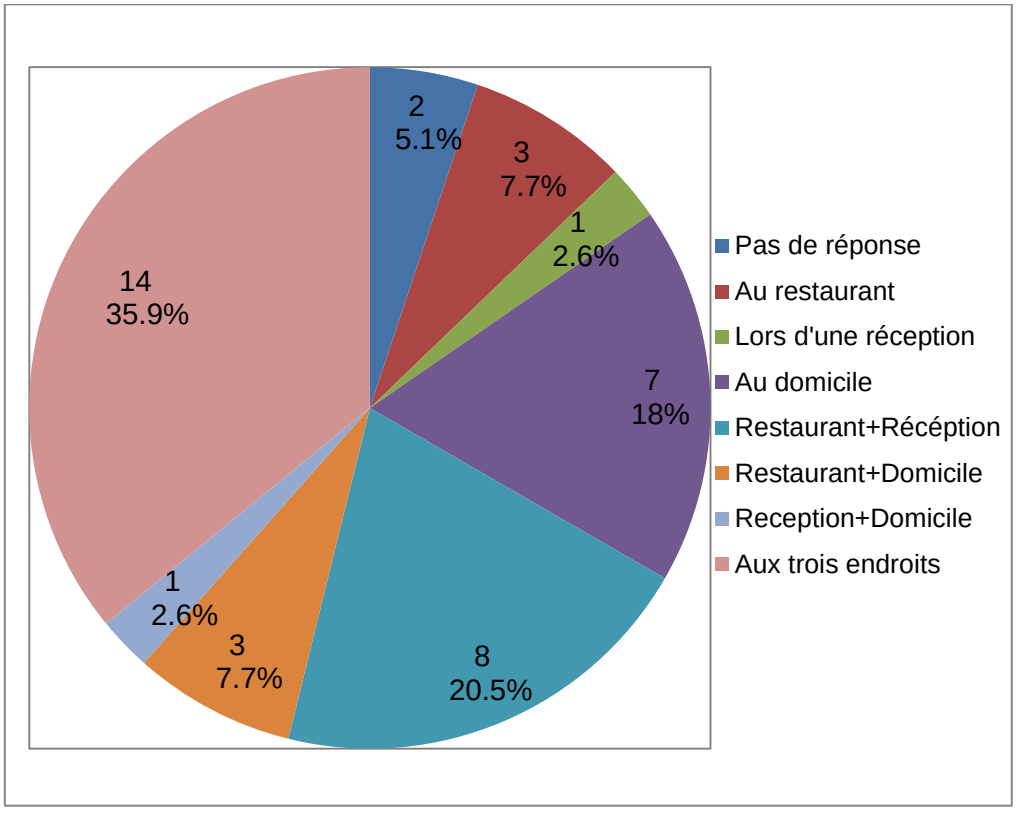
Originalité, surprise et appréciation globale de l'écrevisse de Louisiane

L'écrevisse de Louisiane n'a surpris que 4 personnes et ils sont 25 à avoir été peu ou pas surpris. Les 12 derniers n'ont pas répondu. Pour ceux qui ont répondu les préparations d'écrevisses ont globalement plu (17 personnes) ou beaucoup plu (6 personnes). Il n'y a que deux personnes à qui ça a peu plu. Tout comme le mulet 16 personnes n'ont pas répondu pour l'appréciation globale de l'écrevisse.

Seriez-vous prêt à consommer à nouveau ces produits ?

Tous les invités sont prêts à remanger de l'écrevisse de Louisiane et 39 du mulet. Certaines personnes avaient trouvé l'écrevisse ou le mulet ordinaire, ce qui ne les empêche pas d'avoir envie d'en remanger.

Il est intéressant de savoir à quel(s) endroit(s) les invités seraient susceptibles de consommer à nouveau ces deux espèces. Les invités avaient le choix entre 3 réponses, sachant qu'ils pouvaient en cocher autant qu'ils voulaient.

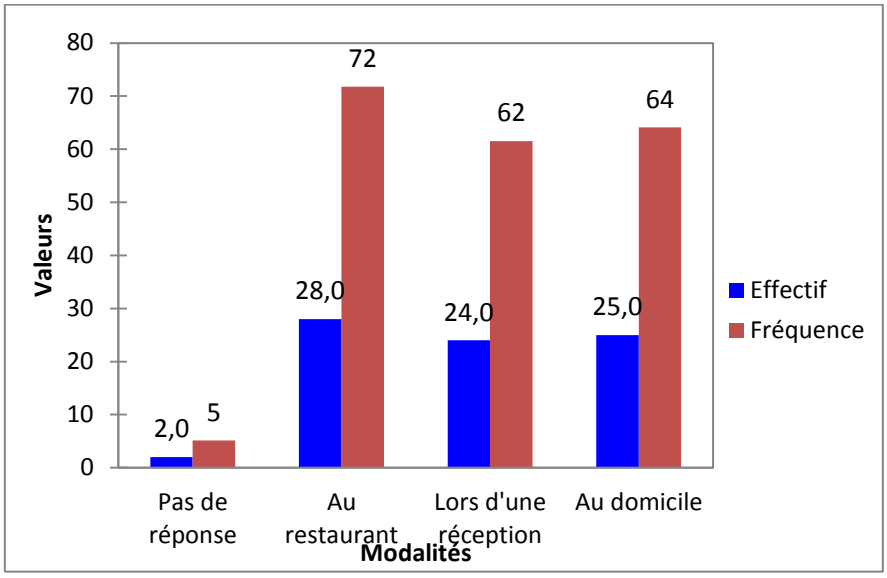


Lieux pour consommer à nouveau du mulet

(Pour 39 réponses)

Sur les 39 personnes voulant bien remanger sur mulet, 36% le feraient aux trois endroits proposés. Ils sont également nombreux à vouloir le faire au restaurant et lors d'une réception (2 0,5%). Ils sont 7 à vouloir manger du mulet uniquement chez eux (18%) contre 3 au restaurant et un seul lors d'une réception.

Pour mieux visualiser les avis une « compilation » des données de manière à voir combien de personnes consommeraient du mulet dans chacune des propositions, indépendamment des autres a été faite :

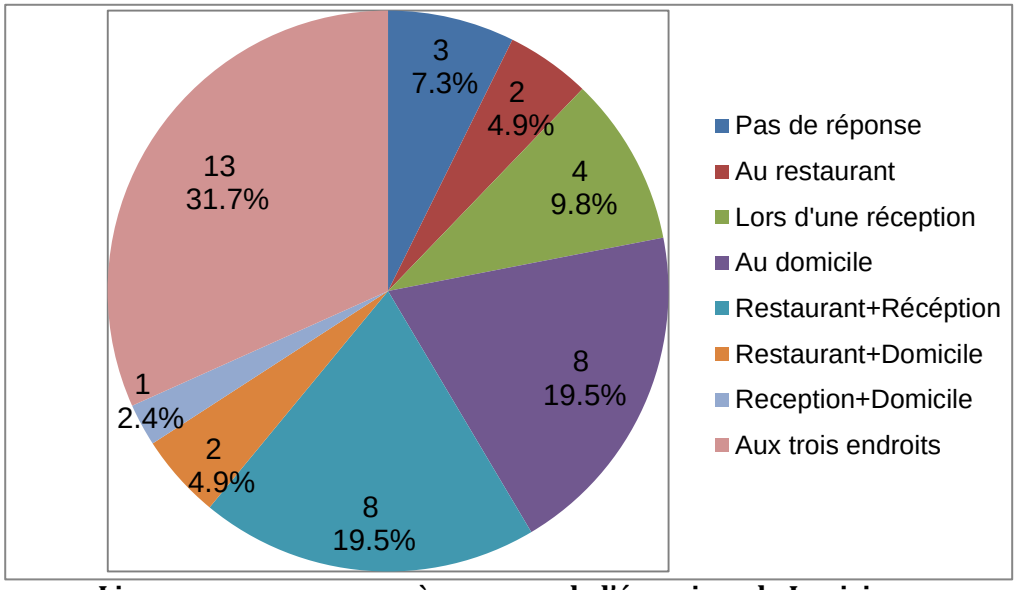


Lieux pour consommer à nouveau du mulet bis

(Pour 39 réponses)

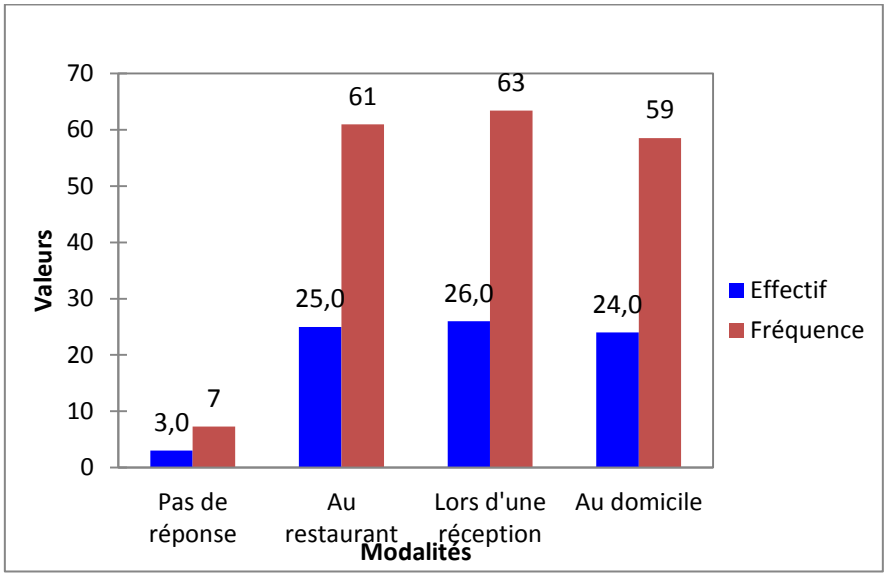
Les trois propositions attirent presque de la même manière les convives. Ils sont globalement prêts à remanger du silure dans tout type de circonstance.

Pour les 25 personnes ayant signalé qu'ils pourraient préparer du mulet eux même nous avons voulu savoir où est ce qu'ils se procureraient le poisson. 15 personnes (60%) achèteraient le mulet au pêcheur, 11 (44%) au marché ou chez le poissonnier, et seulement 6 (24%) au supermarché.



Lieux pour consommer à nouveau de l'écrevisse de Louisiane

Comme pour le mulet, ils sont nombreux (32%) à bien vouloir remanger de l'écrevisse aux trois endroits proposés. Ils sont 19,5% à vouloir le faire au restaurant et lors d'une réception. 8 convives (19,5%) consommeraient l'écrevisse uniquement chez eux, contre 10% lors d'une réception et 5% uniquement au restaurant. Trois personnes n'ont pas répondu.



Lieux pour consommer à nouveau de l'écrevisse de Louisiane bis

Sur tous les convives, 3 n'ont pas indiqué à quel(s) endroit(s) ils aimeraient remanger de l'écrevisse de Louisiane. 26 personnes (63.4%) veulent bien remanger des écrevisses lors d'une réception, 25 au restaurant et 24 chez eux.

Pour les 24 personnes qui sont prêtes à cuisiner des écrevisses chez elles, 13 les achèteraient au pêcheur (54%), 11 au poissonnier (46%) et 10 au marché (42%).

Encore une fois le produit plait et un bon nombre de personnes sont intéressées pour acheter ce produit directement au pêcheur, et surtout en dehors des supermarchés.

Seriez-vous prêt à recommander ces produits auprès de vos amis, votre famille (lors du choix d'un plat au restaurant, en conseil pour faire de nouveaux plats…) ?

La même tendance que les autres questions est retrouvée. La grande majorité des convives sont prêts à recommander le mulet auprès de leurs proches (95%) et pour l'écrevisse ils sont 85% à bien vouloir le faire. Globalement ce sont de très bons résultats puisque plus de 85% des convives sont prêts à recommander ces deux produits

Les 2 personnes ne souhaitant pas recommander le mulet ont dit que c'était fade. Sur les 5 ne recommandant pas l'écrevisse, 4 ont avancé un goût peu prononcé.

Pour ceux qui ont justifié le choix de recommander les produits ils sont 5 à citer le mulet pour le cuisiner chez soi, 3 pour le restaurant, 2 en grillade l'été et un dit que c'est « étonnamment bon ». Pour l'écrevisse 5 personnes se répartissent entre le restaurant, le foyer (2), l'apéro

d'été et l'utilité environnementale (1 chacun). Ils sont également 3 à recommander toutes les espèces dégustées pour faire découvrir des produits surprenants à leurs amis.

Résumé-conclusion sur les statistiques descriptives des questions sur le mulet et l'écrevisse de Louisiane

Un peu plus de la moitié des convives connaissait déjà les produits et il n'y avait presque pas d'a priori pour ces deux espèces. Ils ont presque tous trouvé les plats appétissants et globalement les convives ont apprécié la texture du mulet et de l'écrevisse, mais pour cette dernière un peu plus de personnes l'ont trouvée très agréable.

Plus des deux tiers des convives a trouvé le goût du mulet et de l'écrevisse bon ou très bon. Cependant ils sont plus nombreux à avoir trouvé l'écrevisse ordinaire que le mulet. Ils sont également une forte proportion à avoir trouvé le mulet très bon. **Au niveau du goût le mulet a plus fait l'unanimité que l'écrevisse.**

Les deux espèces ont globalement plu et le mulet a un peu plus surpris que l'écrevisse.

Globalement les convives sont prêts à remanger de l'écrevisse de Louisiane et du mulet aussi bien au restaurant, que lors d'une réception ou au domicile. Ils se procureraient le produit en priorité chez le pêcheur, puis dans le réseau local (au marché et chez le poissonnier) et en dernier lieu au supermarché.

Une immense majorité des invités sont prêts à recommander le mulet (95%) et l'écrevisse de Louisiane (85%) auprès de leurs proches.

Ces deux espèces ont remporté un franc succès. Pour l'écrevisse de Louisiane c'était prévisible car elle jouit d'une bonne image au niveau gustatif. Mais pour le mulet rien n'était sûr et au final il semble avoir été plus apprécié que l'écrevisse ! En effet, plus de personnes ont apprécié le goût du mulet que de l'écrevisse et ils sont presque tous prêts à recommander le mulet auprès de leurs proches. Le mulet reste un poisson assez méconnu mais avec un incroyable potentiel de développement. L'écrevisse de Louisiane est également un bon produit qui n'aurait pas de mal à se vendre.

Cette action a été très positive puisque les trois espèces proposées ont globalement eu du succès, avec une mention spéciale pour le mulet.

Annexe 7 : Questionnaire préparé pour le plus grand buffet du monde

Merci de prendre **un court instant** pour nous donner votre avis sur le silure que vous venez de déguster. Ce questionnaire nécessite que vous répondiez **à l'ensemble des questions suivantes** :

1. Avez-vous déjà mangé du silure, aussi appelé merval ?

☐ Oui, 1 fois ☐ Oui, plusieurs fois ☐ Non

2. Avant de le goûter, aviez-vous un a priori, une appréhension sur le silure ?

☐ Oui ☐ Non / Si oui, pourquoi ? ……..

3. Pourquoi avez-vous goûté du silure aujourd'hui ? (plusieurs réponses possibles)

☐ Pur hasard ☐ La présentation m'a attirée ☐ Envie de tester ce produit
☐ Autre (précisez) ……....

4. Quelles préparations avez-vous dégustées ?

……
……

5. Comment avez-vous trouvé la texture des différentes préparations ?

☐ Pas agréable ☐ Agréable ☐ Très agréable

6. Comment avez-vous trouvé le goût des différentes préparations ?

☐ Mauvais ☐ Ordinaire ☐ Bon ☐ Très bon

7. Globalement ces préparations de silure vous ont : (une réponse par ligne)

☐ Pas surpris ☐ Peu surpris ☐ Surpris
☐ Déplus ☐ Peu plu ☐ Plu ☐ Beaucoup plu

8. Seriez-vous prêt à consommer à nouveau du silure ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, à quelle(s) occasion(s) ? (plusieurs réponses possibles)

☐ Au restaurant ☐ Lors d'une réception ☐ Chez vous (cuisiné vous-même)

9. Seriez-vous prêt à recommander le silure auprès de vos amis, votre famille ?

☐ Oui ☐ Non / Si oui, dans quel(s) cas ? ……

Pour finir, merci de répondre aux quelques questions d'identifications qui suivent :

Sexe : ☐ Masculin ☐ Féminin **Age** : …….ans

Quelle est la structure de votre foyer ? **Nombre d'enfant(s) actuellement à charge ?**

☐ Seul(e) ☐ En couple ……..

Quelle profession pratiquez-vous ?

☐ Métier de bouche ☐ Cadre ☐ Chef de PME ☐ Retraité

☐ Agriculteur, pêcheur ☐ Artisan, commerçant ☐ Autre ……

Bibliographie

Alp A., Kara C., Üçkardes F., Carol J., Garcia-Berthou E. (2010). Age and growth of the European catfish (*Silurus glanis*) in a Turkish Reservoir and comparison with introduced populations. Rev. Fish Biol. Fisheries 21, 283-294.

AND International (2009). Etude socio-économique sur le secteur de la pêche professionnelle en eau douce. Rapport pour le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, 59p.

Brusle J., Quignard J.P. (2006). Biologie des poissons d'eau douce européens. Lavoisier Tec &Doc.

Bruton M.N. (1996). Alternative life-history strategies of catfishes. Aquatic Living Resources 9, 35‑41.

Carol J., Zamora L., Garcı'a-Berthou E. (2007). Preliminary telemetry data on the patterns and habitat use of European catfish (*Silurus glanis*) in a reservoir of the River Ebro, Spain. Ecology of Freshwater Fish 16, 450‑456.

Chaline J., Baudvin H., Jammot D., Saint Girons M.C. (1974). Les proies des rapaces. Doin, Paris, 141 p.

Chanseau M., Dartiguelongue J., Larinier M., (2000), Analyse des données sur les passages enregistrés aux stations de contrôle des poissons migrateurs de Golfech et du Bazacle sur la Garonne et de Tuilières sur la Dordogne, rapport GHAAPPE RA00.02 / MIGADO G14-00-RT, 64 p.

Connolly R., Guest M., Melville A., Oakes J. (2004). Sulfur stable isotopes separate producers in marine food-web analysis. Oecologia 138, 161-167.

Copp G.H., Bianco P.G., Bogutskaya N.G. (2005). To be, or not to be, a non-native freshwater fish? Journal of Applied Ichthyology 21, 242‑262.

Copp G.H., Britton J.R., Cucherousset J., Garcı'a-Berthou E., Kirk R. (2009). Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish Silurus glanis in its native and introduces ranges. Fish and Fisheries 10, 252‑282.

Corbet G., Ovenden D., Saint Girons M.C. (1984). Mammifères d'Europe. Bordas, Paris, 240 p.

Cowx IG (2002). Analysis of threats to freshwater fish conservation : past and present challenge. In Conservation of Freshwater Fishes: Options for the future.Collares-Pereira MJ, Coelho MM &IG Cowx Ed, Blackwell Science, 201-220.

Cucherousset J., Bouletreau S., Azemar F., Compin A., Guillaume M., *et al*. (2012). “Freshwater Killer Whales”: Beaching Behavior of an Alien Fish to Hunt Land Birds. PLoS ONE 7(12): e50840. doi:10.1371/journal.pone.0050840

Dauba F., Duquesne E., Pacaux L. (2009). Etude de la population de silure à l’aval du bassin Gironde Garonne Dordogne. Rapport IMA -ENSA Toulouse, 74p.

Debrot S., Fivaz G., Mermod C., Weber J.M. (1982). Atlas des mammifères d’Europe. C. Mermod, Neuchâtel, 208 p.

Elvira B. et Almodovar A. (2001). Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century. Journal of Fish Biology 59, 323‑331.

EPIDOR, (2012). Mise en place d’une étude sur le Silure - Rivière Dordogne. Epidor.

Fry B., Joern A., Parker P.L. (1978). Grasshopper Food Web Analysis: Use of Carbon Isotope Ratios to examine Feeding Relationships among Terrestrial Herbivores. Ecology 59, 498-506.

Fry B. (2006). Stable Isotope Ecology. Springer, New York, 308p.

Géroudet P. (1959). Les palmipèdes. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 284 p.

Géroudet P. (1967). Les Echassiers. Delachaux & Niestlé, Neuchâtel, 288 p.

Horoszewicz L, Backiel T. 2003. Growth of wels (*Silurus glanis* L.) in the Vistula River and the Zegrzyn´ski Reservoir (Poland). Arch Pol Fish 11:115–121

Keith P., Persat H., Feunteun E., Allardi, J. (2011). Les poissons d’eau douce de France. Museum National d’Histoire Naturelle et Biotope. Paris (Collection Inventaires et Biodiversité), 552 p.

Kinzelbach R. (1992). Die westliche Verbreitungsgrenze des Welses, *Silurus glanis*, an Rhine und Elbe. Fischokologie 6, 7‑20.

Lelek A. (1987). The Freshwater Fishes of Europe. Threatened fishes of Europe, AULA-Verlag Wiesbaden, 343p.

Lemarchand C. (2012). L’écrevisse à pattes blanches. Histoire d’une sauvegarde. Catiche Production, Nohanent, 32 p.

Leonardos I.D., Tsikliras A.C., Batzakas I., Ntakis A., Liousia V. (2009). Life-history characteristics of the endangered Aristotle’s catfish (*Silurus aristotelis* Garman, 1890), Lake Pamvotis, north-western Greece. Journal of Applied Ichtyology 25, issue 6, 746-751.

Libois R.M. et Hallet-Libois C. (1988). Eléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du Nord de la France. II. *Cypriniformes.* Fiches Ostéol. anim. pr. Archéol. sér. A, n°4, Centres Rech. Archéol. CNRS, Valbonne, 24 p. http://hdl.handle.net/2268/114725

Libois R.M., Hallet-Libois C., Rosoux R. (1987). Eléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du Nord de la France. I. Anguilliformes,

Gasterosteiformes, Cyprinodontiformes et Perciformes. Fiches Ostéol. anim. pr. Archéol. sér. A, n°3, Centres Rech. Archéol. CNRS, Valbonne, 15 p. http://hdl.handle.net/2268/114724

Martino A., Sivanta J., Crivelli A., Cereghino R., Santoul F. (2011). Is European catfish a threat to eels in southern France? Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 21, 276‑281.

Massabuau J.C. et Forgue J. (1995). Les capacités d'adaptation du silure glane en hypoxie ; un cas exemplaire d'homéostasie du milieu intérieur. Aquatic Living Resources. 8, 423-430.

Minagawa M, Wada E, (1984). Stepwise enrichment of 15 N along food chains: further evidence and the relation between δ 15 N and animal age. Geochim Cosmochim Acta, 48:1135–1140.

Olsson K, Stenroth P, Nyström P, Graneli W. (2009). Invasions and niche width: Does niche width of an introduced crayfish differ from a native crayfish? Freshw Biol 54:1731–1740

Orlova E.L., Popova O.A. (1987). Age related changes in feeding of catfish, *Silurus glanis*, and pike, *Esox lucius*, in the outer delta of the Volga. Journal of Ichthyology 27, 54-63.

Panfili J., de Pontual H., Troadec H., Wright P.J. (2002) dans Manuel de sclérochronologie des poissons, (ed Ifremer, IRD), Estimation de l'âge Panfili J., Morales-Nin, B., p.92

Pascal M., Lorvelec O. & Vigne J.D. (2006) - *Invasions biologiques et extinctions. 11 000 ans d'histoire des vertébrés en France*. Belin et Quae Editions, Paris et Versailles, 350 p.

Paterson G, Rush S, Arts M,Drouillard K, Haffner G, Johnson T, Lantry B, Hebert C, MCGoldrick, Bachus S,Fisk A. (2014). Ecological tracer reveal resource convergence among prey fish species in a large lake ecosystem. Freshwater Biology, 59, 2150-2161

Peterson BJ, Fry B (1987) Stable isotopes in ecosystem studies. Annu Rev Ecol Syst 18:293–320.

Pohlmann K., Grasso F.W., Breithaupt, T. (2001). Tracking wakes: the nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 98, 7371‑7374.

Pouyet C. (1987) Etude des relations trophiques entre poissons carnassiers dans une rivière de seconde catégorie, référence particulière au silure glane (*Silurus glanis*, Siluridae). Rapport technique de D.E.A. Université de Lyon I,Villeurbanne, 25 pp.

Proteau J.P., Schlumberger O., Elie P. (2008). Le silure glane. Ed. Quae, 222 p.

Saint Girons M.C. (1973). Les mammifères de France et du Bénélux. Doin, Paris, 481 p.

Sierzen M, Hrabik T, Stocwell J Cotter A, Hoffman J, Yule D. (2014). Depth gradients in foodweb processes linking habitats in large lakes: Lake Superior as an exemplar ecosystem. Freshwater Biology, 59, 2122-2136

Schlumberger O., Sagliocco M., Proteau J.P. (2001). Biogéographie du silure (*Silurus glanis*) : causes hydrographiques, climatiques et anthropiques. Bull. Fr. Pêche Piscic. 359, 485-498.

Schlumberger O., Elie P. (2008). Poissons des lacs naturels français. Ecologie des espèces et évolution des peuplements. Ed. Quae, 211 p.

Svensson L., Mullarney K., Zetterström D., Grant P.J. (2000). L'album ornitho. Delachaux & Niestlé, Lausanne, 399 p.

Syväranta J., Cucherousset J., Kopp D., Martino A., Céréghino R., Santoul F. (2009). Contribution of anadromous fish to the diet of European catfish in a large river system. Naturwissenschaften 96, 631-635.

Syväranta J., J. Cucherousset, D. Kopp, A. Crivelli, R. Céréghino, F. Santoul, 2010. Dietary breadth and trophic position of introduced European catfish *Silurus glanis* in the River Tarn (Garonne River basin), southwest France. Aquat Biol, 8: 137-144.

Tcherkez G. (2010). Isotopie biologique. Lavoisier Ed; 237p.

Tixier P. (1998). Le silure glane (*Silurus glanis* L.) : Biologie, Colonisation et Impacts. Université Paris IV, rapport bibliographique réalisé dans le cadre d'une maîtrise de biologie, 24 p.

UICN, (2012). La Liste rouge des espèces menacées en France. Poissons d'eau douce de France métropolitaine. Rapport UICN, 12p.

Valadou B., Changeux T., Proteau J.P., Belliard J., Ledouble O. (2007). L*e silure glane (Silurus glanis L.)* en France. Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension. I.R.D., C.S.P., Cemagref, 99 p.

Vigneron T. (2006). Réseau hydrobiologique et piscicole, Bassin Loire Bretagne, Synthèse des données de 1995 à 2004. Rapport ONEMA, 45p.

Wise M.H. (1980). The use of fish vertebrae in scats for estimating prey size of otters and mink. J. Zool. London, 192 : 25-31.

Wysujack K., Mehner T. (2005). Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge? Ecology of Freshwater Fish 14, 87‑95.

WWF (2012). River of giants. Giant Fish of the Mekong, 16p.

Sites internet

Cuisineries des Provinces Françaises. Rubriques « Traditions Culinaires Pays de la Loire ». Disponible sur : http://www.cuisineries-gourmandes.com/page000100e0.html (consulté le 24.07.2013).

Fish Base. Disponible sur http://www.fishbase.org/search.php (consulté le 11.07.2013).

Le Pêcheur Professionnel continental et estuarien. Rubrique « Les espèces commercialisées – Les grands migrateurs ». Disponible sur http://www.lepecheurprofessionnel.fr/index.php/les-especes/les-grands-migrateurs (consulté le 11.07.2013).

LOGRAMI – Association Loire Grands Migrateurs. Association pour la gestion et la restauration des poissons migrateurs du bassin de Loire. Rubrique « Poissons Migrateurs ». Disponible sur http://www.logrami.fr/node/90 (consulté le 11.07.2013).

Migrateurs Loire. Rubrique « La vie de l'anguille, document « Biologie de la Civelle » ». Disponible sur http://www.migrateurs-loire.fr/?079-la-vie-de-l-anguille (consulté le 28/08/2013).