



## Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 8551](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/8551)

**To cite this version :**

Guillaume, Mathieu. *Démographie et régime alimentaire du silure glane*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2012, 76 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: [staff-oatao@inp-toulouse.fr](mailto:staff-oatao@inp-toulouse.fr).

# DEMOGRAPHIE ET REGIME ALIMENTAIRE DU SILURE GLANE

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**GUILLAUME Mathieu**  
Né, le 2 juillet 1986 à AMIENS (80)

---

**Directeur de thèse : M. Renaud MAILLARD**

---

## JURY

PRESIDENT :  
**M. Henri DABERNAT**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :  
**M. Renaud MAILLARD**  
**M. Caroline LACROUX**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRE INVITE :  
**M. Frédéric SANTOUL**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche  
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

**Directeur** : M. A. MILON

**Directeurs honoraires** M. G. VAN HAVERBEKE.  
M. P. DESNOYERS

**Professeurs honoraires** :

<b>NEGRE</b>	M. L. FALIU	M. J. CHANTAL	M. BODIN ROZAT DE MENDRES
	M. C. LABIE	M. JF. GUELF	M. DORCHIES
	M. C. PAVAU	M. EECKHOUTTE	
	M. F. LESCURE	M. D.GRIESS	
	M. A. RICO	M. CABANIE	
	M. A. CAZIEUX	M. DARRE	
	Mme V. BURGAT	M. HENROTEAUX	

**PROFESSEURS CLASSE  
EXCEPTIONNELLE**

M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*  
M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*  
M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*  
M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*  
M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
M. **MARTINEAU Guy**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*  
M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*  
M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*  
M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

**PROFESSEURS 1°  
CLASSE**

M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*  
Mme **CLAUW Martine**, *Pharmacie-Toxicologie*  
M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*  
M **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie Pathologique*  
M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

**PROFESSEURS 2°  
CLASSE**

Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*  
Mme **CHASTANT-MAILLARD Sylvie**, *Pathologie de la Reproduction*  
M. **DUCOS Alain**, *Zootchnie*  
M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*  
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*

Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*  
M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*  
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*  
M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*  
M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*  
M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*  
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*  
Mme **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

#### **PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE**

Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*  
M **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

#### **MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE**

M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*  
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*  
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*  
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*  
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*  
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*

#### **MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)**

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*  
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*  
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*  
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*  
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*  
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*  
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*  
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*  
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*  
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*  
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*  
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*  
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*  
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*  
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*  
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*  
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*  
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*  
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*  
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*  
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*  
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*  
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*  
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*  
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

---

<b>MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS</b>
--

- M. **BOURRET Vincent**, *Microbiologie et infectiologie*
- M. **DASTE Thomas**, *Urgences-soins intensifs*

<b>ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS</b>
---

- Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
  - M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie*
  - Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
  - Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
  - M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
  - Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
  - M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
-



## REMERCIEMENTS

*A notre Président de thèse,*

**Monsieur le Professeur Henri DABERNAT,**  
Professeur des universités,  
*Bactériologie-Hygiène*

**Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,  
Hommages respectueux.**

*A notre jury de thèse,*

**Monsieur le Professeur Renaud MAILLARD,**  
Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
*Pathologie des Ruminants*

**Pour avoir accepté de m'encadrer,  
Pour sa grande disponibilité et son efficacité à l'encadrement de ce  
travail,  
Sincères remerciements.**

**Madame le Professeur Caroline LACROUX,**  
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
*Anatomie Pathologique des animaux de rente*

**Qui nous a fait l'honneur de participer à ce jury,  
Pour sa grande ouverture d'esprit,  
Sincères remerciements.**

**Monsieur le Professeur Frédéric SANTOUL,**  
Professeur à l'Université de Toulouse, UPS, INP, EcoLab  
*Laboratoire Ecologie Fonctionnelle et Environnement*

**Qui nous a fait l'honneur de participer à ce jury,  
Pour m'avoir permis de réaliser ce travail sur un sujet qui me passionne,  
Pour sa disponibilité et les nombreux échanges,  
Sincères remerciements.**

**Aux membres du forum silurus glanis ayant répondu aux questionnaires,  
Pour leur participation active et indispensable à la réalisation de cette  
étude.**



**A mes parents**, pour mon éducation et m'avoir appris que seul le travail paie et permis de réaliser ces longues études qui se terminent aujourd'hui. Ma réussite, c'est avant tout la votre.

**A mes sœurs**, je n'ai pas eu souvent l'occasion d'être à vos côtés et de jouer mon rôle de grand frère, mais je pense à vous aujourd'hui et j'espère que vous connaîtrez la réussite que vous méritez.

**A mes professeurs de prépa** et tout particulièrement **Mr Gheysen**, votre pédagogie aura réussi à faire travailler le fainéant que je suis et à lui permettre d'atteindre ses objectifs.

**A Valéria**, pour m'avoir accompagné dans les premiers pas de ma vie d'homme. Je n'aurais certainement pas réussi tout ça sans toi, je sais ce que je te dois et je ne te remercierai jamais assez pour tout ce que tu as fait pour moi. Puisses-tu être heureuse qu'importe où la vie te mènera.

**A Marion**, ma sœur jumelle d'adoption, merci pour tout ce que tu m'as apporté en 5 ans, ta présence de tous les instants et surtout ton indéfectible soutien. Même si les circonstances vont venir mettre des kilomètres entre nous, je sais qu'on sera toujours là l'un pour l'autre, c'est une certitude.

**A mon groupe de bovine**, pour m'avoir supporté quasiment H24 pendant ces longs mois, mais toujours dans la bonne humeur malgré les moments difficiles. **Flo**, ton pragmatisme et ta bonne humeur sont source d'une joie de tous les instants pour moi ; **Blondie**, je suis heureux d'avoir fait cette belle rencontre et d'avoir mis un peu de rouge sur ton cœur rose. Pourvu que l'histoire de notre groupe se prolonge en d'autres lieux.

**A Alex**, depuis cette année de cube nous n'avons jamais perdu notre goût pour la culture picarde, un sens l'humour tout particulier, la haute gastronomie et les apéros que nous avons apportés jusqu'ici. Boire une bière avec un ami suffit bien souvent à oublier le reste, je n'ai pas trouvé meilleur remède en tous cas. Je vous souhaite de continuer à être des vieux cons aussi longtemps que possible.

**A Belot**, pour toutes les conneries qu'on a fait durant 5 ans, que ce soit en soirée aux 4 coins de France, à la cuisine, devant PES, l'OM, les beer pong, j'en passe et des meilleurs. Je ne doute pas qu'il nous en reste pleins d'autres devant nous !

**A la Taupe**, tu as toujours su être là quand il le fallait, je n'ai besoin de m'étendre plus longuement pour te remercier et te témoigner l'importance que tu as. Je te souhaite un avenir plein de belles surprises.

**A mon gros ShrekShrek**, la distance ne nous a pas éloignés pour autant et c'est toujours avec joie que je te retrouve, que ce soit pour une partie de pêche ou un séjour quelconque. Je vous souhaite de pouvoir créer d'excellents souvenirs encore longtemps, si possible avec des moustaches !

**A mon groupe de clinique et de docs Ju', Stouf, Nico, Sandra, Léa, Hadrien, Marion, Guillaume, Alex, Sophie**, pour tous les bons moments partagés depuis 5 ans, de la Croatie à la Salvetat en passant pas le cap d'agde et tout le reste !

**A mes docs** et particulièrement les **docteurs Lourds**, merci de m'avoir accueilli, ce qui me permet aujourd'hui de marcher dans vos glorieuses empreintes. Je vous souhaite plein de bonheur à deux.

**A mes poulots de week-end Dugland, Bébert, Malec, Mr Nonne, Manon, Marou, Iris, Fanny Audrey, Chloé, Marie, Amélia, Emilie et bien sur les autres poulots, Mzelle casse couille, Steve, la Tinoise, Diwouad**, je suis fier d'être votre doc, je n'oublierai jamais vos brimades, restez comme vous êtes et n'hésitez pas à venir en stage chez le docteur Guillaume !

**Au VRC et à tous ceux avec qui j'ai eu l'honneur de défendre les couleurs de l'école sur le terrain**, merci pour ces grands moments de sport, ces belles victoires et ces moments de fête, pour toutes ces émotions, je n'en garde que des bons souvenirs.

**Au club pêche** et à ses membres fondateurs **Hadrien et Docteur Lourd**, les préchauffes mythiques, la vodka moule, Patrick Sébastien, chasse pêche et biture, les sorties aux 4 coins de Toulouse et Pescalès, pour la joie d'avoir pu partager notre passion. Un clin d'œil également pour nos mascottes officielles **Nestor et Kronembourg**.

**A mes amis d'enfance et de plus tard Aurélie, Maxime, Géry, Hélène, Jean, Nicou, Tonton, Kéké, Dorian, Céline et Nico** et tous ceux que j'oublie forcément.

**A Mzelle Pérez**, j'aurais vraiment aimé te côtoyer plus longtemps sur cette école, mais je sais que c'est avec plaisir que tu recroisera « tonton » !

**A Céline**, je suis heureux de t'avoir rencontré, merci pour tout ce que tu m'as apporté et ne t'inquiète pas nous nous recroiserons.

## Table des matières

Table des illustrations .....	13
Introduction .....	15
Partie I : Présentation et rappels biologiques sur <i>Silurus glanis</i> : .....	17
1. Présentation du phylum des siluridés .....	17
1.1. Phylogénétique / taxonomie .....	17
1.2. Distribution géographique des siluridés.....	17
1.3. Description physique .....	17
1.4. Mode de vie et alimentation .....	18
1.5. Importance économique .....	18
2. Présentation de <i>Silurus glanis</i> .....	19
2.1. Historique et distribution en Europe .....	19
2.1.1. Historique et distribution ancienne.....	19
2.1.2. Distribution récente.....	19
2.1.3. Distribution actuelle .....	19
2.2. Description physique .....	21
2.3. Ecologie du silure .....	22
2.3.1. Mode de vie de <i>Silurus glanis</i> .....	22
2.3.2. Reproduction du silure.....	23
2.3.3. Croissance du silure .....	24
2.3.4. Alimentation.....	26
2.3.4.1. Régime alimentaire .....	26
2.3.4.2. Comportement alimentaire .....	27
2.4. Impact du silure.....	30
2.4.1. Compétition alimentaire avec les autres carnassiers.....	30
2.4.2. Impact sur les espèces proies .....	31
2.4.3. Colonisation.....	32
2.5. Maladies.....	32
2.5.1. Virus .....	33
2.5.2. Bactéries.....	33
2.5.3. Parasites.....	33
2.6. Elevage .....	34
2.6.1. Données techniques .....	34
2.6.2. L'élevage de <i>Silurus glanis</i> en Europe.....	35
2.6.3. L'élevage de <i>Silurus glanis</i> en France .....	35
2.7. Importance économique.....	35

Partie II : Démographie actuelle du silure en France et dynamique de colonisation.	39
1.1. Démographie actuelle du silure .....	39
1.2. Dynamique d'extension du silure et perspectives.....	43
1.2.1. Dynamique territoriale .....	43
1.2.2. Dynamique de densité .....	44
1.2.3. Perspectives.....	49
Partie III : Etude d'un exemple original : prédation sur des pigeons en milieu urbain.	55
1. Matériel et méthodes .....	55
1.1. Réalisation des observations .....	55
1.2. Présentation et utilisation des rapports isotopiques .....	55
1.3. Réalisation des prélèvements .....	57
2. Résultats.....	58
2.1. Résultats des observations .....	58
2.2. Résultats des dosages isotopiques.....	61
3. Commentaires et discussion.....	63
3.1. Observations.....	63
3.2. Dosages .....	64
3.3. Discussion.....	65
Conclusions .....	67
Bibliographie.....	69
Annexe .....	73
Lieu, département de capture et taille de 119 silures signalés par pêcheurs amateurs en 2011. Données personnelles .....	73

## Table des illustrations

<b>Figure 1</b> : Distribution de <i>Silurus glanis</i> en Europe.....	20
<b>Figure 2</b> : Représentation d'un silure (source: <a href="http://www.federationpeche.fr">www.federationpeche.fr</a> ).....	21
<b>Figure 3</b> : Relation poids- taille de 154 silures sur le Tarn, France. (Communication personnelle F. Santoul, 2008).....	25
<b>Figure 4</b> : Courbes de croissance de <i>S.glanis</i> dans différentes zones d'Europe. (Extrait de Valadou, 2007).....	26
<b>Figure 5</b> : Evolution du % de silure glane dans le total des captures des pêcheurs amateurs et professionnels en Saône aval (Sav) et Saône amont (Sam) entre 1988 et 2005, (Valadou, 2007). ....	36
<b>Figure 6</b> : Distribution des stations RHP ayant recensé le silure entre 2000 et 2010 (Données personnelles, carte d'après Valadou, 2007).....	40
<b>Figure 7</b> : Répartition actuelle du silure en France en 2011 selon l'étude faite à partir des stations RHP et des données pêcheurs amateurs (Données personnelles, carte d'après Valadou, 2007).....	41
<b>Figure 8</b> : Carte des territoires où la présence du silure est prédite selon Valadou, 2007.....	42
<b>Figure 9</b> : Pourcentage total des stations RHP ayant relevé la présence de silures entre 2000 et 2010 .....	43
<b>Figure 10</b> : Nombre de stations ayant détecté des silures annuellement et en cumulé depuis 2000 sur la période 2000-2010 .....	44
<b>Figure 11</b> : Densité moyenne en silures lors des pêches sur les stations RHP ayant signalé du silure au niveau national entre 1995 et 2010.....	45
<b>Figure 12</b> : Densités de silure dans les stations RHP en moyenne nationale et sur les 54 stations ayant déclaré la présence de silure en 2000 et 2001 sur la période 2000-2010 .....	46
<b>Figure 13</b> : Nombre de passages annuels de silures dans l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech, de 1993 à 2011 .....	47
<b>Figure 14</b> : Nombre de passages annuels de silures dans l'ascenseur à poissons des barrages de Golfech, du Bazacle (garonne) et des Thuillières (Dordogne) de 1993 à 2011.....	48
<b>Figure 15</b> : Evolution de la distribution du silure en France de 1975 à 2011 (Données personnelles, carte d'après Tixier, 1998).....	49
<b>Figure 16</b> : Nombre de passages dans la passe à poisson Golfech (Garonne), pour différentes espèces entre 1993 et 2011. (Échelle logarithmique 5).....	50
<b>Figure 17</b> : Nombre de passages dans la passe à poisson de Tuillières (Dordogne) pour différentes espèces entre 1993 et 2011. (Échelle logarithmique 5).....	51
<b>Figure 18</b> : Reconstitution des relations trophiques grâce aux taux de fractionnements des isotopes stables du carbone et de l'azote, à travers un graphe $\delta^{15}\text{N}$ - $\delta^{13}\text{C}$ . ....	57
<b>Figure 19</b> : Vue satellite de la zone observée incluant l'île et le point d'observation. (Source : <a href="http://www.geoportail.fr">http://www.geoportail.fr</a> ) .....	58
<b>Figure 20</b> : Schéma du site observé .....	59
<b>Figure 21</b> : Vue générale de la zone de chasse avec des pigeons se baignant et des silures le long de la zone d'attaque (Cucherousset et al. 2012). ....	60
<b>Figure 22</b> : Attaque réussie d'un silure sur pigeon (Cucherousset et al. 2012 a) .....	60
<b>Figure 23</b> : Signature isotopiques $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ , pour les 14 silures prélevés et les proies (poissons, écrevisses et pigeons) (Cucherousset et al. 2012 a).....	62

**Figure 24** : Contribution estimée de chacun des trois types de proies pour trois silures consommant respectivement peu, moyennement et beaucoup de pigeons. (Cucherousset et al. 2012 a). ..... 62

**Tableau 1**: Evolution du % de silure avec un contenu stomacal vide et du % de la ration annuelle ingérée selon la période de l'année. (D'après Omarov et Popova, 1985) ..... 29

**Tableau 2** : Résumé des principales caractéristiques de la niche écologique du Silure (petit et grand), du sandre, du brochet et du black bass. (Inspiré par Pinter 1976) ..... 30

**Tableau 3** : Estimations moyennes, basses et hautes de la proportion de pigeons consommé par les silures prélevés, réalisées par dosage isotopique stable et modèle mixte. (Cucherousset et al. 2012 a) ..... 63

## Introduction

Le silure est le plus gros poisson des eaux européennes et son physique ne laisse pas insensible avec ses airs de gros poisson chat. Originaire du bassin du Danube, il a connu au cours des trente dernières années une forte expansion, colonisant les eaux de l'Europe de l'Ouest et notamment la France. Cette colonisation s'est accompagnée de vifs débats sur son impact potentiel sur la faune des eaux où il était introduit. Malgré les données disponibles a son sujet, le silure et ses mœurs restent largement inconnues du grand public et il n'est pas rare d'entendre au bord de l'eau ou de lire dans la presse des histoires farfelues. Désigné comme ogre d'eau douce, accusé de dépeupler les cours d'eaux par certains, ce poisson provoque d'un autre côté l'admiration de certains pêcheurs sportifs qui apprécient son statut de poisson trophée. Ce top prédateur possède une variété de sens qui lui permettent de chasser et de consommer une variété de proies assez rare. Cet opportunisme alimentaire est probablement l'un des facteurs qui explique sa colonisation rapide et réussie dans les eaux où il à été introduit. Cette thèse à pour but de faire une synthèse des connaissances scientifiques disponibles au sujet de *Silurus glanis*, et de faire un point sur son expansion territoriale en France. Dans un dernier temps nous détaillerons une étude récente qui s'est intéressée à un comportement tout particulier de chasse et de consommation de pigeons en milieu urbain par les silures. Ce comportement n'ayant jamais été décrit auparavant apporte un nouvel éclairage sur l'opportunisme alimentaire du silure et les capacités d'adaptation dont il fait preuve.





# **Partie I : Présentation et rappels biologiques sur *Silurus glanis* :**

## **1. Présentation du phylum des siluridés**

### **1.1. Phylogénétique / taxonomie**

L'espèce *Silurus glanis* est un animal vertébré aquatique, qui selon Berg (1964) a la classification zoologique suivante :

- Ostéichthyens
- Actinoptérygiens
- Téléostéens (Poissons osseux vrais)
- Siluriformes
- Siluroïdes
- Siluridés

Le groupe des siluriformes compte plus de 3000 espèces et serait un des plus importants des vertébrés, 1 espèce de vertébré sur 20 étant un siluriforme. Le phylum des siluridés est extrêmement ancien et est apparu il y a plus de 110 millions d'années. A noter que malgré leurs ressemblances, *Silurus glanis*, le silure glane est un siluridé et *Ameiurus melas* le poisson chat commun est un ictaluridé.

### **1.2. Distribution géographique des siluridés**

Les siluridés sont largement représentés à travers le monde et on les retrouve sur la totalité des continents. Les différentes espèces se sont habituées à de nombreux biotopes, étant présent en continuité entre les deux cercles polaires dans les eaux fluviales voire côtières. Cependant les milieux tropicaux hébergent un plus grand nombre d'espèces, notamment en Amérique et en Asie.

### **1.3. Description physique**

Les siluridés, couramment nommés poissons chats, se caractérisent par la présence de barbillons autour de la bouche. Ces barbillons peuvent être présents jusqu'au nombre de 4 paires avec des variations selon les espèces. Leur tête aplatie et généralement volumineuse leur permet de chercher leur nourriture, en particulier au fond de l'eau. Leur peau est nue, ne présentant pas d'écailles mais étant parfois recouverte de mucus. Certaines espèces présentent des plaques osseuses sur leur peau formant ainsi une sorte d'armure.

La diversité des espèces amène certaines particularités singulières ; ainsi les Malapteruridés sont capables de produire des décharges électriques. D'autres espèces telles que *Plotosus lineatus* possèdent des glandes qui sont capables de produire un venin au niveau des rayons des nageoires pectorales et dorsales, chez cette espèce, le venin est suffisamment fort pour être fatal à l'homme en cas de piqûre.

Leur taille est très variable, allant d'à peine quelques centimètres pour les plus petites espèces, jusqu'à près de trois mètres et 293kg pour une prise reportée en Thaïlande dans le Mékong en 2005. En Europe *Silurus glanis* est le représentant pouvant atteindre les tailles les plus importantes, jusqu'à près de 2,5m.

#### **1.4. Mode de vie et alimentation**

La plupart des espèces a un mode de vie nocturne, restant inactive durant la journée. Les siluridés sont des détritivores, les plus grandes espèces se tournent néanmoins vers un régime de prédation opportuniste comprenant poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et petits mammifères.

#### **1.5. Importance économique**

De par leur présence sur l'ensemble du globe et leur élevage facile, les siluridés ont une grande importance économique. Ils sont élevés en poissons d'ornement pour l'aquariophilie ou pour la consommation avec notamment *Ictalurus punctatus* en Amérique et *Pangasius bocourti* en Asie. L'aquaculture de cette dernière espèce a d'ailleurs permis au Vietnam de produire 1.5 million de tonnes de pangas pour un montant de 1,5 milliard de dollars. Cette production est notamment importée dans plus de 70 pays dans le monde et fait l'objet d'une guerre commerciale avec la production de barbus aux États-Unis. L'élevage de ces espèces est d'ailleurs en augmentation, portée par la demande croissante en poissons issus de l'élevage.

## **2. Présentation de *Silurus glanis***

### **2.1. Historique et distribution en Europe**

#### **2.1.1. Historique et distribution ancienne**

La présence de fossile et d'ossement de l'espèce indique sa présence en Europe depuis la préhistoire. Ainsi il y a 5 à 8 millions d'années le silure était présent dans le bassin du Danube, dans le bassin du Rhône et possiblement dans celui du Rhin. Les périodes glaciaires vers -15000 ans ont provoqué une modification des climats en Europe et conduit à la disparition du silure dans le bassin du Rhône et le Rhin. L'espèce a donc survécu dans le bassin du Danube, c'est-à-dire la plaine hongroise et la partie aval du Danube. A la fin de cette ère glaciaire, il ya 12000 ans, le silure va recoloniser le sud de la Scandinavie et le Rhin, mais entre 1500 et 1850, la petite ère glaciaire a eu un impact négatif sur ces populations et entrainer leur déclin. (Schlumberger et al. 2000).

#### **2.1.2. Distribution récente**

A partir de 1850 le silure va voir son aire de distribution augmenter et se déplacer vers le sud et l'ouest de l'Europe notamment par l'action de l'homme qui va l'introduire dans de nouveaux secteurs (Schlumberger et al. 2000). On l'introduit ainsi en Angleterre à partir de 1880, en Italie dès la fin du XIXème siècle et en Espagne en 1990. Les études sur les variations de l'ADN mitochondrial des silures confirment d'ailleurs cette extension vers l'Ouest à partir du berceau d'Europe de l'est (Krieg et al. 2000). A la fin des années 90 il est également introduit hors d'Europe en Tunisie et en Algérie.

En France, on tente de l'introduire à Versailles puis en Alsace à la fin du XVIIème siècle. Finalement il est implanté en 1857 dans la pisciculture de Huningue. Son introduction dans la Saône en 1966 résulte d'une population issue des étangs de Dombes. En 1968 une vingtaine de petits silures de 300 g environs est lâchée dans la Sanne morte, un affluent de la Seille communiquant avec la Saône (Tixier et al, 1988). C'est encore l'homme qui l'introduit par la suite en Camargue (années 70), dans le bassin de la Loire (1975), de la Seine (1976) et de la Garonne (1989).

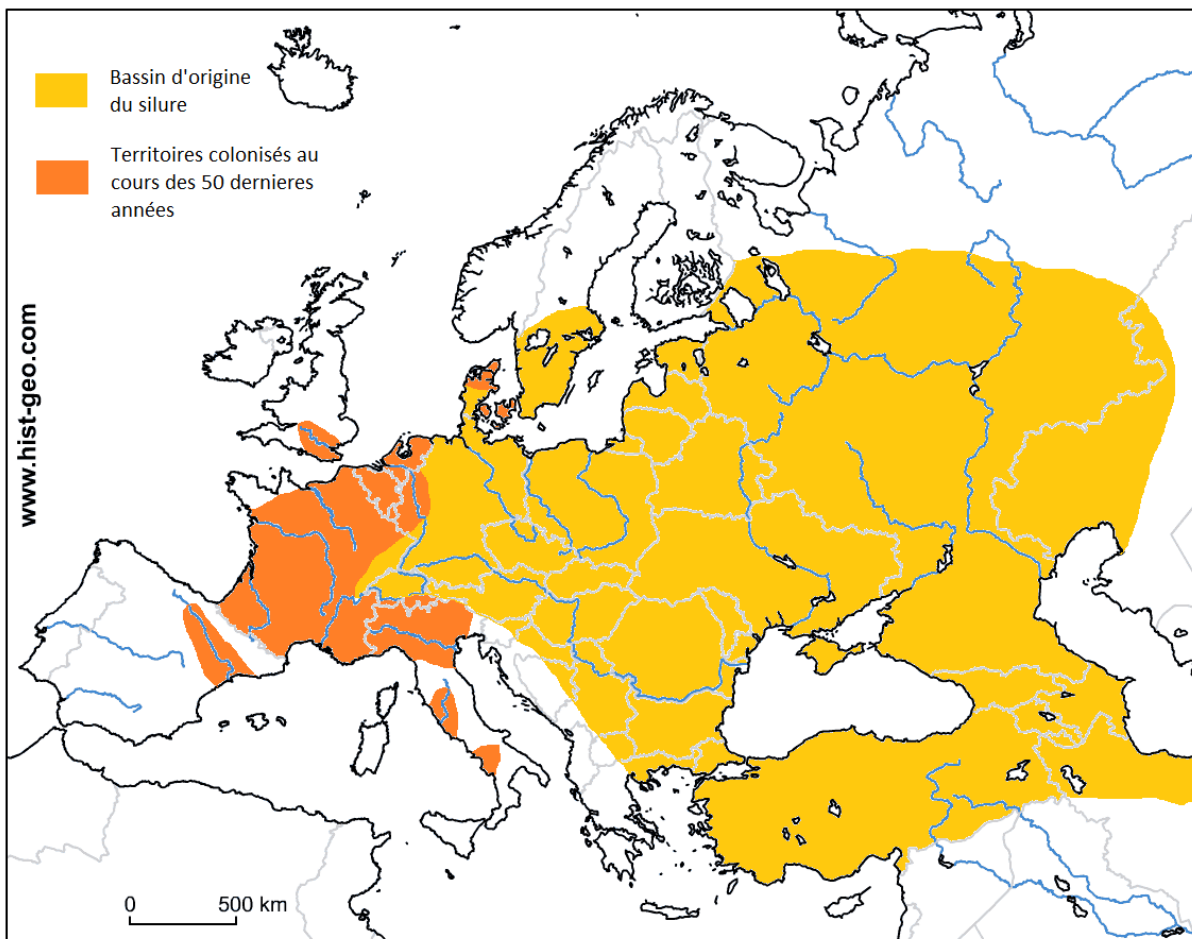
#### **2.1.3. Distribution actuelle**

L'habitat naturel du silure est composé de fleuves et grandes rivières, lacs et milieux côtiers tant que la salinité de l'eau n'excède pas 1,5%. Ses besoins en oxygène sont

réduits grâce à un taux d'hémoglobine sanguin de 30 à 35% (Lelek 1987), ce qui lui permet de supporter une teneur en oxygène dissout de 3 à 3.5 mg/l (Mihalik 1995). Il semble également capable de supporter un certain degré de pollution. Toutes ces caractéristiques font du silure une espèce relativement rustique et capable de s'implanter dans une grande variété de plans d'eaux.

Aujourd'hui, le silure est présent dans une large zone délimitée:

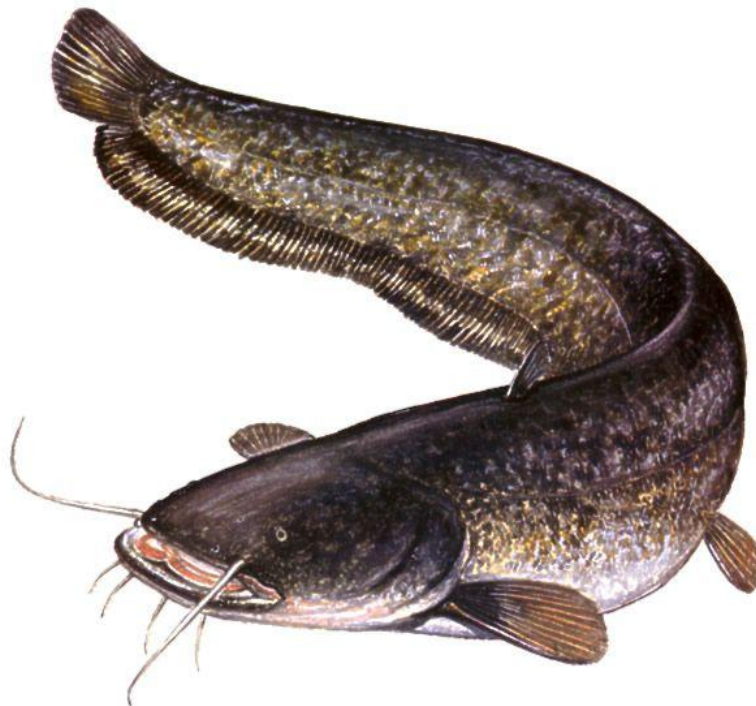
- Au Nord : Sud de la Suède, de la Finlande et de la Carélie russe.
- Au Sud : jusqu'à la plaine du Po et en Turquie.
- A l'Est : jusqu'à l'Oural, dans les bassins hydrographiques des cours d'eau tributaires de la mer Noire, de la mer Caspienne et de la mer d'Aral.
- A l'Ouest : jusqu'au Sud de l'Angleterre et en Espagne.



**Figure 1** : Distribution de *Silurus glanis* en Europe.

A noter la présence d'une autre espèce en Europe, *Silurus aristotelis* vivant principalement en Grèce et cohabitant parfois avec *Silurus glanis*.

## 2.2. Description physique



**Figure 2** : Représentation d'un silure (source: [www.federationpeche.fr](http://www.federationpeche.fr))

Sa taille et son poids varient fortement en fonction de son âge et des possibilités de croissance offertes par les ressources du milieu. Il mesure en général entre 1 et 2 m pour un poids de 7 à 55 kg, mais il est à noter que le silure peut atteindre un poids beaucoup plus important, les plus gros poissons pris accusant un poids autour de 110kg pour près de 2.6m, le record du monde ayant été homologué en 2010 dans le Pô avec un poisson de 135kg ; on trouve cependant dans la littérature mention de sujets bien plus imposants avec un poisson de 5m et 306kg pris dans la rivière Dniepr (Berg, 1949), mais aucun élément tangible ne peut assurer la réalité de ce poisson, de plus les mensurations de ce poisson ne correspondent pas aux projections faites à partir des prises actuelles. Dans la littérature de l'Europe de l'est on trouve de nombreuses légendes de silures géants qui profiteraient des crues pour dévorer des enfants accrochés aux branches des arbres. Toutes ces données font de cette espèce la plus grande habitant les eaux douces européennes.

Sa peau est nue et recouverte de mucus. La couleur varie, du brun-vert au noir sur le dos, les flancs sont généralement marbrés et la face ventrale tire vers le blanc. A noter l'existence exceptionnelle de sujets albinos blancs ou orangés, ce qui ne semble pas avoir d'impact sur leur capacité à survivre et se développer, puisque des sujets de taille imposante (jusqu'à deux mètres) sont régulièrement pêchés. La nageoire dorsale, est de taille réduite, contrairement à la nageoire anale qui couvre 2/3 de la longueur du poisson. Cette dernière est séparée de la nageoire caudale

arrondie par une échancrure. Il n'y a pas de nageoire adipeuse mais il présente 2 nageoires pectorales ossifiées rigides, au niveau des fentes branchiales.

Sa tête est aplatie dorso-ventralement et porte une large bouche, le reste du corps étant cylindrique, devenant aplati latéralement à partir de l'anus, ce qui peut lui donner l'air d'une bouche montée sur nageoires. La bouche porte 3 paires de barbillons : la plus grande sur la mâchoire supérieure est mobile et mesure jusqu'à 1/4 de la longueur du corps, les deux autres sur la mâchoire inférieure. Le silure possède une paire de narine de chaque côté, elles sont dédiées uniquement à l'olfaction (Mihalik, 1995). A l'intérieur de la bouche on trouve de nombreuses petites dents recourbées vers l'intérieur, elles sont regroupées et forment ainsi des râpes empêchant les prises de s'échapper. Ces râpes sont localisées sur les intermaxillaires, la mandibule, le vomer et les pharyngiens. Pour finir, la tête porte deux yeux de taille très réduite comparée au reste du corps. Ces yeux ne sont pas suffisamment développés pour faire de la vue un sens utilisé dans le comportement alimentaire et lui permettraient juste de percevoir l'alternance jour/nuit. Son corps porte également des ampoules de Lorenzini connectées à un pore cutané via un canal rempli d'une substance gélatineuse. Ces ampoules, réparties sur tout le corps, et particulièrement sur la tête, permettent au silure d'être renseigné sur la présence de champs électriques faibles (0,001 microvolt/cm). Cette capacité à percevoir des champs électriques permet au silure de repérer ses proies.

Sur le plan interne, sa vessie natatoire, gazeuse, est reliée directement à l'oreille interne par les osselets de Weber. Cette particularité confère au silure une grande sensibilité aux vibrations et de percevoir une large gamme de fréquence qui lui permet de rechercher ses proies.

## **2.3. Ecologie du silure**

### **2.3.1. Mode de vie de *Silurus glanis***

Durant ses premiers temps de vie, jusqu'à l'âge d'un an, le silure affectionne les zones calmes et profondes. Si durant ses premiers temps de vie le silure se révèle être plutôt grégaire (Brusle & Quignard, 2001), il évolue vite vers un comportement de plus en plus territorialiste au fur et à mesure de sa croissance, les meilleurs abris étant occupés par les plus gros spécimens. Une étude menée dans le Rhône a cependant mis en évidence des regroupements impressionnants de silures (Bouletreau et al. 2011). Ces regroupements se trouvaient toujours dans la même zone, et impliquaient des silures adultes formant une boule comptant de 15 à 44 individus d'une longueur moyenne d'1,45m. L'explication à ces regroupements n'a pu être trouvée mais elle ne semble pas liée à des comportements d'éducation, de prédation, de reproduction ou de défense. Ces « boules » sont bien connues des pêcheurs amateurs qui ont pu les observer en de multiples endroits à l'échosondeur.

Il semble également que les silures adoptent un comportement plus grégaire durant la saison hivernale en colonisant massivement les endroits les plus profonds des fleuves et lacs qu'ils occupent.

Le silure est décrit comme un poisson aux mœurs nocturnes étant parfaitement adapté au niveau sensoriel pour vivre dans des milieux sans visibilité. Des études de suivi par télémétrie ont été réalisées en Espagne (Carol et al. 2007) et en France sur le barrage de Golfech (Coustillas, 2007). L'étude de Carol portait sur 5 silures de 1m à 1,4m, elle a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques du déplacement des silures. D'une façon générale, la journée est une période de faible déplacement (environ 0.9 cm/s en moyenne), les poissons restant en général postés le long des berges, dans des endroits encombrés ou dans des niches sous les racines des arbres de la berge. L'activité devient plus importante la nuit (environ 0,17 cm/s en moyenne), les déplacements étant généralement constitués d'allers retours entre les pleines eaux et la cache journalière. Ces mouvements sont liés à la recherche de proies et il est ainsi possible de corrélérer les déplacements nocturnes des silures avec ceux de leurs proies. Néanmoins cette étude met aussi en avant les disparités individuelles du silure. Si d'une façon générale le silure reste à l'abri le long des berges la journée, avant de s'activer durant la nuit à la recherche de proies, certains poissons ont montré une activité diurne comparable à l'activité nocturne, quand pour d'autres l'activité diurne était nulle. Idem concernant les distances parcourues, certains silures se montrant très actifs en parcourant jusqu'à 55m en moyenne par jour, quand d'autres se déplaçaient en moyenne de seulement 18,5 m par jour.

Une autre étude menée dans une rivière tchèque a mis en évidence les variations saisonnières dans l'intensité des déplacements des silures.

### **2.3.2. Reproduction du silure**

La reproduction du silure est annuelle et ne peut intervenir que si la somme des températures annuelles est suffisante, ce qui explique la limite nord de son aire de distribution où les températures de l'eau ne permettent pas sa reproduction. La maturité sexuelle en condition optimale apparaît plus tôt chez les mâles (3-4 ans) que chez les femelles (5-6 ans) et dépend de la taille atteinte par l'individu (Shikhshabekov, 1978 ; Orlova, 1989). Ainsi la taille minimale pour la maturité sexuelle pour un mâle est de 78cm et 86cm pour les femelles. De fait, une croissance lente entraîne un retard de maturité sexuelle. La reproduction commence par la migration des silures vers les zones de frai dès que la température de l'eau atteint 8 à 10°C. Par la suite une température de 20 à 22° est nécessaire pour entamer la frai (Shikhshabekov, 1978), sans que la température ne descende sous 18°C pendant 3 à 4 jours, ce qui selon les régions, conduit à une période de frai entre fin avril et fin juillet. Le frai va ainsi s'étaler sur une période de 1 mois et demi à deux

mois et demi. Le milieu de reproduction est le bord des rivières là où les racines des végétaux et les plantes aquatiques vont fournir support et protection aux œufs (Lelek, 1987), cependant en conditions défavorables, le mâle peut construire un nid de vase afin d'accueillir les œufs. Durant cette période le mâle défend son territoire et devient agressif ce qui engendre de nombreuses blessures sur les poissons. Le frai a lieu généralement la nuit et la ponte intervient pendant une parade nuptiale où le mâle féconde directement les œufs (Planche, 1987). Ces derniers sont entourés d'une substance gélatineuse qui leur permet d'adhérer au support (Mukhamediyeva, 1980). Les œufs mesurent de 1,94 à 3mm de diamètre et la femelle peut en pondre de 7 à 42000/kg, cette fertilité étant corrélée positivement à la taille et au poids de la femelle; c'est-à-dire que les sujets de grande taille ont la fertilité la plus élevée. Par la suite le mâle va garder le nid et assurer la ventilation des œufs par des mouvements de nageoire. La garde de la ponte explique la fertilité relativement faible par rapport à d'autres espèces. L'éclosion intervient 60 à 70 degrés jours plus tard (soit 2,7 jours dans une eau à 22°C) (Mihalik, 1995). A la naissance les larves mesurent 6 mm et elles vont rester fixées au support de ponte pendant 4 à 5 jours avant de nager librement.

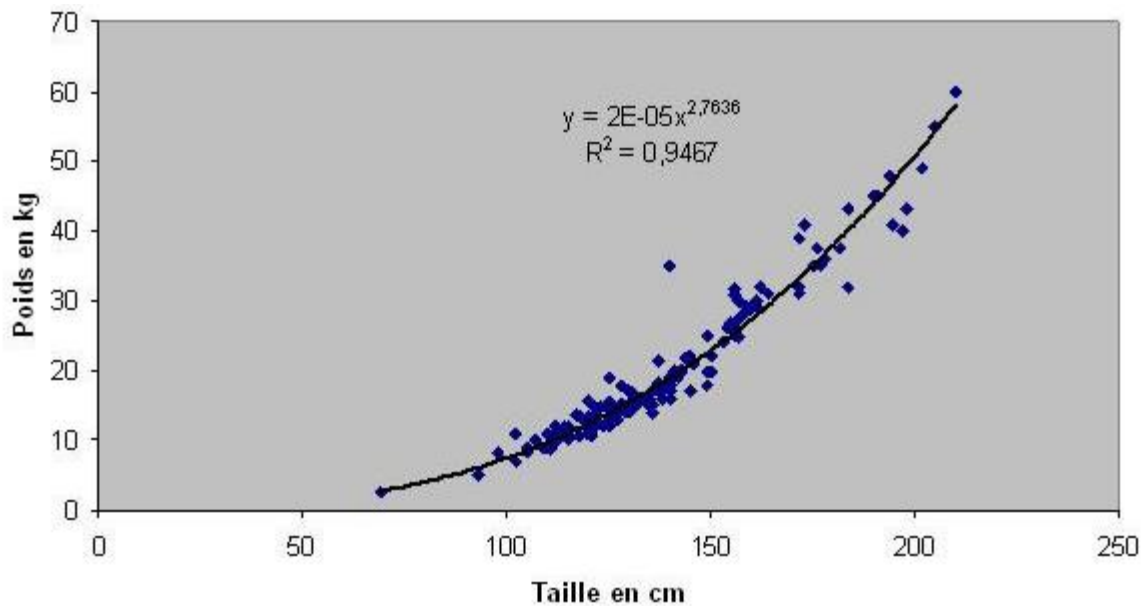
### **2.3.3. Croissance du silure**

La croissance du silure est fortement variable et dépend surtout du milieu de vie. Cette espèce étant de plus caractérisée par un taux de croissance élevé, particulièrement durant les premières années de sa vie jusqu' à l'âge de 6-7 ans. Ainsi en conditions optimales des sujets d'un an peuvent atteindre 35 cm, les données moyennes étant de 20 à 24 cm à 1 an et autour de 40cm à deux ans. A noter de fortes différences dans les vitesses de croissance entre les eaux d'origines et celles où il a été introduit, en effet la taille d'un mètre est atteinte vers 5 ans dans les eaux où il a été introduit contre 8-9 ans dans ses eaux d'origine (Copp et al. 2009). Après 14 ans la croissance ralentit considérablement mais elle se maintient tout de même à un taux de 5-7 cm par an.

La croissance en poids est au contraire assez modérée avant la maturité sexuelle par rapport à la croissance en taille, elle se stabilise autour de 30% par an passée cette maturité ; jusqu'à la taille de 2m à partir de laquelle le gain de poids annuel semble assez constant et tourne autour de 5kg soit 5 à 10% de gain de poids annuel. Pour donner quelques repères, en général dans les eaux françaises, un silure d'un mètre pèse environ 7 kg, un silure de 120 cm pèse 10 kg, 23 kg pour 150cm et 52 kg pour 2m, la barre des 100kg étant atteinte par les poissons autour de 250cm. Pour les poissons entre 100 et 200cm le poids peut-être estimé grossièrement à partir de la taille suivant la formule simplifiée suivante

$$\text{Poids (kg)} = \frac{(\text{Taille en cm} - 100)}{2}$$



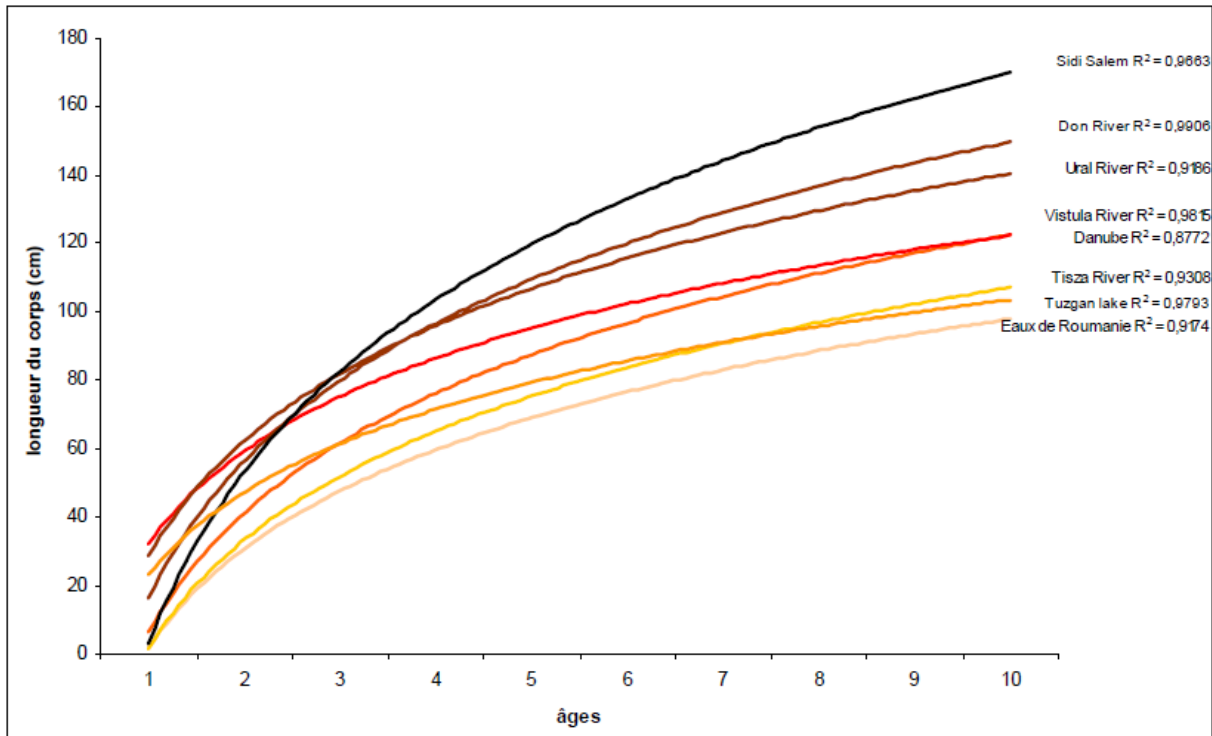


**Figure 3** : Relation poids- taille de 154 silures sur le Tarn, France. (Communication personnelle F. Santoul, 2008)

L'activité digestive du silure démarre à partir d'une eau à 10°C, la croissance s'effectue principalement durant les mois les plus chauds à la fin du printemps et en été, l'optimum de prise alimentaire et de conversion alimentaire se situant vers 25 à 28°C. Cette conversion alimentaire est divisée par deux dans une eau comprise entre 15 et 23°C.

Le sexe intervient dans la croissance : elle est plus élevée de 2 à 15% pour les mâles. A âge égal, un mâle se révélera plus lourd qu'une femelle, cette différence de vitesse de croissance explique que les mâles atteignent la maturité sexuelle plus précocement que les femelles. Ainsi vers l'âge de 15 ans, la différence de taille entre un mâle et une femelle de même âge peut atteindre 20cm.

Le milieu joue un rôle prépondérant dans la croissance du silure principalement à cause de sa température et des ressources disponibles. Ainsi pour une taille de 89cm un sujet peut être âgé de 5 ans dans des conditions favorables ou de 9 ans dans des conditions moins favorables. En effet, il a été constaté des vitesses de croissance élevées dans les eaux hongroises alors qu'elles sont au contraire faibles dans les eaux de l'ex-Tchécoslovaquie. De plus des études ont montré que la vitesse de croissance des silures issues de populations nouvellement introduites (France, Italie, Espagne), était plus importante que celle silures de population autochtones dans le bassin du Danube notamment (Copp et al 2009).



**Figure 4** : Courbes de croissance de *S. glanis* dans différentes zones d'Europe. (Extrait de Valadou, 2007).

### 2.3.4. Alimentation

#### 2.3.4.1. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du silure varie en fonction de son âge. 5 jours après sa naissance le silure a épuisé son sac vitellin et peut nager librement. A cet âge il va se nourrir quasi-exclusivement d'invertébrés (larves de chironomes, daphnies), de zooplancton et éventuellement de débris végétaux. Ce régime est valable pour les individus de moins de 3 cm, au-delà il évolue avec l'introduction progressive de poissons pour atteindre 85% de son alimentation chez les individus entre 8 et 13 cm (Orlova and Popova 1987). Les sujets plus âgés deviennent quasi exclusivement ichtyophages, 95% du régime. Puis avec l'augmentation de taille la proportion de poisson dans son régime alimentaire va augmenter. Chez les jeunes individus le cannibalisme est rapporté en cas de manque de ressources alimentaires suffisantes, les plus gros individus consommant alors les plus petits.

Le régime alimentaire des adultes a fait l'objet de nombreuses études sur l'ensemble de l'Europe. Si les poissons constituent la majorité de son régime alimentaire, jusqu'à 98% de sa prise alimentaire, le silure peut être qualifié de prédateur opportuniste et va être capable de consommer tout ce qui se trouve dans son milieu ; ainsi il a été possible de retrouver jusqu'à 15 espèces différentes composant le régime alimentaire des poissons lors d'une étude. Dans 14 études précédentes s'intéressant au régime alimentaire du silure, il a été possible de retrouver près de 54

espèces de poissons consommés. Les cyprinidés (brèmes, carpes, gardons, rotengles, tanches) sont des espèces systématiquement présentes dans les études, suivis par les percidés (sandres, perches) présents dans 71%. Le cannibalisme lui, a été montré dans 29% des études. Toutes les études ont rapporté également la présence dans le régime alimentaire d'autres proies que les poissons, tels que les crustacés (79% des études et principalement les écrevisses dans 57% des études), amphibiens (36% avec principalement des grenouilles), mollusques (21%), insectes (47%) et oiseaux (29%). La présence exceptionnelle de petits mammifères (rats, ragondins) et de reptiles (tortues) est également rapportée (Copp & al. 2009). Les différentes études ont par contre montré que la proportion de ces proies au sein du régime alimentaire des silures était liée au milieu et à la présence de ces proies dans la biomasse. Ainsi dans le réservoir de riba roja en Espagne, les écrevisses représentent jusqu'à 60% du régime alimentaire des silures de cet endroit. La consommation de proies est principalement saisonnière durant les mois chauds et varie entre 0.5% et 2% du poids vif du silure de consommation journalière. Ce pourcentage est maximal au mois d'août et plus élevé pour les individus adultes. Concernant la taille des proies, si les silures consomment des proies de plus en plus grosses avec l'augmentation de leur taille (Orlova & Popova, 1987), elle est proportionnellement plus faible que celles d'autres carnassiers. Le brochet par exemple étant capable de consommer des proies pesant 20% de leur poids et mesurant la moitié de leur taille. Rapporté à un silure de 120cm et 10kg cela ferait une proie de 60cm et 2kg (!) Ce qui n'a pas été rapporté, les tailles usuelles des proies se situant autour de 10% de la longueur du silure (Orlova & Popova, 1987). Cette différence est d'autant plus remarquable que la taille de la gueule des silures pourrait laisser penser une tendance à consommer des proies énormes.

#### 2.3.4.2. Comportement alimentaire

Le silure possède une exceptionnelle batterie de détecteurs sensoriels lui permettant de repérer ses proies. Ainsi il possède près de 250000 récepteurs gustatifs dans sa cavité buccale et en dehors également, disposés principalement sur les barbillons et autour de sa bouche mais aussi sur ses nageoires et sa peau. Ces récepteurs gustatifs marchent de concert avec son odorat et lui permettent en quelque sorte de goûter à distance. Son sens de l'odorat est également très développé grâce à un nombre de récepteurs très important situés dans ses narines caractérisées par une entrée et une sortie distinctes, ce qui permet à l'eau de circuler en permanence le long d'un épithélium pelotonné qui permet d'augmenter la surface d'échange et sa sensibilité olfactive. Le silure est ainsi capable de détecter une molécule diluée à 1 pour 10 billions. Les ampoules de Lorenzini lui permettent de percevoir les champs électriques et particulièrement ceux émis par les poissons lui donnant ainsi des informations sur la présence de la proie mais également sa taille. De plus sa vessie natatoire reliée aux osselets de Weber agit comme une véritable caisse de

résonnance transmettant les vibrations directement à l'oreille interne, cet ensemble lui permet de détecter des vibrations jusqu'à 13 000 hertz. Il faut peut-être voir en cette particularité, l'explication de l'efficacité du clonck, pièce de bois utilisée par les pêcheurs de silure pour frapper la surface de l'eau en émettant un son particulier, qui a la faculté de déclencher un comportement alimentaire chez le silure ; même si dans l'absolu, il s'agit probablement plus du déclenchement d'un comportement agressif que d'un comportement alimentaire vrai. De plus comme tous les poissons le silure est équipé de récepteurs dans sa ligne latérale, détectant les variations de pression autour de lui, ce qui lui permet de se repérer dans son environnement mais aussi de repérer des proies. Il a de plus été montré que le silure était capable de percevoir les perturbations hydrodynamiques laissées par une proie sur une longueur égale à 10 fois celle de la proie. Tous ces éléments font que le silure est parfaitement capable de repérer ses proies en milieu turbide voire même en l'absence complète de luminosité. Le silure étant particulièrement armé non seulement pour détecter la proie en elle-même mais également ses traces olfactives et hydrodynamiques. Ainsi il n'est pas étonnant de constater que l'activité prédatrice de cette espèce se déroule pendant la nuit (généralement 1h après le coucher du soleil et jusqu'à l'aube).

Une fois la proie repérée, potentiellement sur de grandes distances au vu de la sensibilité de ses sens olfactifs et gustatifs, le silure peut suivre sa trace dans l'eau et remonter jusqu'à elle. L'attaque se produit généralement par derrière ou de bas en haut, sa mâchoire inférieure proéminente favorisant ce type d'attaque. La capture de la proie s'effectue par aspiration, le silure ouvrant sa gueule et aspirant 10 à 30L d'eau rapidement, la proie est happée et maintenue dans la gueule par les dents et ensuite sommairement broyée par les mâchoires avant d'être rapidement avalée.

Le silure étant un animal à sang froid son activité dépend de la température du milieu. Une température froide ralentit les réactions enzymatiques et ralentit voire bloque complètement les processus de digestion et d'assimilation, c'est pourquoi en dessous d'une température de 8°C le silure reste immobile n'utilisant son énergie que pour le maintien de sa position et les mouvements respiratoires. La température optimale se situant entre 25 et 28°C il n'est pas étonnant de constater que c'est durant les mois les plus chauds que l'activité alimentaire du silure est la plus importante.

Au cours de l'année, l'activité alimentaire du poisson varie fortement, et il a été montré que le pourcentage de silures avec un estomac vide était inversement proportionnel à la température de l'eau. L'activité alimentaire du silure étant quasi nulle tant que la température de l'eau est en dessous de 8°C, elle augmente peu à peu avec l'augmentation de la température de l'eau et la proximité de la fraie. Durant cette période, les crues peuvent engendrer des périodes de frénésie alimentaire, en créant sur les zones de calme des concentrations importantes de proies. A cette période 43-52% des silures présentent un estomac vide (Tableau 1). Pendant le frai, le comportement alimentaire semble réduit, et le poisson semble plutôt faire preuve d'agressivité pour défendre son territoire et près de 70 à 78% de silures présentant

un estomac vide. Au sortir du frai, les silures doivent reconstituer leurs réserves mises à mal par la dépense d'énergie entraînée par cet événement, cette période correspond donc à un pic d'activité où les silures vont chasser durant la nuit en surface et sur les hauts fonds. Les mois d'été sont des mois de forte activité régulière en raison de la température favorisant la digestion et de l'abondance des proies, c'est également à cette période que leur croissance est maximale, durant ces mois le taux de silure avec un estomac vide chute à 20-25% (Orlova & Popova, 1985). En automne, avec la chute des températures, l'activité reste très importante pour constituer les réserves de graisse permettant de passer l'hiver, mais cette activité va se concentrer sur certaines périodes en fonction des conditions climatologiques et comme au printemps, vont se succéder des phases de frénésie alimentaire et des phases de repos total. Au final on peut considérer que sur la majorité des territoires, l'activité alimentaire du silure n'est notable que pendant 8 mois entre mars et novembre.

**Tableau 1:** Evolution du % de silure avec un contenu stomacal vide et du % de la ration annuelle ingérée selon la période de l'année. (D'après Omarov et Popova, 1985)

Période de l'année	Nov-mars	Mars-mai	Juin-Juill	Aout-Sept	Sept-Nov
% de silure avec un estomac vide	/	43-52%	70-78%	20-25%	/
% de la ration annuelle ingérée sur la période	0%	23%	50%	13%	

Il est difficile d'estimer ce qu'un silure consomme en milieu naturel sur une année et les données varient considérablement. Selon Omarov et Popova, cette consommation serait en moyenne de 1.5 % de consommation journalière en poids vif. *Ceci ne signifie pas pour autant qu'un silure se nourrit tous les jours.* Cette consommation pouvant se concentrer sur des périodes courtes avec un temps de digestion étalé sur plusieurs jours. Sur un an elle correspondrait à une valeur entre 177 et 297% du poids total (Orlova & Popova 1986). Ce qui, pour un silure adulte d'une quinzaine de kilos correspondrait à une estimation haute maximale de 45kg de nourriture par an. Considérant le gain de poids annuel moyen d'un silure de ce poids et cette estimation de consommation, on arrive à un indice de consommation de 11.1, à mettre en relation avec celui du brochet d'environ 20. Le silure présente donc des indices de consommation très bons même en milieu naturel.

Les indices de consommation (quantité d'aliment ingéré/ gain de poids généré), obtenus auprès d'élevage de silures sont variables et dépendent des caractéristiques de l'aliment donné mais les valeurs fréquemment obtenues varient entre 1.4 et 3. A noter qu'il s'agit d'animaux d'élevage donc en conditions optimales et juvéniles, ce

qui ne permet pas de comparer ce résultat au précédent, les indices de consommation en élevage étant bien évidemment plus faibles. Pour cet exemple un individu de 2 ans pesant 1.5 kg ayant gagné 1.4 kg aura consommé entre 1.96kg et 4.2kg. A titre d'exemple les indices de consommation des animaux d'élevages tels que les volailles, tournent en général autour de 1.8.

## 2.4. Impact du silure

### 2.4.1. Compétition alimentaire avec les autres carnassiers

Le silure habitant les mêmes eaux et ayant les mêmes proies que d'autres carnassiers d'eau douce (sandre, brochet principalement), on peut s'interroger sur l'existence d'une compétition alimentaire entre ces carnassiers. Pour en juger il convient de caractériser les milieux et mode de vie de ces différentes espèces.

**Tableau 2** : Résumé des principales caractéristiques de la niche écologique du Silure (petit et grand), du sandre, du brochet et du black bass. (Inspiré par Pinter 1976)

Carnassier	Période d'activité	Taille et type de proie	Milieu de chasse	Période de chasse	T° de l'eau pour la reproduction
<b>Silure juvénile &lt;80cm</b>	estivale	Petits cyprinidés	Zone type lotique	nocturne	/
<b>Silure adulte &gt;80cm</b>	estivale	Moyens et gros cyprinidés	Zones type lotique	nocturne	20-22°C
<b>Sandre</b>	Toute l'année	Petits cyprinidés	Zones type lotique	nocturne	12°C
<b>Brochet</b>	Toute l'année	Petits et moyens cyprinidés	Zones peu profondes encombrées type lentique	diurne	8-10°C
<b>Black-bass</b>	estivale	Petits cyprinidés, amphibiens	Zones peu profondes herbeuses type lentique	diurne	16-18°C

On constate que concernant la reproduction, il n'y a pas de compétition possible pour l'accès aux frayères, les températures de reproduction étant largement distinctes. De plus les zones de frayère diffèrent généralement pour ces différentes espèces.

Le tableau 2 nous permet de constater une absence de compétition possible entre le black-bass et le silure, ces deux espèces ne partageant pas le même milieu de vie, ni les mêmes périodes d'activité le black-bass étant un prédateur des eaux chaudes et peu profondes durant la journée.

Idem pour le brochet, même si ces deux espèces peuvent cohabiter sur un même parcours, leur lieu de vie et leur période d'activité sont différents bien que leurs proies puissent potentiellement être identiques.

Sandre et silure partagent des zones et des périodes de chasse identiques, c'est donc entre ces deux espèces que la compétition alimentaire pourrait être la plus forte, principalement avec les silures juvéniles. Pour ce qui est des silures adultes leur taille leur autorise la capture de proies inaccessibles aux sandres. A noter cependant que le sandre conserve une activité alimentaire importante durant l'hiver, période où le silure est lui inactif. Ces constatations nous permettent de mettre en avant un élément important dans l'explication de la colonisation rapide du silure dans les eaux où il a été introduit, c'est-à-dire l'occupation d'une niche écologique vacante puisque n'entrant pas en compétition directe avec les carnassiers déjà installés. Seule une compétition avec le sandre pourrait être envisagée au vu de leur mode de vie semblables mais il faudrait un milieu possédant des ressources limitées en poisson fourrage (les espèces habituellement consommées par les silures), ce qui n'est pas le cas dans les eaux où il a été introduit que ce soit en France, en Espagne ou en Italie.

#### ***2.4.2. Impact sur les espèces proies***

En raison de la difficulté de l'évaluation des populations piscicoles notamment en poisson fourrage sur un secteur donné, il est très difficile de mesurer l'impact du silure sur les populations de poissons proies. Aucune étude à ce jour ne permet de disposer de données scientifiques à ce sujet, même si certaines études sont en projet. Il est seulement possible de s'intéresser à l'évolution des captures par les pêcheurs principalement professionnels sur certains secteurs avant et après l'apparition du silure dans ces eaux.

Deux études ont été conduites sur l'impact du silure sur des espèces particulières que sont l'alose et l'anguille en raison de leur mode de vie migratoire. Ces études ont été menées respectivement en Garonne et dans le delta du Rhône en Camargue (Syväranta, 2009 ; Martino et al, 2011). Concernant l'alose, l'étude a permis de mettre en évidence grâce aux signatures isotopiques à la fois des silures, des aloses et des poissons d'eau douce, que les aloses entraient dans le régime alimentaire du silure. L'étude menée dans le delta du Rhône a utilisé à la fois des fouilles stomacales et les signatures isotopiques. Elle a permis de mettre en évidence une consommation anecdotique d'anguille par les silures, mais aussi un régime

alimentaire composé en grande majorité (75 à 95%) d'écrevisses. On peut ainsi conclure à un faible impact du silure sur des populations menacées telles que l'anguille.

Ces résultats remettent en lumière un aspect important de son comportement alimentaire : l'opportunisme. Cet opportunisme (pas de moins de 10 espèces de poissons différentes trouvées lors des fouilles stomacales), le poussant ainsi à consommer les proies présentes en plus grande proportion dans son milieu, les espèces peu présentes dans le milieu sont peu prédatées. Cette étude souligne de plus les variations phénoménales qu'il peut exister dans le régime du silure. Si habituellement il est principalement ichtyophage (Copp et al. 2009), en cas d'abondance d'une source de nourriture cette dernière deviendra prédominante dans son régime, comme en Camargue et en Espagne avec les écrevisses.

Mais le silure pourrait être un acteur favorisant la biodiversité des eaux dans lesquelles il est présent. Cet argument vient des observations faites par Pain selon lesquelles il existe un plus grand nombre d'espèces présentes dans la faune des rochers côtiers en présence de prédateurs. De façon analogue, la prédation du silure sur les espèces majoritaires permettrait de libérer un espace dans les niches écologiques, favorable au développement d'autres espèces. Cet argument semble d'autant plus valable que le comportement alimentaire du silure le pousse à prédateur les espèces les plus présentes dans le milieu ; ajoutons à cela que les eaux françaises sont généralement caractérisées par la dominance d'un faible nombre d'espèces de cyprinidés (gardons, brèmes). Malheureusement aucune étude permettant d'estimer le nombre d'espèces présentes en présence/absence du silure, ou sur un secteur donné après apparition du silure n'a été réalisée et rien ne permet de conforter ou d'infirmer cette hypothèse. Néanmoins il semblerait que suite à son introduction dans les étangs du bois de Boulogne, il a été observé une augmentation de la biodiversité piscicole en 3 ans (Fishing & motion). D'une façon générale les observations faites au bord de l'eau avec un certain recul des populations de brèmes notamment et un retour des espèces telles que le barbeau, la vandoise... reste à savoir si ces observations sont le résultat d'un impact du silure ou à d'autres facteurs.

### **2.4.3. Colonisation**

## **2.5. Maladies**

Les données sur les maladies des silures sont principalement issues de l'aquaculture et de l'expérimentation pour plusieurs raisons. Tout d'abord, les possibilités d'observations en milieu naturelles sont limitées en raison de la difficulté à observer et récupérer des cadavres. Ainsi seules des épizooties avec mortalité importante sont susceptibles d'être remarquées et correctement investiguées dans le milieu



naturel. De plus les conditions d'élevage (forte densité et homogénéité en âge et taille des poissons), sont des conditions plus favorables au développement des maladies que le milieu extérieur, où les densités en poissons sont généralement beaucoup plus faibles. De plus les poissons d'élevages sont des animaux juvéniles et donc par définitions plus fragiles que les animaux adultes. Les informations sur les maladies du silure sont donc à extrapoler avec précaution, en raison de ces différences.

### **2.5.1. Virus**

Deux virus ont été répertoriés comme susceptibles d'affecter de façon importante les silures en aquaculture. Particulièrement le virus ESV (European Sheatfish Virus). Ce virus du genre des ranavirus à été initialement identifié comme responsable d'une forte mortalité (100%) sur les jeune silures dans une ferme en Allemagne (Ahne et al 1989). Ce virus semble être spécifique de *Silurus glanis*, même si les sensibilités d'autres espèces a été peu étudiées ; Le virus SVC (Spring Viraemia of Carp) de la famille des rhabdoviridés à été aussi répertorié comme pathogène pour les silures de moins de 8 semaines d'âge (Fijan et al. 1984). Au contraire de l'ESV ce virus est un pathogène majeur chez d'autres espèces notamment les salmonidés et les cyprinidés tels que *C. carpio*. En ce sens, le silure pourrait un être un vecteur de ce virus en introduisant la maladie avec des impacts potentiellement important sur des populations immunologiquement naïves de carpes.

### **2.5.2. Bactéries**

Concernant les bactéries, de nombreuses espèces naturellement présentes dans le milieu naturel sont susceptibles d'infecter les silures. Ainsi il a été observé en élevage des épidémies de *Flexibacter columnaris* et *Vibrio spp*. Il est également possible de citer *Aeromonas Spp*, *Edwarsiella tarda*, certaines flavobactéries et des pasteurellacés. Mais la probabilité d'épidémies majeures en milieu naturel est cependant faible en raison du caractère ubiquitaire de ces bactéries. Il semble plus judicieux de les considérer comme des germes susceptibles d'infecter des poissons déjà affaiblis.

### **2.5.3. Parasites**

Au sujet des parasites, les données sont plus nombreuses et proviennent d'observations sur des animaux sauvages. Pas moins de 52 espèces de parasites

ont été recensées comme capables d'infester *Silurus glanis*. On y trouve des protozoaires tels que *Eimeria siluri* ou l'ichtyophthiriose responsable de fortes pertes dans des piscicultures de la région centre en 1994 (*Aquarevue n°58 Septembre 1995*), des métazoaires (*Acanthocephalus lucii*), des arthropodes (*Argulus foliaceus*), des cnidaires (*Myxobolus muelleri*), des nématodes (*Raphidascaris acus*), des cestodes (*Silurotaeni siluri*), des trématodes (*Bucephalus polymorphus*). La plupart de ces parasites ne sont pas spécifiques du silure et sont retrouvés sur toute son aire de distribution. Cette large variété de parasites est à mettre en lien avec la grande taille de l'aire de distribution des silures, ainsi qu'à leur large spectre alimentaire, puisque les parasitoses internes (nématodes, cestodes, trématodes...) sont des parasites acquis suite à la prédation. Les impacts de ces parasites sur la santé du silure sont généralement assez faibles, seules des infestations massives pouvant causer de réelles atteintes à leur santé, *Leptorhynchoides plagicephalus* est par exemple capable d'entraîner des lésions intestinales, favorisant ultérieurement des infections bactériennes (Dezfuli et al. 1990). En raison de la faible spécificité d'hôte de la plupart des parasites infectant le silure il est difficile d'envisager le silure comme un vecteur majeur en milieu naturel.

## **2.6. Elevage**

### **2.6.1. Données techniques**

Le silure est un poisson qui se prête particulièrement à l'élevage comme la plupart des espèces de siluridés. Un des points importants de son élevage est son faible indice de consommation (capacité à produire du poids vif à partir de la nourriture), par rapport aux autres espèces de carnassiers (<2, voire proche de 1 en conditions optimales pour le silure, >2 pour le sandre autour de 3.5 pour le brochet). Il affiche de plus de bons rendements de carcasse. Ces caractéristiques font du silure un poisson économique à produire bien que son aliment doive contenir un fort taux de protéines (50%) pour permettre d'atteindre de tels résultats.

De nombreuses études ont été réalisées pour évaluer les qualités de la chair de silure, il en ressort que la chair de *Silurus glanis* possède de bonnes qualités organoleptiques (Mantley et al. 1987). Avec une valeur calorifique dans la moyenne des poissons d'eau douce (160 calories/100g), une teneur en matière grasse (10%) qui le classe en tant que poisson semi gras et un ratio acide gras saturés sur insaturés normal. De plus sa chair blanche est sans arrêtes intramusculaires et se prête à toute sorte de transformations filets, darnes, escalopes.

La température optimale du silure étant élevée, elle impose des techniques d'élevage particulières pour l'obtention de rendement maximum. Les sources géothermiques ont ainsi été utilisées avec succès. Les techniques d'optimisation actuelles vont vers une amélioration via la génétique et la production de silures

triploïdes, ces derniers ont les avantages d'être stériles, à croissance plus rapide avec un taux de matière grasse final plus bas.

### **2.6.2. L'élevage de *Silurus glanis* en Europe**

Le silure étant originaire des pays de l'est il est consommé et apprécié dans ces pays. L'élevage du silure doit néanmoins faire face aux autres productions de poissons chat mondiaux particulièrement Tilapia en provenance de l'Asie, dont la production est plus structurée et plus importante, avec un coût inférieur. En Europe la production provient essentiellement de pays de l'ex URSS et de Turquie et de nombreuses recherches ont été menées notamment en Hongrie, afin d'optimiser ses techniques d'élevage. A noter cependant qu'une large part de sa production provient de la pêche et non de l'élevage.

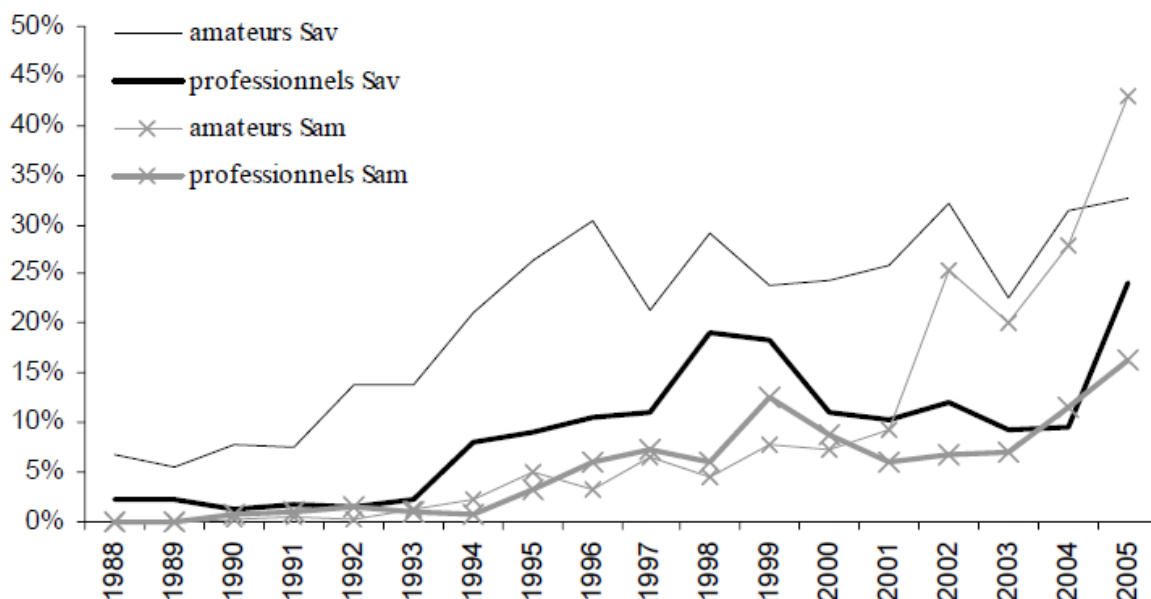
### **2.6.3. L'élevage de *Silurus glanis* en France**

En France, son élevage a connu un certain engouement à la fin des années 80 avec la multiplication de nombreux projets. Ces projets impliquaient la réalisation de piscicultures mais aussi l'étude des débouchés. Mais la production française pour la consommation est freinée par une faible demande, principalement à cause de la mauvaise image dans l'esprit du consommateur en raison de l'aspect du poisson. Les producteurs ont ainsi tenté de contourner ce problème en commercialisant le silure transformé en filets sous la dénomination merval, mais contrairement aux pays de l'Europe de l'est, sa consommation n'est pas ancrée dans les mœurs et les débouchés sont souvent insuffisants (Proteau et al. 2008). Il permet néanmoins pour les producteurs d'utiliser des sites non valorisés, et de diversifier les productions.

## **2.7. Importance économique**

L'aquaculture représente la plus large part de l'importance économique du silure. Comme évoqué précédemment, même si sa production souffre d'une faible consommation globale au niveau européen et de la concurrence des productions de ses cousins au niveau mondial, sa pêche par les professionnels représente également une part non négligeable de la consommation du silure. Elle est particulièrement importante dans les pays de l'ex-URSS et en Turquie, régions où le poisson est historiquement présent et où il est plus couramment consommé qu'en Europe occidentale. En France, l'apparition relativement récente du silure a fait augmenter au fur à mesure sa proportion dans les prélèvements des pêcheurs

professionnels. Ainsi en 1994, dans le bassin de la Saône aval, le silure représentait 9% des captures (DIREN Rhône Alpes, 1996), en 2002 dans le même il représentait 13% des prises (Changeux, 2004).



**Figure 5** : Evolution du % de silure glane dans le total des captures des pêcheurs amateurs et professionnels en Saône aval (Sav) et Saône amont (Sam) entre 1988 et 2005, (Valadou, 2007).

Mais si sa chair s'avère être de meilleure qualité que celle des cyprinidés, il souffre d'un manque de débouché et d'un déficit d'image comparé au brochet ou au sandre largement plus réputés dans le domaine culinaire.

Les dimensions de ce poisson et son allure engendrent des réactions tranchées, c'est un poisson qui ne laisse assurément pas insensible. Ainsi si d'un coté il est haï pour son allure jugée repoussante et on l'accuse de perturber l'équilibre des milieux dans lesquels il est présent, un autre clan voue une passion certaine pour ce poisson. Sa taille fait de lui un poisson trophée de premier ordre et certainement le combattant le plus puissant que l'on puisse trouver en eau douce. De plus ses capacités sensorielles et sa longévité font que ce poisson a la capacité de s'éduquer et oblige les pêcheurs à une constante innovation pour toujours le capturer. L'illustration la plus marquante de ce propos étant l'exemple du clonck. Cet objet au début de son utilisation à permis a certains pêcheurs de réaliser de véritables pêches miraculeuses, mais aujourd'hui il semblerait bien que sur les secteurs où le clonck est utilisé fréquemment, les silures ont associé le clonck à une expérience négative et son emploi se révèle être à double tranchant, pouvant provoquer la fuite des poissons. Ainsi s'est formé autour du silure toute une économie liée a sa pêche sportive. Cette activité est généralement pratiquée par des passionnés qui sont particulièrement renseignés sur sa biologie et respectent le poisson, notamment en pratiquant la remise à l'eau quasi systématique. Outre le développement de matériel

spécifique pour sa pêche, ceci a engendré la création de séjour de pêches sur des secteurs particulièrement riches en gros spécimen (Mequinenza, Espagne ; Camarque, France ; Pô, Italie). Ces séjours attirent de nombreux pêcheurs espérant capturer un poisson record. Il est difficile de chiffrer les revenus générés par l'ensemble de la pêche sportive du silure, mais il est certain, que cette activité représente un poids économique non négligeable et permet même de faire vivre certaines personnes (guides de pêche...)



## **Partie II : Démographie actuelle du silure en France et dynamique de colonisation.**

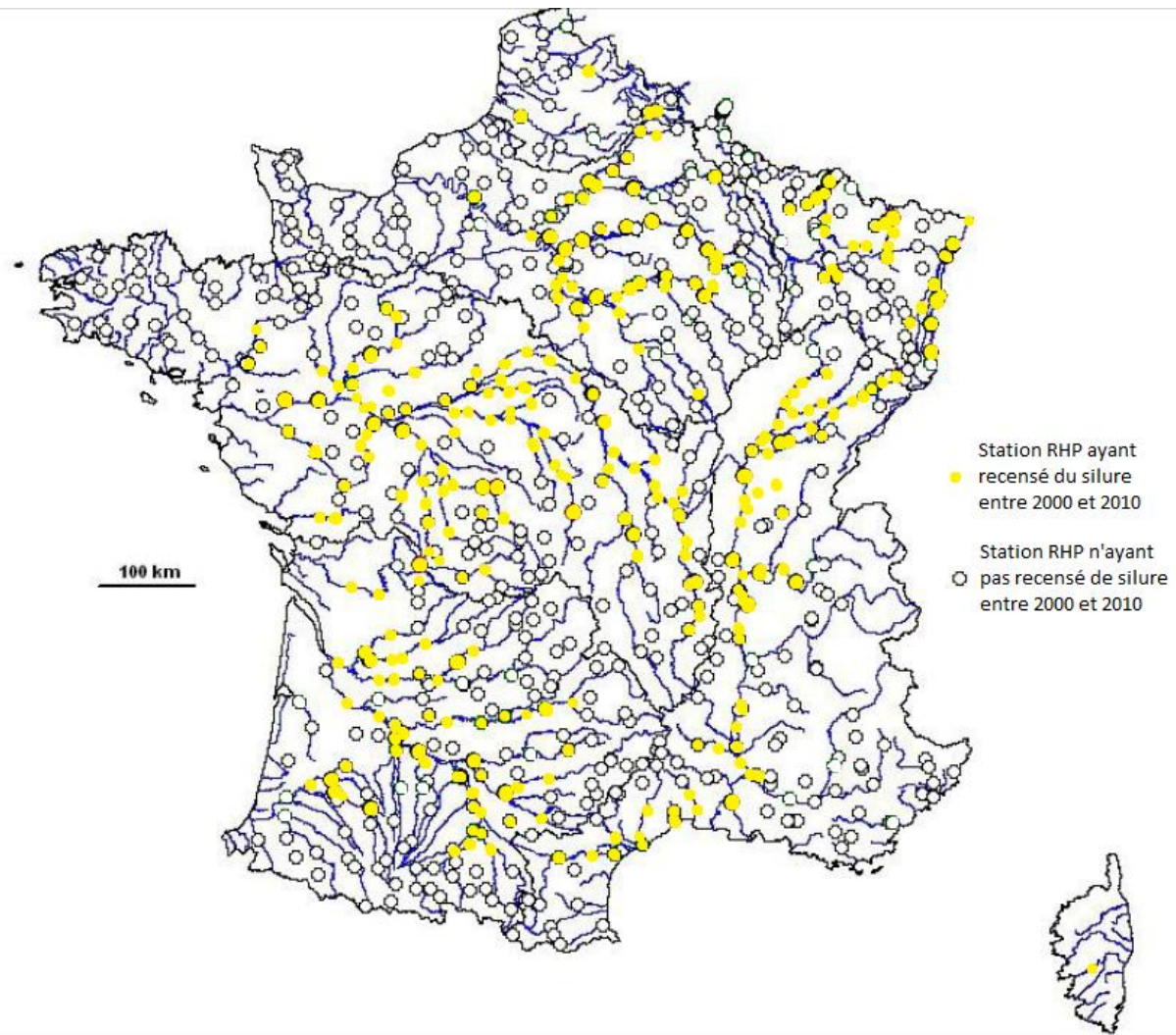
### **1.1. Démographie actuelle du silure**

Le réseau hydrographique français est parsemé de près de 650 stations prospectées régulièrement. Les stations sont réparties uniformément sur le territoire afin de disposer d'un échantillonnage représentatif du réseau hydrographique français. Ces échantillonnages s'effectuent par pêche électrique selon 2 méthodes en fonction des caractéristiques (largeur et profondeur du cours d'eau), des stations :

- lorsque la rivière est prospectable à pied (peu profonde et de largeur modérée), la station est prospectée en entier.
- dans le cas contraire, les stations sont prospectées selon un échantillonnage fractionné réalisé sur les zones de profondeur inférieure à 1.5m, la pêche électrique commençant à montrer ses limites d'efficacité quand la profondeur est supérieure à 1m.

Si pour certaines espèces ce mode d'échantillonnage ne pose pas de soucis, pour ce qui est du silure, il pose un double problème. D'abord car l'habitat principal du silure est composé majoritairement de cours d'eau profond (donc de plus d'1.5m de profondeur), et ensuite car dans ces habitats le silure se tient généralement dans les zones profondes. Il en résulte que ce mode d'échantillonnage ne permet pas d'établir avec certitude l'absence de silure. Dans de nombreux cas (partie aval des fleuves), il est même envisageable que ce mode d'échantillonnage ne permette jamais de mettre en évidence la présence de silures.

Le travail suivant reprend un travail opéré en 2007 par B.Valadou. Ce dernier s'était servi des données de pêche sur les stations RHP (Réseau Hydrobiologique et Piscicole), entre 1995 et 2004. Ce qui lui avait permis d'établir une carte de présence du silure en France en 2004. L'utilisation des données mises à disposition par l'Onema pour les mêmes stations RHP, pour la période 2000-2010 devrait permettre de mettre à jour la démographie de cette espèce et de faire un point sur son expansion entre 2004 et 2010. Les données utilisées sont donc celles de toutes les stations ayant réalisé au moins une pêche sur la période 2000-2010. Au contraire de l'étude de Valadou, il n'y a pas d'exclusion des stations ne réalisant pas un suivi annuel afin de disposer d'un maximum de données.

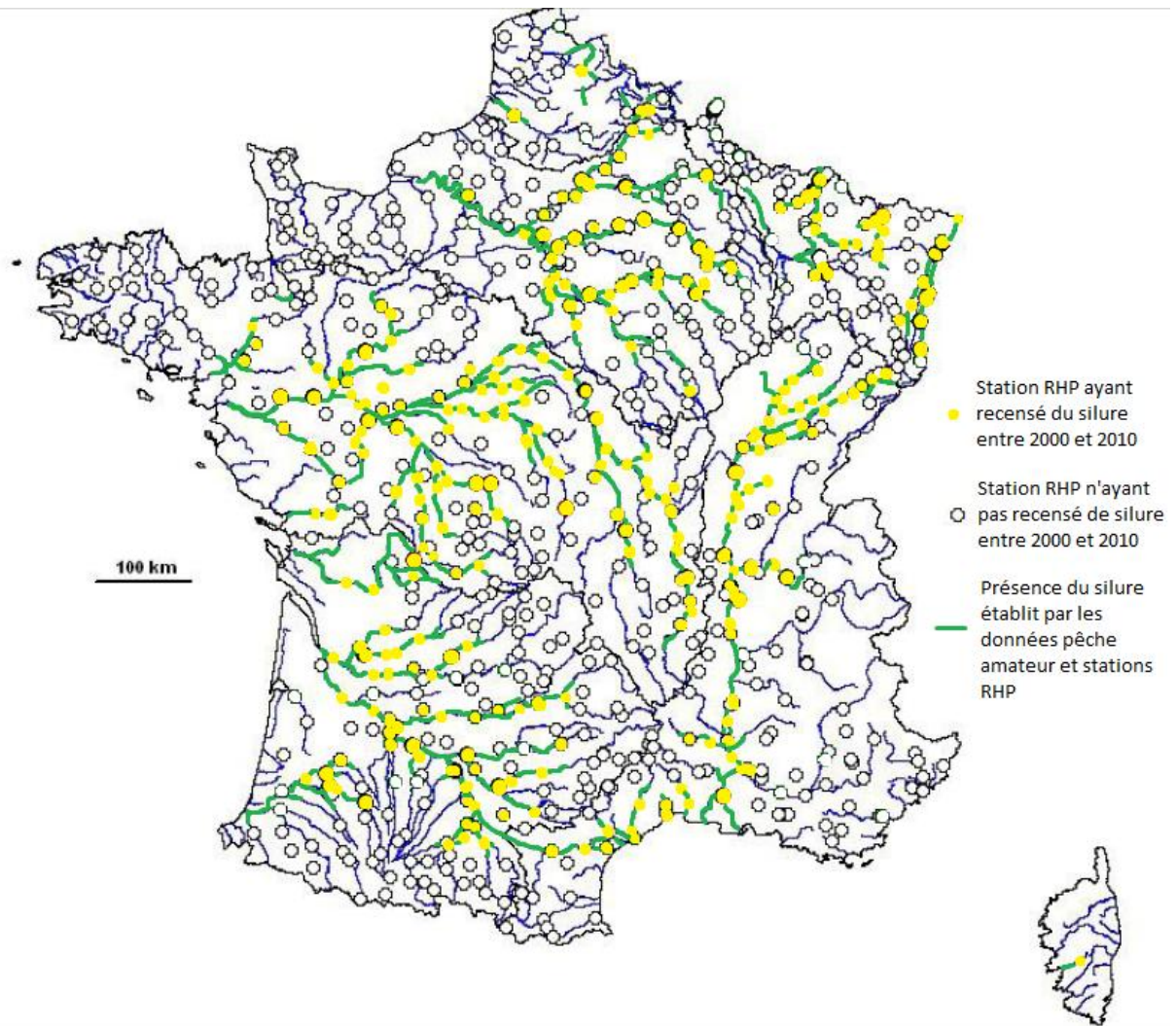


**Figure 6** : Distribution des stations RHP ayant recensé le silure entre 2000 et 2010 (Données personnelles, carte d'après Valadou, 2007).

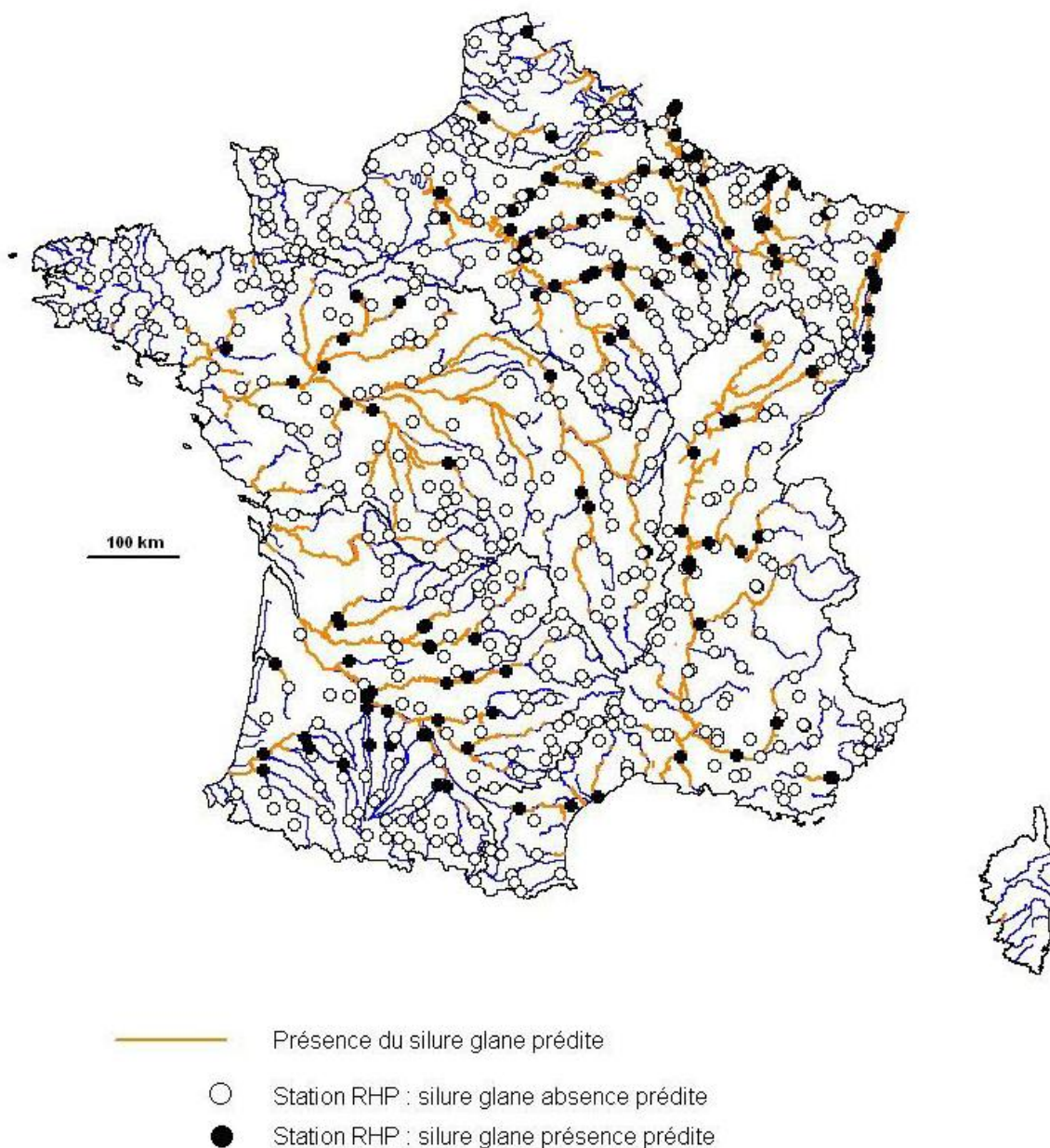
Ainsi en 2010, ce sont près de 350 stations qui ont signalé au moins une fois la présence de silure sur la période 2000-2010. Par comparaison à la fin 2004, 108 stations différentes avaient mis en évidence la présence du silure.

Afin de compléter ces données, et parce que le mode d'échantillonnage n'est pas réellement adapté à la détection du silure, la carte de présence du silure a été complétée avec les données issues de déclarations de pêcheurs amateurs sur la période 2010-2011. Ces données permettent en particulier de confirmer la présence du silure dans certains secteurs où il n'est pas signalé présent dans les stations RHP, alors que sa présence était fortement suspectée. Elles permettent également de connaître la présence du silure sur des secteurs en début de colonisation ou lorsque le maillage des stations RHP n'est pas suffisant (nord/ pas de calais).





**Figure 7** : Répartition actuelle du silure en France en 2011 selon l'étude faite à partir des stations RHP et des données pêcheurs amateurs (Données personnelles, carte d'après Valadou, 2007)



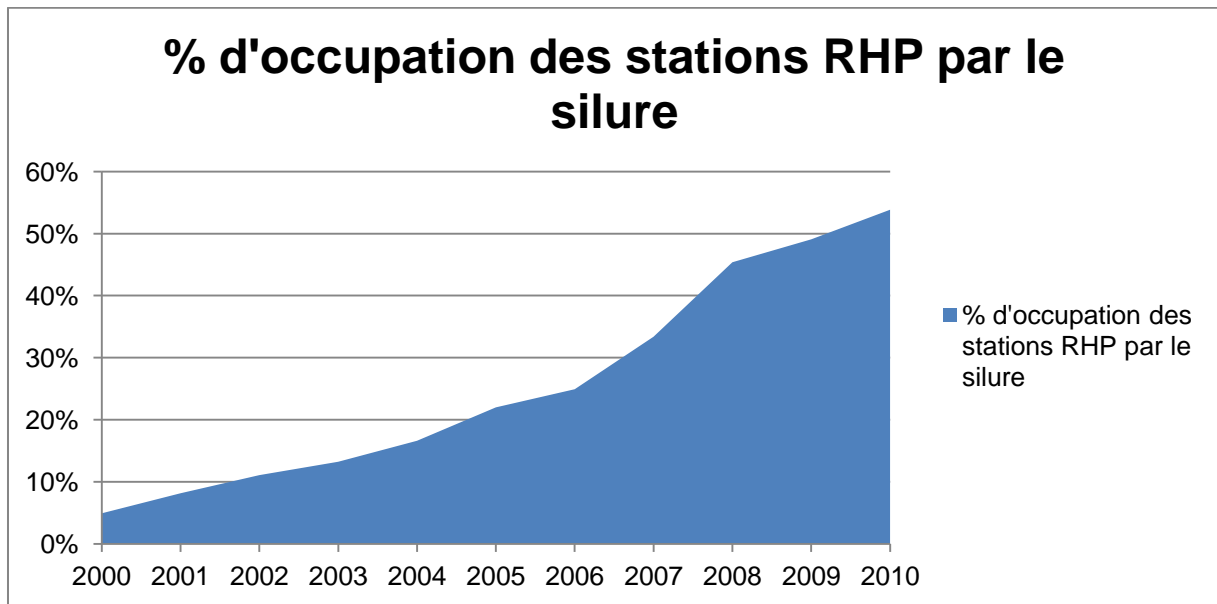
**Figure 8 :** Carte des territoires où la présence du silure est prédite selon Valadou, 2007.

Finalement, aujourd'hui le silure est présent dans de nombreuses régions de France, y compris en Corse. 72 départements sont concernés par sa présence dans leurs eaux libres, et de nombreuses introductions dans des eaux privées sont également rapportées.

## 1.2. Dynamique d'extension du silure et perspectives

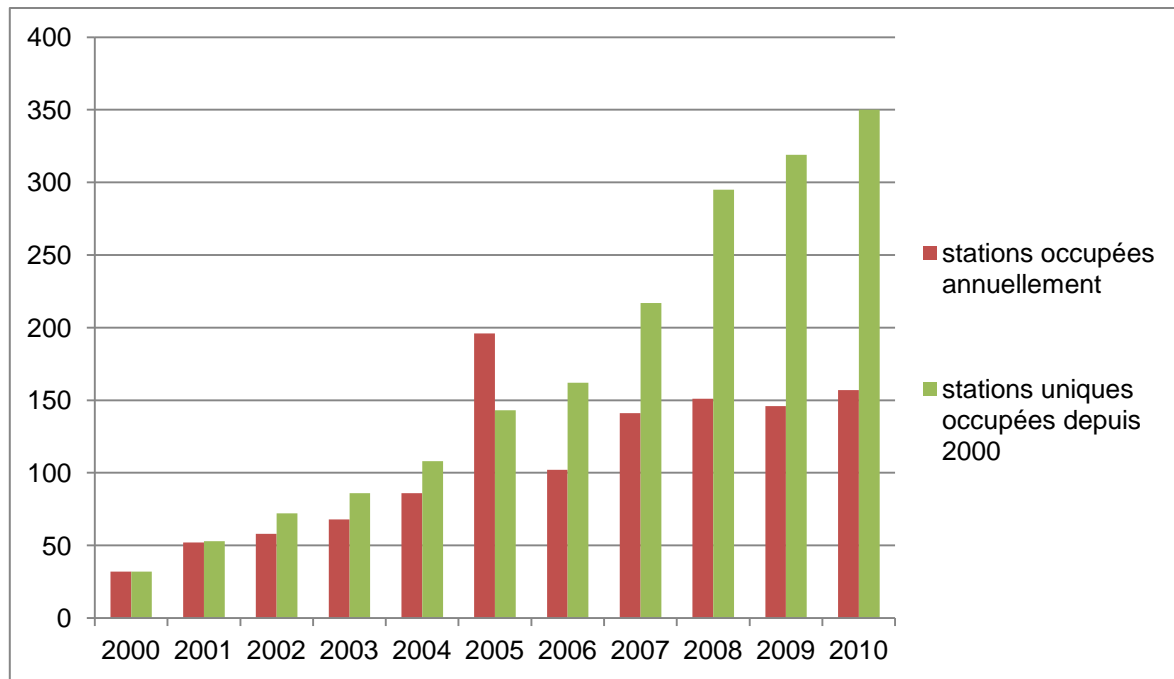
### 1.2.1. Dynamique territoriale

Concernant son aire de distribution et la colonisation de nouveaux secteurs, il paraît évident que le silure est aujourd'hui encore en pleine expansion. Ce sont les données RHP qui permettent le mieux de s'en rendre compte et de quantifier son expansion. Cette expansion est régulière et rapide depuis les années 2000, avec semble-t-il une accélération du rythme entre 2006 et 2008.



**Figure 9** : Pourcentage total des stations RHP ayant relevé la présence de silures entre 2000 et 2010

Si en 2002, le silure n'avait été signalé que dans 11% des stations RHP, il était présent dans 25% d'entre elles en 2006 et 52% en 2010 ! Plusieurs explications peuvent être formulées pour expliquer une expansion si forte et rapide. A commencer par le fait que le silure a clairement trouvé dans une partie du réseau hydrographique français des conditions propices au développement de ses populations, tant au niveau des conditions de vie dans les milieux où il est présent que des ressources en nourriture. Mais cette expansion semble pourtant trop rapide pour être complètement expliquée par une colonisation naturelle en milieu propice. Et il faut y voir ici l'intervention humaine qui a accéléré le processus en introduisant directement le silure dans certains secteurs. Ces introductions ayant pu être accidentelles, lors de crues (Ailly/Somme en 2001, Courrier picard, nov 2010), ou volontaires, dans une optique de développement de la pêche sportive ou de bio manipulations (contrôle des populations de brèmes par exemple).



**Figure 10** : Nombre de stations ayant détecté des silures annuellement et en cumulé depuis 2000 sur la période 2000-2010

La question qui se pose au vu des chiffres évoqués est celle des limites de la colonisation. Plusieurs auteurs ont mis en évidence par différentes études, l'expansion du silure (Poulet et al, 2011 ; Valadou, 2007). Selon Poulet, le silure est même une des espèces qui s'est le plus développé sur la période 2000-2009, tant en terme de densité que de territoire occupé, avec respectivement 200 et 170% d'augmentation. Valadou avait établi en 2007 une carte de présence prédictive future du silure en prenant en compte les caractéristiques des cours d'eaux et les besoins du silure, déterminant ainsi un territoire d'expansion maximal prévisible. En comparant cette carte et celle obtenue aujourd'hui on constate assez peu de différences, laissant présager que cette colonisation devrait connaître son maximum dans les prochaines années. En effet la majeure partie des eaux non colonisés sont des rivières de faible profondeur et largeur aux eaux fraîches, peu favorables au silure. Les eaux les plus propices étant des cours d'eau de basse altitude, éloignés de la source, dont la largeur du lit est supérieure à 40 m, et se situant sur des bassins versants dont la superficie est supérieure à 1300 km<sup>2</sup> (Valadou,2007). Les zones où son développement est à priori attendu font surtout partie du bassin Artois-Picardie. Mais les températures modérées en été constituent certainement un frein à sa reproduction et donc à son expansion.

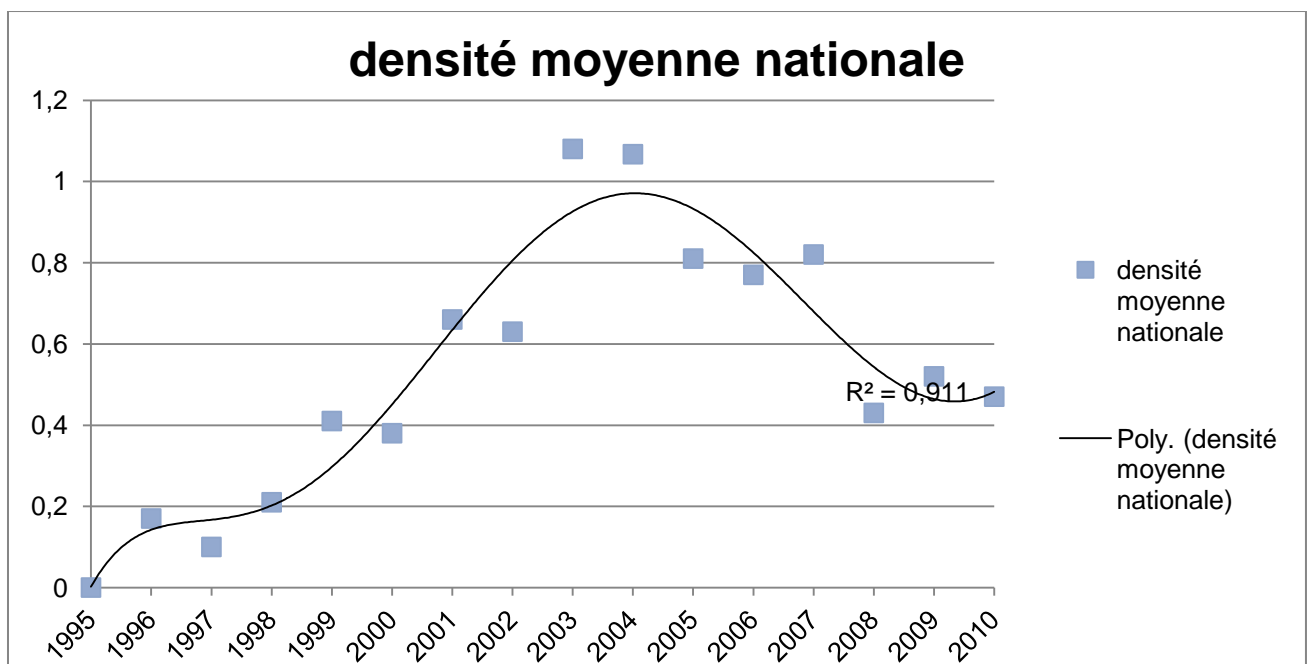
### 1.2.2. Dynamique de densité

Si l'aire de présence du silure augmente, qu'en est-il des populations sur les secteurs où il est déjà présent ? Aux dires des pêcheurs, ses populations seraient en pleine



explosion, et certains n'hésitent pas à réclamer son classement en nuisible argumentant sur un développement excessif. Le problème étant qu'il est difficile de séparer l'apparition d'une espèce dans un milieu où il n'était pas présent et explosion réelle des populations lorsqu'il est présent.

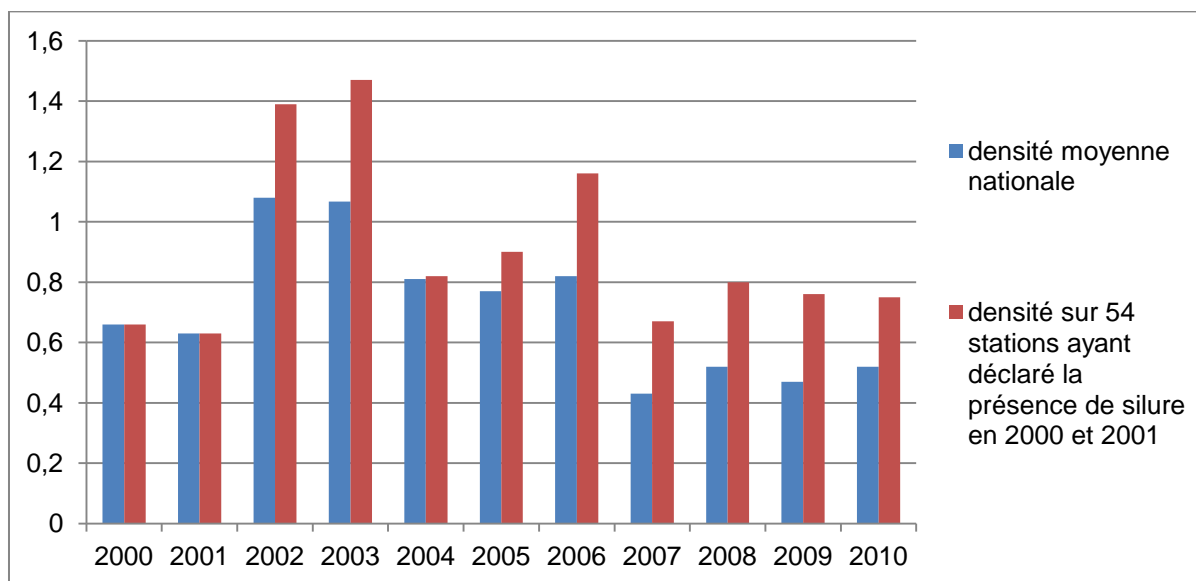
Les populations sont donc difficiles à évaluer, car si les pêches électriques permettent de connaître avec une certaine précision la présence ou l'absence du silure dans un secteur, il est plus délicat de connaître l'état des populations du fait de son mode de vie. Dans les données de l'Onema, sont comptés la densité en nombre d'individus pour chaque pêche ; si l'on considère ces densités comme représentatives de la population du secteur, il est possible de se servir de ces densités pour faire une estimation des populations de silure et leur évolution.



**Figure 11** : Densité moyenne en silures lors des pêches sur les stations RHP ayant signalé du silure au niveau national entre 1995 et 2010.

En regardant les données depuis 1995, on s'aperçoit que les densités moyennes en silure sur l'ensemble des stations où il est présent, ont augmenté depuis le début des années 2000 avant d'atteindre un maximum autour de 1,1 silure/100m² et de décroître par la suite pour se stabiliser vers 0,5 silure/100m² depuis 2008. Ces chiffres appellent d'abord à un premier commentaire de prudence sur leur interprétation pour les éléments évoqués plus haut. Cependant, ils viennent contredire l'hypothèse d'une explosion massive des populations, les densités actuelles étant certes plus élevées qu'à la fin des années 90, mais apparemment stables et modérées. Il est possible cependant du fait de l'augmentation du nombre de secteurs colonisés, que ces moyennes soient sous évaluées, attendu que les densités dans des secteurs nouvellement colonisés sont a priori faibles. On s'est donc intéressé aux données des 54 stations ayant déclaré des silures entre 2000 et 2001, ces stations étant à priori sur des secteurs anciennement colonisés, l'étude

des densités sur ces dernières devrait donner une meilleure idée de l'évolution des populations de silure sur un secteur où il est déjà présent.



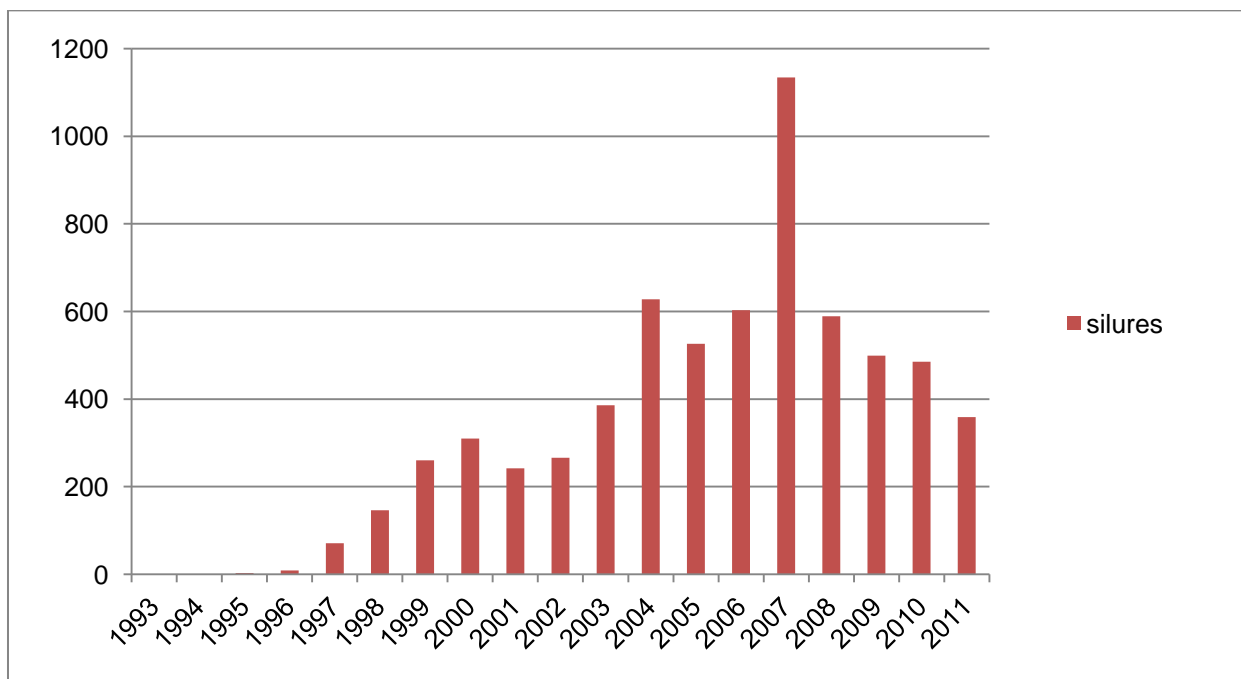
**Figure 12 :** Densités de silure dans les stations RHP en moyenne nationale et sur les 54 stations ayant déclaré la présence de silure en 2000 et 2001 sur la période 2000-2010

La figure 12 montre qu'en effet la densité de la moyenne nationale est plus faible que dans ces 54 stations anciennement colonisées (1.45 au lieu de 1.1 silure/100m<sup>2</sup> par exemple en 2003), sûrement pour les raisons évoqués plus haut. Mais on remarque aussi que les moyennes suivent les mêmes tendances qu'au niveau national c'est-à-dire une augmentation au début des années 2000 avec un pic en 2003 avant une baisse modérée pour se stabiliser autour de 0,75 silure /100m<sup>2</sup>.

Ces chiffres viennent conforter l'impression perçue par les pêcheurs dans la Seille, berceau de l'introduction du silure. Dans ce secteur après des années de nombreuses prises avec des populations qui semblaient importantes, les prises sont désormais moins nombreuses, laissant supposer régression des effectifs. Mais difficile de dire si cette diminution des captures résulte effectivement d'une baisse des effectifs ou d'une éducation des poissons. Il semblerait ainsi que la dynamique de population des silures suite à son introduction suive une courbe telle qu'observée sur le graphique des densités moyennes nationales (figure 11) c'est-à-dire une augmentation rapide des densités avant de se stabiliser à un niveau plus modéré quelques années plus tard. Il est imaginable que ce processus soit tout à fait naturel et résulterait d'une certaine latence avant que le silure trouve sa place définitive au sein de la niche écologique dans son nouveau milieu et n'est pas sans rappeler ce qui a été observé pour le sandre en France. Cette espèce a été introduite en France dans les années 50 et a connu un développement spectaculaire entraînant les mêmes récriminations que pour le silure de nos jours. Si ce développement a

engendré de véritables pêches miraculeuses à l'époque, les populations de sandre se sont régulées, et c'est même une espèce présente dans les rempoissonnements effectués de nos jours. Cette hypothèse contredit encore une fois l'idée du silure en tant que nuisible, aucune des régions où il est présent depuis de longues périodes n'ayant à signaler des populations surabondantes ayant perturbé l'écosystème.

Un autre exemple avec les passes à poissons du barrage de Golfech sur la Garonne. L'aménagement hydroélectrique de Golfech est situé sur la Garonne à 270 km de l'océan ; il a été mis en service en 1973 et se compose d'un barrage mobile d'une dizaine de mètres de hauteur, et d'une usine hydroélectrique alimentée par un canal d'amenée de 10,6 km de longueur, court-circuitant environ 15 km de Garonne. En 1987, un ascenseur à poissons a été installé au niveau de l'usine, permettant de remonter à intervalle régulier les poissons qui se présentent à l'aval de l'obstacle. Cet ascenseur est muni d'un dispositif de repérage par caméra qui permet de reconnaître les espèces empruntant l'ascenseur et leurs effectifs. Ces données étant enregistrées depuis 1993, elles nous permettent d'en savoir un peu plus sur les populations locales de silure. Encore une fois cette méthode ne permet pas de déterminer directement la population en silures du secteur, mais on peut raisonnablement estimer qu'elle permet d'en faire une estimation.

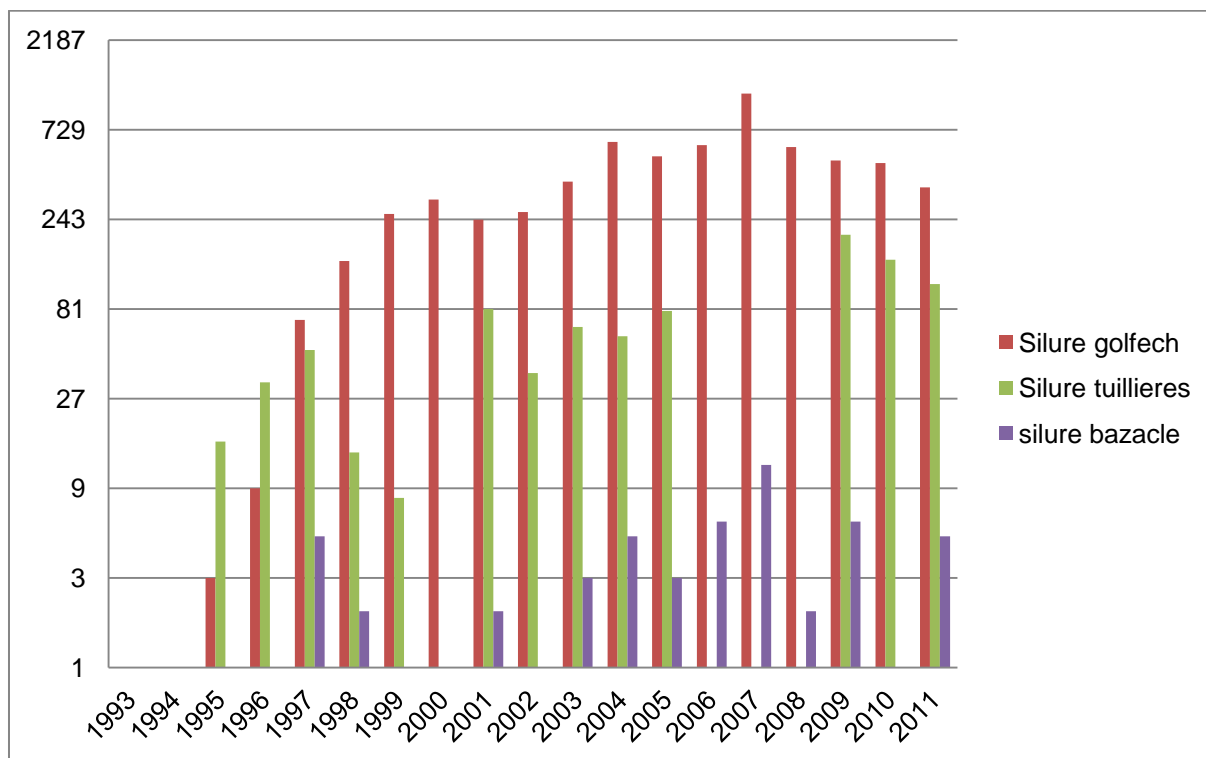


**Figure 13:** Nombre de passages annuels de silures dans l'ascenseur à poissons du barrage de Golfech, de 1993 à 2011

D'après la figure 13, on peut dire que le silure est apparu dans le secteur en 1996, date des premiers passages de silure. De façon analogue à ce que l'on observe sur les données de densité moyennes nationale, on remarque une augmentation du nombre de passages jusqu' à un maximum de 1134 en 2007, puis une diminution constante les années suivantes. A défaut d'établir clairement une baisse des effectifs

dans le secteur, ces données semblent bien prouver que les populations de silures n'ont pas explosé dans un secteur qui leur est pourtant propice.

De la même façon il est possible de s'intéresser aux résultats des barrages de Tuilières (Dordogne) et du Bazacle (Garonne, Toulouse).

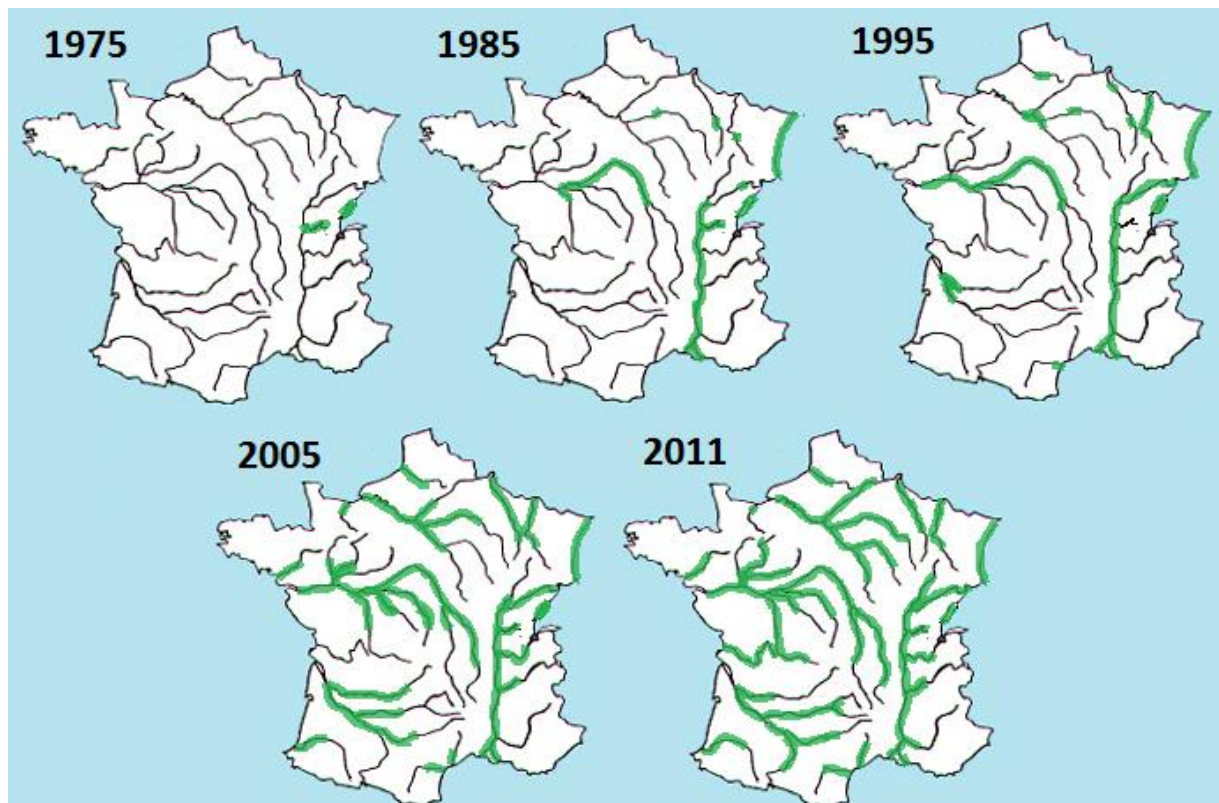


**Figure 14:** Nombre de passages annuels de silures dans l'ascenseur à poissons des barrages de Golfech, du Bazacle (garonne) et des Thuillières (Dordogne) de 1993 à 2011

La figure 14 nous permet de voir que la colonisation de la Garonne s'est faite assez rapidement et à priori par l'aval. Le premier passage de silure étant noté à tuillère en 1993, puis Golfech en 1995 et Bazacle en 1997. Concernant la portion de 100km entre Golfech et Bazacle, cette portion a donc visiblement été colonisée en moins de 2 ans. Concernant le nombre de passages il est le plus important sur le barrage de Golfech devant celui des tuilières et du Bazacle. Si on estime que le nombre de passages est proportionnel à la population de silures sur le secteur, la partie aval de la Garonne abriterait les plus grosses populations de silure. Concernant les tendances, après une augmentation régulière des passages terminée par un pic autour de 2007 sur tous les sites (pas comptages entre 2006 et 2008 sur Thuillière en raison de la rupture du barrage en 2006), la tendance est à une diminution des passages au cours des dernières années.



### 1.2.3. Perspectives

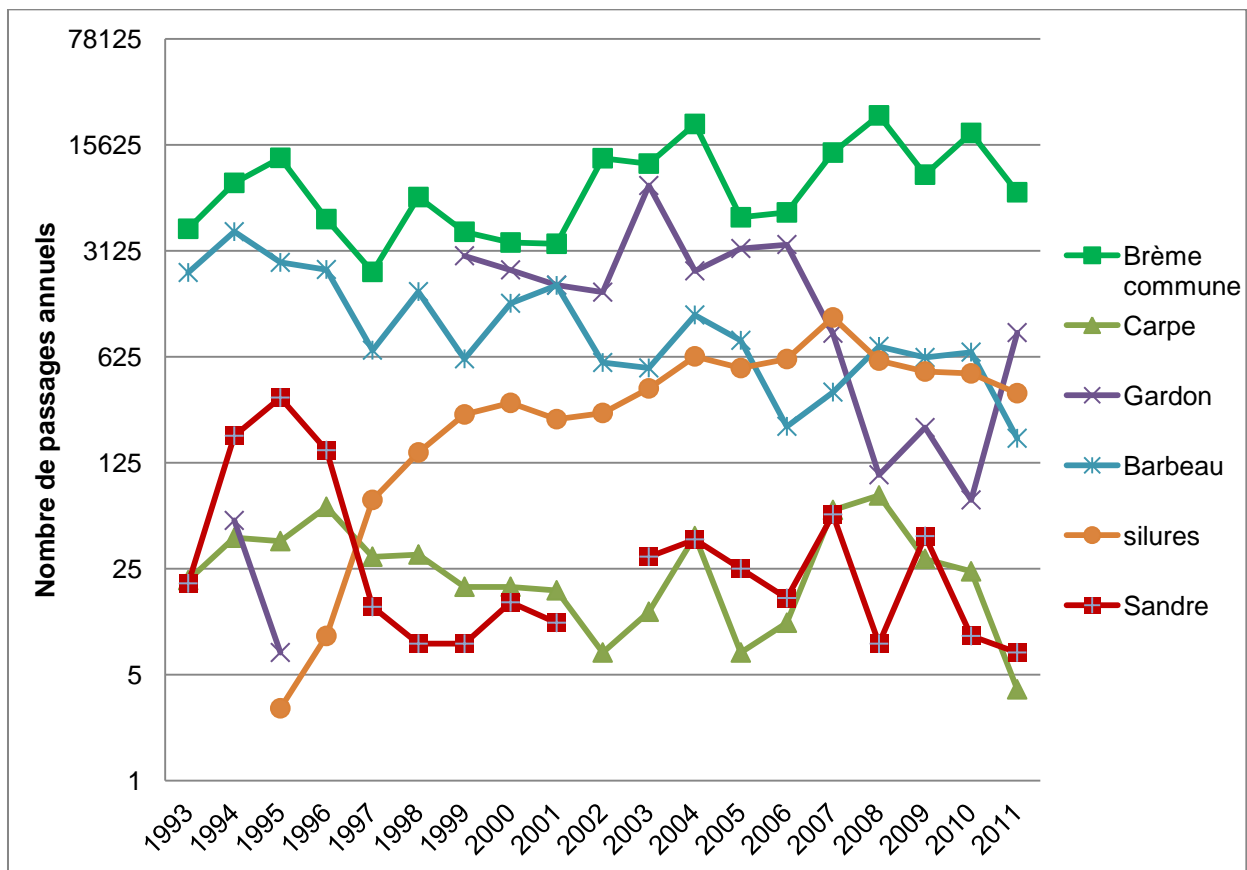


**Figure 15** : Evolution de la distribution du silure en France de 1975 à 2011 (Données personnelles, carte d'après Tixier, 1998)

Les différents exemples évoqués précédemment semblent nous orienter vers ce que devrait être l'évolution future du silure en France. Prenant en compte le fait que son expansion territoriale a été rapide et qu'il a pu coloniser la quasi-totalité des territoires susceptibles de lui convenir, il est à attendre que son aire d'extension augmentera encore au cours des prochaines années, mais à un rythme certainement moins élevé. Les territoires potentiellement colonisables étant désormais peu nombreux, cette extension devrait être observée principalement dans le Nord Pas de Calais/Picardie et peut-être en Bretagne. A ce sujet, la limite d'extension dans ces territoires semble être la température de l'eau l'été qui n'est pas forcément suffisante chaque année pour permettre sa reproduction. Dans un contexte de réchauffement climatique, il est possible d'envisager que le réchauffement des eaux entraînerait une colonisation plus rapide de ces secteurs, et pourquoi pas une colonisation des eaux situées encore plus au nord. Cependant les études réalisées, n'ont pas indiqué d'impact d'une augmentation de température sur la répartition des espèces de poisson (Poulet et al, 2011). Concernant la densité des populations, au vu de l'évolution des populations dans les territoires anciennement colonisés (Saône Rhône, Loire), il ne faut pas s'attendre à une explosion des populations, la tendance semblant même être à une légère régression des populations après une période de

forte augmentation. La structure de ces populations devrait par contre évoluer, avec la présence de sujets de plus en plus gros au fur et à mesure de l'ancienneté de la colonisation. Rappelons que le silure est un poisson à croissance continue, à durée de vie relativement élevée et qu'il lui faut une quinzaine d'années en conditions optimales dans nos eaux, pour atteindre 2m. Cette augmentation de taille est peut-être d'ailleurs une explication à la diminution de densité de silures dans les secteurs anciennement colonisés. Toujours est-il que les demandes de classement de cette espèce en nuisibles pour envahissement, n'ont à ce jour pas de fondement scientifique, aucune étude à ce jour n'ayant mis en évidence un impact négatif du silure dans les eaux où il est présent. Les observations semblent au contraire montrer une régulation naturelle des populations.

Concernant son impact sur les autres espèces, en s'intéressant aux autres espèces utilisant les ascendeurs à Golfech notamment il est envisageable de voir si l'apparition du silure sur le secteur à entraîné une modification des populations de poissons sur ce secteur.



**Figure 16:** Nombre de passages dans la passe à poisson Golfech (Garonne), pour différentes espèces entre 1993 et 2011. (Échelle logarithmique 5)

Encore une fois l'utilisation des données du nombre de passage de poisson dans l'ascenseur ne permet au mieux qu'une estimation des populations des espèces de poisson. Ce graphique nous permet de constater qu'il n'y a pas de diminution majeure d'espèces de poissons blanc (brèmes, carpe, barbeau), exceptée pour le

gardon mais cette diminution à en 2006-2007 n'est pas concomitante de l'apparition du silure. La brème étant l'espèce majoritaire dans le secteur c'est à priori l'espèce la plus prédatée par le silure en raison de son comportement opportuniste. Cette espèce ne semble pas avoir souffert de l'apparition du silure, ses populations étant au contraire au plus haut en même temps que celles du silure. Ainsi le silure ne semble pas avoir eu d'impact sur les poissons blancs constituant a priori la plus grande part de son régime alimentaire.

Il en va autrement si on s'intéresse à un autre carnassier présent dans le secteur, le sandre. Dans cet exemple il semble que la diminution des populations de sandre soit concomitante à celle de l'augmentation du silure, avec une réserve cependant en remarquant que les passages de sandre en 1993 (bien avant la présence de silure), étaient à de niveaux similaires à ceux des dernières années. Il se pourrait cependant que l'apparition du silure ait entraîné une diminution des populations de sandre, peut-être par concurrence alimentaire même si les proies chassées sont de catégories différentes. Il est envisageable aussi que l'opportunisme alimentaire du silure lui confère un avantage par rapport au sandre le rendant moins dépendant de l'évolution des populations de certaines espèces de poissons, on remarque par exemple que la diminution de passages de gardon en 2006-2007 est concomitante de celle du sandre.

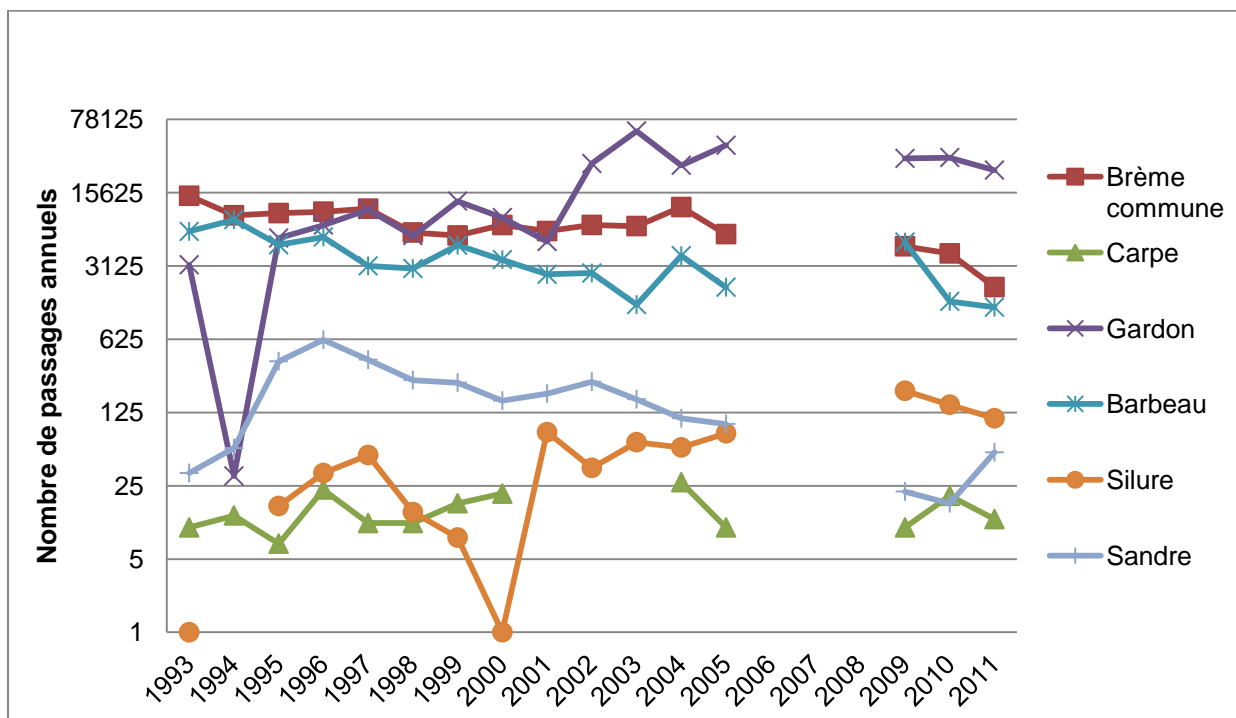


Figure 17 : Nombre de passages dans la passe à poisson de Tuilières (Dordogne) pour différentes espèces entre 1993 et 2011. (Échelle logarithmique 5)

Pour la passe à poisson de Tuilières, de façon analogue à Golfech on ne remarque pas de diminution du nombre de passage des espèces de poisson blanc. Le gardon étant l'espèce majoritaire, on remarque cette fois aussi des populations quasi maximales en même temps que le silure. Pour le sandre par contre cette fois aussi

l'apparition du silure semble coïncider avec une diminution régulière du nombre de passage des sandres. Cette observation sur un autre site nous amène à suspecter une compétition d'origine inconnue entre le silure et le sandre, l'augmentation des populations de silure semblant se faire au détriment de celles des sandres sans pour autant engendrer une disparition de ces derniers.

Au final ces données semblent indiquer un impact non significatif du silure sur les populations de poissons blancs qui constituent la majorité de son régime alimentaire. La productivité importante des cours d'eaux français semble en effet pouvoir assurer une source de nourriture suffisante pour le silure sans qu'il n'y ait d'impact sur la densité de populations blancs (Valadou, 2007). Cette observation vient contredire l'idée reçue que le silure serait un ogre d'eau douce qui menacerait de vider de tout poisson les eaux où il est présent, cette idée reçue ne correspondant à aucune situation décrite, et aucune étude scientifique ne venant appuyer cette idée.

Concernant les autres carnassiers ces deux exemples sembleraient indiquer que l'augmentation des populations de silures se ferait au détriment de celles de sandre. Mais on ne peut cependant l'affirmer avec certitude, ces observations pouvant être le fait d'une évolution naturelle, de conditions météorologiques particulière ou autre. On ne peut cependant exclure que la présence du silure ait un impact sur les autres carnassiers, que ce soit par compétition alimentaire, territoriale ou même par prédation directe. A noter cependant que même s'il semble que les populations de sandre diminuent suite à l'apparition du silure sur un secteur, l'espèce ne disparaît pas non plus, ce qui indique la possibilité d'une cohabitation entre les deux espèces comme dans leurs eaux d'origine.

L'apparition du silure dans les eaux françaises est donc un processus qui s'est déroulé rapidement depuis son introduction en 1966 et particulièrement depuis la fin des années 90 en ce qui concerne son aire de distribution. L'apparition d'un poisson aussi particulier tant par son physique que par ses mensurations, n'est forcément pas passée inaperçue. Les grosses prises étant relayées dans les presses locales avec des titres particulièrement tapageurs, évoquant un « monstre vorace » (Courrier picard 2008). Il n'en fallait pas plus pour déclencher de vives polémiques toujours d'actualité de nos jours. S'opposant face à face les partisans du silure, qui voient en cette espèce un animal s'insérant dans un écosystème qui se régulera ; aux anti silures, qui voient en lui ce monstre vorace décrit et craignent que son apparition signe la fin de toute vie aquatique. Ces débats ne s'appuient malheureusement sur aucune réalité scientifique et restent finalement stériles, les dernières études ayant abordées tous les impacts potentiels du silure le décrivent comme un « charognard opportuniste » et rejettent l'idée d'un prédateur vorace (Copp et al. 2009).

D'un point de vue personnel même si rien n'apporte la preuve formelle que le silure n'a pas d'impact néfaste dans les eaux où il est présent, il convient de s'appuyer sur certains faits :

Dans son milieu d'origine le silure cohabite avec des espèces de poissons similaires à celles des eaux françaises et ces eaux sont connues pourtant pour leur richesse en poisson que ce soit en densité ou en diversité d'espèces.

Dans les eaux françaises où il est présent depuis suffisamment longtemps pour juger de son impact, les données de pêches ne signalent pas de disparition ni même de diminution des populations de poisson. Toutes ces remarques valent pour les fleuves

et rivières, la question d'un impact du silure dans des eaux closes mériterait une plus grande prudence en raison de la plus faible capacité des eaux fermées à s'adapter à la perturbation de l'équilibre.

Il serait par contre faux de dire que le silure n'a aucun impact sur son environnement, en s'implantant dans des eaux où il n'était pas naturellement présent, il engendre certainement des modifications de certains équilibres, sans pour autant que cela ne remette en question l'équilibre global des eaux françaises. Mais il semble difficile d'imputer à cette espèce les problèmes des eaux françaises qui souffrent plus des pollutions diverses (hormones contraceptives humaines perturbant la reproduction des poissons, PCB...), de la destruction des zones humides, barrages et modification des cours d'eaux, de l'impact des oiseaux prédateurs (cormoran notamment) etc

L'aspect fantasmagique de ce poisson est sûrement à l'origine de ce vif débat. Ses défenseurs voyant en lui le plus formidable des combattants d'eau douce, quand ses opposants le perçoivent comme un ogre monstrueux, et même un mangeur d'enfants.



## **Partie III : Etude d'un exemple original : prédation sur des pigeons en milieu urbain.**

Dans cette partie nous nous intéresserons en détails à une expérimentation menée par l'UMR ecobiologie sous la direction de F Santoul à laquelle j'ai pu participer en réalisant une grande partie des observations et enregistrements vidéos (Cucherousset et al. 2012 a). Cette expérimentation visait à étudier et caractériser un exemple atypique de prédation du silure sur des oiseaux. Dans le cas présent l'étude s'est déroulée dans le centre ville d'Albi, où il avait été rapporté des cas de prédation des silures locaux sur des pigeons. Si la consommation d'oiseaux par le silure n'est pas rare et à déjà été rapportée (Orlova & Popova, 1976 ; Czarnecki et al. 2003), la particularité de cet exemple tient au mode de chasse, les silures profitant en effet de l'approche des pigeons se désaltérant au bord de l'eau pour les capturer, cette prédation n'étant pas sans rappeler celle des orques sur les otaries. De plus ce comportement ne semblait pas occasionnel puisque signalé à de nombreuses reprises et semblait indiquer donc une forme d'apprentissage de la part des silures ; par ailleurs ce phénomène à été rapporté en d'autres endroits aux mêmes caractéristiques tels que Florence en Italie, Saragosse en Espagne, Montauban en France... Pour caractériser ce phénomène, l'étude a consisté en des observations visuelles filmées, puis des prélèvements de muscle de silures de la zone afin de réaliser des dosages isotopiques carbone/azote pour évaluer la composition du régime alimentaire des silures dans la zone.

### **1. Matériel et méthodes**

#### **1.1. Réalisation des observations**

Les observations ont été réalisées dans le centre ville d'Albi (Tarn-et-Garonne, France) durant l'été 2011 (entre juin et octobre 2011). Elles s'effectuaient depuis un pont surplombant le Tarn qui mesure à cet endroit une centaine de mètres de large pour une profondeur moyenne d'environ 3m (maximum 5,4m). Depuis ce poste il a été possible d'observer le comportement des silures grâce à une clarté de l'eau suffisante et une faible profondeur. Les observations ont été faites par 24 sessions d'environ 3 heures chacune, en matinée principalement (87% du temps d'observation). L'utilisation d'une caméra durant les observations a permis d'étudier en détail les attaques.

#### **1.2. Présentation et utilisation des rapports isotopiques**

Tout être vivant est constitué par des molécules elles mêmes constituées d'atomes. Les atomes de carbone, d'oxygène, d'hydrogène et d'azote étant les principaux atomes constituant les composés biologiques. On appelle isotopes des atomes ayant le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent. Cette différence du nombre de neutrons ne change rien à la nature même de l'atome, mais elle donne

des propriétés physico chimiques différentes à ces atomes et par conséquent aux molécules constituées de ces atomes. Les proportions de ces isotopes varient dans les constitutions des éléments de la biosphère, les isotopes légers étant les plus abondants. Ainsi pour chaque élément il est possible d'établir un rapport isotopique (R) se définissant comme la quantité dans l'élément considéré de l'isotope lourd (celui qui possède plus de neutrons) par rapport à celle de l'isotope léger (celui qui possède moins de neutrons).

$$R_{\text{éch}} = \frac{\textit{abondance isotope lourd}}{\textit{abondance isotope léger}}$$

De la même façon, et pour standardiser les mesures, il est possible de définir pour un échantillon un delta isotopique ( $\delta$ ). Ce delta étant défini comme la différence du rapport isotopique de l'échantillon ( $R_{\text{éch}}$ ) et du rapport isotopique de référence ( $R_{\text{std}}$ ) défini internationalement, le tout rapporté au rapport isotopique de référence. Pour l'azote par exemple, le rapport isotopique de référence est celui de l'atmosphère et vaut par convention 0%.

$$\delta = \frac{(R_{\text{éch}} - R_{\text{std}})}{R_{\text{std}}} \times 1000$$

Pour connaître le delta d'un échantillon différentes méthodes peuvent être utilisées dans le cas de l'étude réalisée, la détermination du delta s'est faite par spectroscopie. De façon simplifiée, après prélèvement, l'échantillon est séché puis réduit en poudre. Cette poudre est par la suite brûlée avec de l'oxygène et de l'hélium. Les gaz issus de cette combustion ( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ) sont analysés par un spectromètre de masse qui mesure leur rapport en ( $^{13}C/^{12}C$ ,  $^{15}N/^{14}N$ ,  $^{18}O/^{16}O$ ), ce qui permet de remonter au rapport isotopique de l'échantillon d'origine.

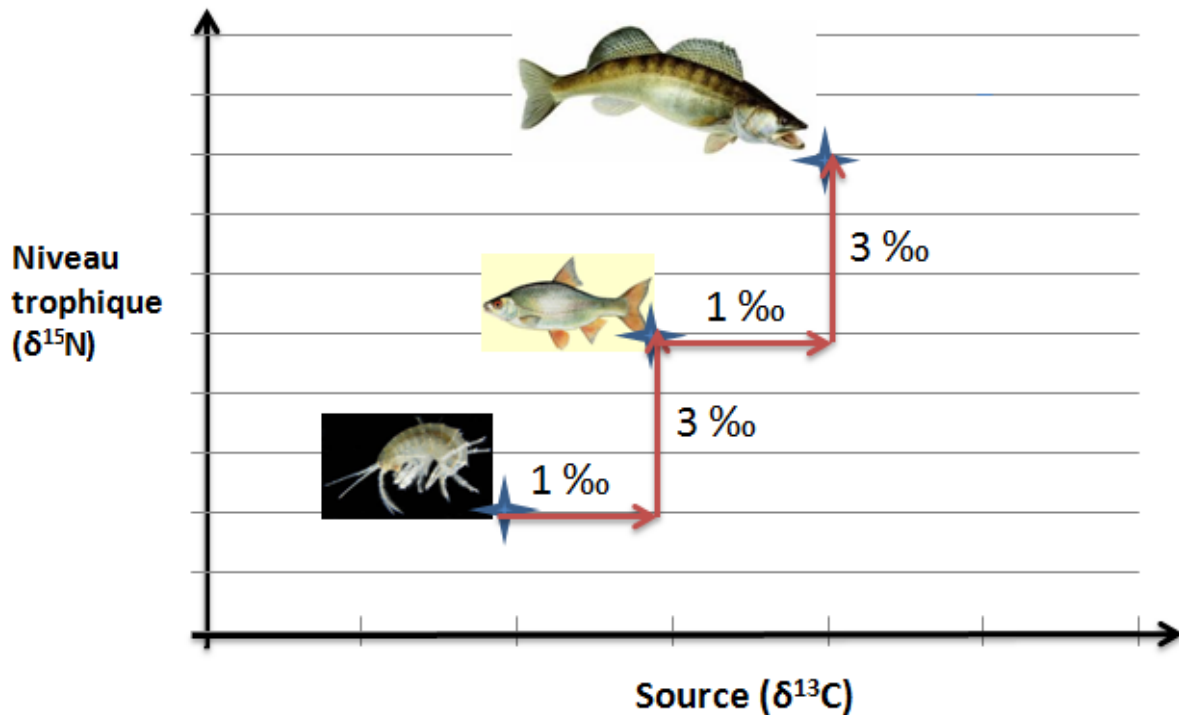
En raison des différences de propriétés physico chimiques, les isotopes lourds sont plus stables et les liaisons établies entre les atomes sont plus solides, ce qui fait que les isotopes légers, auront tendance à réagir plus rapidement que les isotopes lourds. On parle d'isotope stable car les noyaux de ces atomes étant légers (faible numéro atomique) ils ne subissent pas de changement de la structure de leur noyau au contraire des atomes lourds sujets à des changements de structure (uranium etc...). Ceci implique que le rapport isotopique d'un échantillon reste identique au cours du temps. Seules les réactions physicochimiques qui s'opèrent lors de la digestion et de l'assimilation de la matière organique sont susceptibles de faire varier ce rapport isotopique. Ces propriétés font de ces isotopes (N, C, O) des outils de choix pour étudier les réseaux trophiques.

En effet, chaque individu du réseau possède sa propre signature isotopique. Lors de la consommation d'un élément, le consommateur intègre la signature isotopique de l'élément ingéré. La signature isotopique du prédateur est ainsi la même que celle de l'élément ingéré plus un fractionnement isotopique en raison des différences de réactivité des isotopes évoquée plus haut (Dufour et Gerdeaux, 2001). Ainsi à chaque assimilation le consommateur s'enrichit en isotope lourd. Ces taux de fractionnement ont été estimés entre 0 et 1‰ pour le carbone et 3,4 ‰ pour l'azote (De Niro & Epstein, 1978 ; Peterson & Fry, 1987).

Communément pour l'étude des réseaux trophiques on utilise les rapports isotopiques de l'azote et du carbone (INRA, 2012). L'azote déterminant le degré



trophique (plus le  $\delta^{15}\text{N}$  est élevé plus l'espèce est située haut dans la chaîne alimentaire) et le carbone permettant de discriminer la source. Ainsi il est possible de placer sur un graphique  $\delta^{13}\text{C}$  ;  $\delta^{15}\text{N}$  les différents éléments du réseau trophique. Par la suite, et connaissant le fractionnement isotopique il est possible de reconstituer la contribution de chaque source pour un individu sur les 3 derniers mois, sous réserve de connaître les signatures isotopiques du consommateur et des sources, et d'être sûr que les sources sont effectivement consommées. En reconstituant cette contribution en utilisant un « mixing model », il est possible de déterminer avec une certaine marge d'erreur la composition du régime alimentaire moyen au cours des 3 derniers mois (Cucherousset et al. 2012 b).



**Figure 18** : Reconstitution des relations trophiques grâce aux taux de fractionnements des isotopes stables du carbone et de l'azote, à travers un graphe  $\delta^{15}\text{N}$ -  $\delta^{13}\text{C}$ .

### 1.3. Réalisation des prélèvements

Dans le cas de l'étude, des prélèvements de divers poissons entrant habituellement dans le régime alimentaire du silure (carpes, gardons, brèmes...), d'écrevisses, et de pigeons par des chasseurs ont été réalisés sur les lieux de l'observation. Ces prélèvements ont permis d'obtenir la signature isotopiques d'espèces présentes sur le lieu d'observation et composant a priori le régime des silures. De même, des prélèvements de nageoire ou de muscle ont été réalisés sur 14 silures de 90 à 200 cm, par pêche à la ligne et par prélèvement direct sous l'eau par des plongeurs au moyen de fusils sous marins équipé de punch à biopsie. Ces prélèvements ont été réalisés aux mois de septembre et octobre, et devaient donc permettre de connaître la composition du régime alimentaire des silures au cours des 3 derniers mois, en période estivale, au moment où les attaques sur pigeons étaient constatées. L'analyse des prélèvements a été réalisée au Cornell Isotope Laboratory (COIL,

Ithaca, NY). Avoir une estimation de la composition du régime alimentaire d'un aussi grand nombre de silures sur une zone où la consommation de pigeons était avérée, devait permettre de répondre à plusieurs questions. La consommation des pigeons par les silures est-elle généralisée à l'ensemble de la population où s'agit-il seulement de captures anecdotiques réalisées par certains individus. Dans quelle proportion les pigeons entrent-ils dans le menu des silures ? S'agit-il d'une consommation mineure ou est-elle quasi exclusive ?

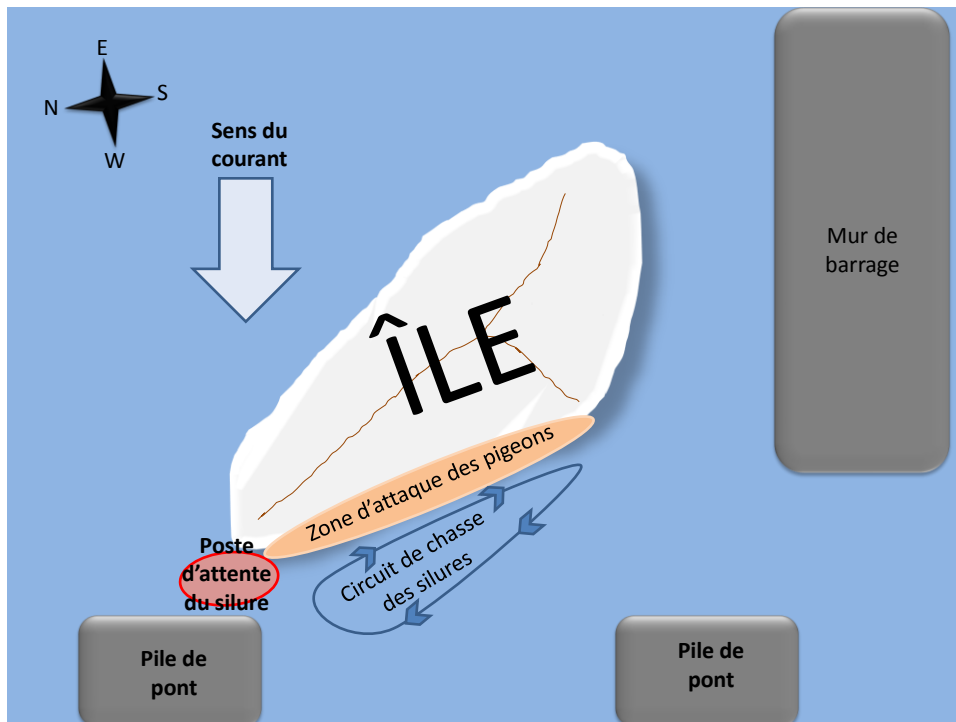
## 2. Résultats

### 2.1. Résultats des observations

Les observations se déroulaient généralement le matin peu après le lever du soleil pour des questions de visibilité et afin de maximiser le nombre d'observations, les attaques ne semblant pas se produire en journée. Le site observé était constitué d'une île de gravier en amont d'une pile de pont. La partie aval de cette île, en amont de la pile de pont était constituée d'une plage en pente douce. Au cours de la matinée les pigeons se posaient régulièrement pour aller se désaltérer et se baigner. Par moments le grand nombre de pigeons présents diminuait leur vigilance et certains se retrouvaient bousculés, ou s'aventuraient d'eux même un peu plus loin dans l'eau.



**Figure 19** : Vue satellite de la zone observée incluant l'île et le point d'observation. (Source : <http://www.geoportail.fr>)



**Figure 20** : Schéma du site observé

Concernant les silures, leur présence le long de l'île était quasi systématique et permanente dès le début des observations et ce jusqu'à la fin de la matinée. Généralement il était possible d'observer un silure en attente dans la partie la plus aval de l'île et réalisant des boucles en sens horaire le long de l'île. Dans le même temps il était possible d'observer certains silures en maraude dans la zone plus profonde de la plage, ainsi en moyenne 4 silures étaient présents le nombre maximal étant 9 (figure 19 et 21). Parfois certains stationnaient à plusieurs en attente en position aval de l'île. D'une façon générale, la position la plus aval de l'île semblait constituer un poste d'attente, le temps que les pigeons arrivent sur l'île et se baignent. Ce poste était occupé par un silure qui le défendait en chassant les autres silures parfois plus gros que lui. La taille des silures observés était relativement modeste (estimée entre 90 et 150 cm), et il a été possible d'en identifier certains grâce à des tâches ou des déformations ; ainsi il a semblé que le poste était majoritairement occupé par les mêmes silures.





**Figure 21** : Vue générale de la zone de chasse avec des pigeons se baignant et des silures le long de la zone d'attaque (Cucherousset et al. 2012).

Lorsque les pigeons se baignaient, des effluves de matière grasse se propageaient le long de l'île sous l'effet du courant. Il a été observé dans ces conditions que le silure en attente s'activait lorsque les effluves atteignaient sa position et qu'il remontait long de la trace. Dans d'autres cas le silure s'arrêtait lors de son trajet remontant le long de l'île au plus près des pigeons. Une fois remonté au plus près des pigeons, le silure se positionne perpendiculairement à la berge et reste globalement immobile. Selon le nombre de pigeons se baignant il a été possible d'observer le silure évoluant le long de la période de baignade s'arrêtant aux endroits où les pigeons étaient les plus avancés.

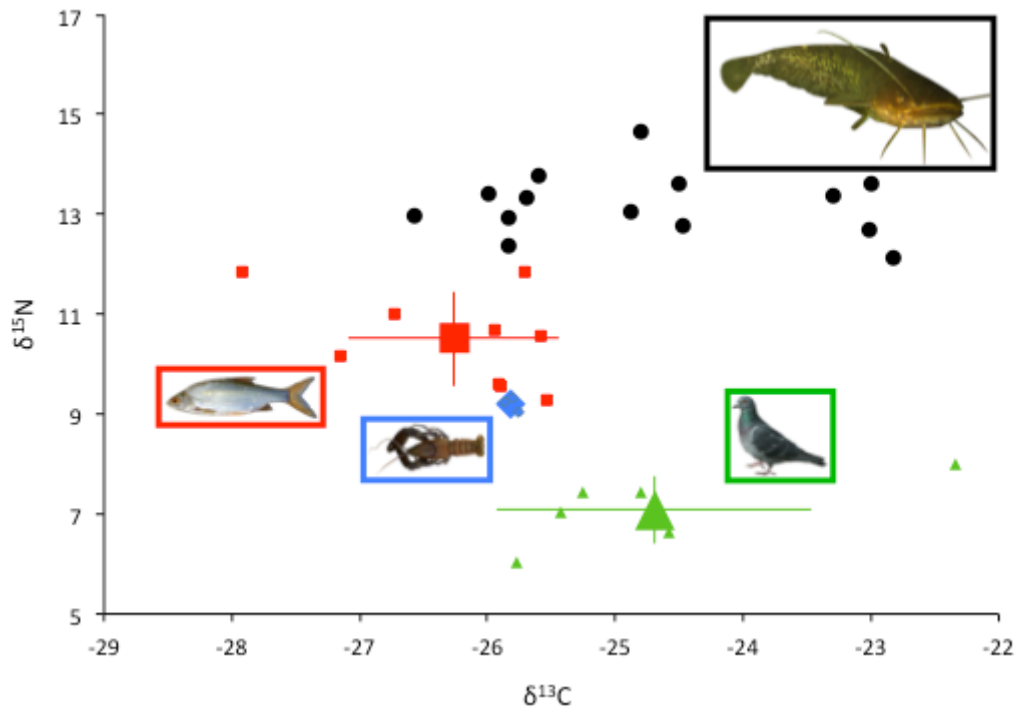


**Figure 22** : Attaque réussie d'un silure sur pigeon (Cucherousset et al. 2012 a)

Les attaques ont semblées être déclenchées majoritairement lorsque les pigeons s'ébouriffaient pour se baigner, d'une façon générale le mouvement du pigeon était la condition nécessaire pour déclencher l'attaque. En effet, certains pigeons pourtant très avancés dans l'eau et à quelques dizaines de centimètres d'un silure, n'ont pas été attaqués car ils sont restés immobiles. Avant l'attaque le silure tente de se rapprocher au plus près du pigeon en nageant très doucement en direction de l'oiseau, avant de se projeter vivement en avant gueule ouverte, l'ouverture de la gueule semblant créer un courant aspirant parfois suffisant pour aider à capture le pigeon. Les attaques se réalisaient parfois avec la tête du silure complètement émergée et provoquant presque l'échouage du poisson (Figure 22). On peut noter sur l'image l'important volume d'eau sortant par les ouïes à l'origine du courant aspirant, et l'impressionnante partie du corps du silure qui sort de l'eau. En cas de capture le silure se retourne immédiatement et entraîne le pigeon en profondeur, disparaissant quelques instants. Dans les minutes qui suivent, il reprenait généralement le poste d'attente. Au cours des observations ce sont près de 54 attaques qui ont été observées avec un taux de réussite de 28%. Le nombre d'attaque relativement faible au vu du temps d'observation mais il peut s'expliquer par le fait que pour que le silure puisse s'approcher suffisamment près d'un pigeons pour déclencher une attaque, il faut que les pigeons perdent leur vigilance, ce qui réclame un grand nombre de pigeons présents, et n'était pas très fréquent. A noter qu'aucune attaque n'a été signalée en pleine journée, la présence de silure n'étant même pas constatée. Les attaques se produisent donc aux interfaces des périodes d'activité des deux espèces (matinée et fin de journée). Il a été remarqué que certains silures présentaient un meilleur taux de réussite que d'autres. Pour ces derniers il est même envisageable que leur taux de réussite était proche de 0.

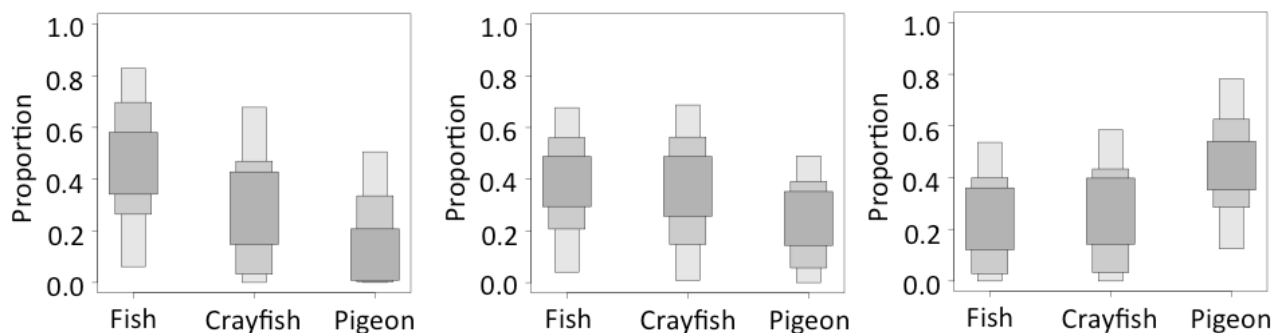
## **2.2. Résultats des dosages isotopiques**

Les résultats des dosages montrent une grande variabilité interindividuelle des silures au niveau de leur signature isotopique, notamment en carbone. Ce qui révèle une forte variabilité dans l'origine des sources. Concernant les proies, les espèces aquatiques (poissons et écrevisses) étaient appauvries en  $^{13}\text{C}$  et enrichies en  $^{15}\text{N}$  par rapport aux proies terrestres (pigeons). La forte dispersion des signatures isotopiques des silures signe une forte variabilité individuelle du régime alimentaire.



**Figure 23** : Signature isotopiques  $\delta^{13}\text{C}$  et  $\delta^{15}\text{N}$ , pour les 14 silures prélevés et les proies (poissons, écrevisses et pigeons) (Cucherousset et al. 2012 a)

En utilisant les résultats des dosages et un Bayesian mixing model (SIAR Stable Isotope Analysis in R de Parnell et al, 2010), il a été possible d'estimer avec une certaine marge d'erreur la proportion de chacun des trois groupes de proies (poissons, écrevisses, pigeons), dans le régime alimentaire de chacun des silures.



**Figure 24** : Contribution estimée de chacun des trois types de proies pour trois silures consommant respectivement peu, moyennement et beaucoup de pigeons. (Cucherousset et al. 2012 a).

Les résultats issus de ce modèle permettent de sortir trois groupes de silures : ceux consommant peu ou pas de pigeons (6 individus), ceux consommant moyennement du pigeon (4 individus) et ceux consommant beaucoup de pigeons (4 individus).

**Tableau 3** : Estimations moyennes, basses et hautes de la proportion de pigeons consommé par les silures prélevés, réalisées par dosage isotopique stable et modèle mixte. (Cucherousset et al. 2012 a)

Silure n°	Moyenne ( $\pm$ SD)	Estimation basse	Estimation haute
1	0.13 ( $\pm$ 0.11)	0.0	0.35
2	0.17 ( $\pm$ 0.13)	0.0	0.41
3	0.19 ( $\pm$ 0.14)	0.0	0.45
4	0.21 ( $\pm$ 0.14)	0.0	0.45
5	0.22 ( $\pm$ 0.16)	0.0	0.51
6	0.22 ( $\pm$ 0.14)	0.0	0.46
7	0.24 ( $\pm$ 0.15)	0.0	0.49
8	0.25 ( $\pm$ 0.14)	0.00044	0.49
9	0.29 ( $\pm$ 0.14)	0.0085	0.53
10	0.29 ( $\pm$ 0.16)	0.0002	0.55
11	0.30 ( $\pm$ 0.17)	0.0	0.57
12	0.30 ( $\pm$ 0.16)	0.0	0.56
13	0.38 ( $\pm$ 0.16)	0.023	0.67
14	0.45 ( $\pm$ 0.15)	0.13	0.78

### 3. Commentaires et discussion

#### 3.1. Observations.

Les observations se sont révélées très instructives. Outre le caractère spectaculaire de ce comportement de chasse et son analogie avec la prédation des orques sur les otaries, cette étude met en avant l'exceptionnelle capacité d'adaptation du silure. La diversité du régime alimentaire du silure n'est plus à prouver (Copp et al. 2009), de même que la consommation d'espèces non aquatiques (petits mammifères, oiseaux...). Mais les techniques mises en œuvre par les silures pour tirer partie d'une source de nourriture abondante sont très intéressantes. Il semble que ce soit la combinaison de plusieurs facteurs assez particuliers qui permettent l'apparition de tels comportements. Tout d'abord la localisation, il est évident que la présence d'un cours d'eau dans le centre ville d'une ville au climat chaud permet d'observer très régulièrement de fortes concentrations de pigeons au bord de l'eau. Par la suite la topographie même du lieu, en effet c'est certainement grâce à la plage en pente douce que les silures peuvent s'approcher suffisamment près des pigeons pour déclencher des attaques avec succès. Toutes ces caractéristiques ont été observées

sur les lieux où d'autres comportement similaires ont été rapportés (Florence, Italie ; Saragosse, Espagne...).

De plus les observations ont mis permis d'observer tout l'éventail des sens utilisés par les silures lors de la chasse. Le sens olfactif, leur permettant de repérer les effluves grasses émanant des pigeons se baignant et leur permettant de remonter à la source de cet effluve. Leur forte sensibilité aux vibrations leur permettant de localiser une proie pourtant que partiellement immergée. Il semble même que cette sensibilité leur permette de déterminer la présence de pigeons sur l'île sans qu'aucun d'eux ne soit baigné, en effet la simple présence de quelques pigeons en bordure d'île suffisait à pousser le silure à quitter le poste d'attente. Il est impossible par les seules observations de dire si les silures se servent de leur capacité à détecter les champs électriques dans ce comportement, mais on peut supposer que c'est le cas. La vue ne semble pas jouer un quelconque rôle, de même que le toucher à proprement parler puisqu'il n'y a aucun contact direct entre le silure et sa proie avant le déclenchement de l'attaque. Quand aux attaques en elles mêmes, elles sont une sorte de combinaison entre un affût et une chasse active. Un peu à l'image du brochet, la phase préparatoire est très calme, mais le déclenchement de l'attaque est lui très brutal. L'explosivité du silure ainsi que sa large mâchoire sont des atouts majeurs dans la réussite des attaques.

Il convient aussi de s'interroger sur l'origine de l'apparition de ce comportement, certains silures présentant un taux de réussite nettement plus élevé que d'autres. Notamment grâce à une phase préparatoire (lorsque le silure se rapproche discrètement le plus proche possible du pigeon), moins précipité. Il faut surement voir ici une forme d'apprentissage et de spécialisation, les individus les plus doués à la chasse du pigeon se spécialisant ainsi.

### **3.2. Dosages**

La première remarque à formuler concernant ces dosages est la forte dispersion des silures concernant le carbone notamment, signe d'une grande variabilité interindividuelle des régimes alimentaires ce qui confirme encore une fois les études réalisés antérieurement (Copp et al. 2009). Au sein de ces disparités il est possible de constituer trois « profils » de silures. Le premier profil est constitué de silures avec une faible moyenne de contribution des pigeons (autour de 20%) et une estimation basse nulle, les poissons de ce groupe ne consomment que peu ou pas de pigeons et sont plutôt orientés vers les poissons. Le deuxième possède une moyenne de contribution un peu plus élevée (autour de 25%), et une estimation basse non nulle, pour les poissons de ce groupe la consommation de pigeons est avérée et ils peuvent être considérés comme des consommateurs occasionnels de pigeons, poissons et écrevisses représentant toujours la majorité de leur régime alimentaire. Le troisième profil est constitué par des poissons avec des moyennes de contribution élevées (45%) et des estimations hautes élevées (autour de 60%), pour ces poissons la consommation de pigeons est non seulement avérée, mais ces poissons sont même majoritairement tournés vers cette source de nourriture. On peut supposer que les poissons observés durant l'expérimentation sont des poissons ayant ce profil. A noter qu'il n'a pas été possible de corréliser la taille des silures avec un taux de contribution, ce qui ne signifie pas pour autant qu'elle n'existe pas, les observations



ayant montré que les silures attaquant les pigeons étaient de taille relativement modeste comparé aux tailles moyennes des silures sur le secteur.

Les dosages ont permis de mettre en évidence que 35 à 100% des silures prélevés consomment du pigeon. La consommation des oiseaux est donc avérée mais les marges d'erreurs induites par l'utilisation du modèle ne permettent que d'obtenir des tendances au niveau de la part de consommation des pigeons. Ce qui est certain c'est que la consommation des pigeons est variable selon et individus et que pour certains individus elle représente la majorité de leur proies

### **3.3. Discussion**

Au final, cette étude à permis d'observer et de mettre en évidence un comportement encore jamais décrit. La technique de chasse des silures dans ces situations, mélange d'affut et de chasse active, est totalement inédite et met en lumière l'incroyable variété des sens des silures et leur sensibilité. Ces sens leur permettent de repérer la présence des pigeons et de s'approcher d'eux suffisamment près pour lancer une attaque. La méthode de chasse semble avoir été développée dans cette situation particulière en réponse à la problématique d'une source de nourriture abondante mais se situant dans un autre milieu que celui du prédateur. Il a également pu être observé l'important territorialisme du silure, le meilleur poste de chasse étant farouchement gardé et protégé par le premier silure occupant, le point surprenant ici étant qu'il ne s'agit pas forcément du plus gros, alors qu'il a été observé par ailleurs que les meilleurs postes de repos étaient occupés par les plus gros silures.

Par ailleurs, cette étude à mis en évidence le formidable opportunisme alimentaire des silures. Les pigeons présents en grand nombre dans le secteur représentent une source de nourriture très importante et certains silures en ont donc fait leur cible majoritaire. Cet exemple prouve encore une fois la tendance du silure à consommer la source de nourriture qu'il trouve en quantité la plus importante. A noter cependant que si certains silures semblent s'être fait une spécialité de la chasse de pigeons (avec pour certains individus une réussite certaine), d'autres restent majoritairement des consommateurs de poissons et d'écrevisses. La question se pose de savoir s'il s'agit de préférences individuelles ou d'un manque de disponibilité des ressources, les postes de chasses étant assez restreints. Ce comportement peut aussi être le signe de préférences individuelles sans aller jusqu'à parler de caractère. Il n'a pas été étudié si la consommation de pigeons présentait un avantage par rapport à la consommation de proies habituelles (poissons, écrevisses). Les protéines sont d'autant mieux assimilées qu'elles sont d'origine proche du consommateur ; à priori consommer du pigeon est donc moins intéressant, d'autant plus si on considère l'énergie dépensée en temps d'attente, chasse et défense de la zone pour une capture. Un pigeon pèse autour de 400g et un silure d'environ 120 cm, comme ceux qui ont été observés, a besoin d'une ration journalière autour de 150g. Ainsi la capture d'un seul pigeon suffit au silure à couvrir ses besoin pour près de 60 heures, l'énergie consacré a cette chasse n'est peut-être pas si importante à condition que le taux de réussite soit acceptable, la capture d'un seul pigeon suffisant à assurer ses besoins pour plusieurs jours. Ceci explique peut-être aussi pourquoi aucun silure de très grande taille (pourtant bien présent sur le secteur), n'ai été observé chassant les

pigeons. Cette source de nourriture n'étant peut-être pas assez avantageuse et les risques d'échouage trop importants.

Finalement cet exemple est la parfaite illustration des capacités d'adaptation du silure. En effet, pour accéder à la manne que représente les pigeons se baignant tous les jours, les silures ont du développer une technique de chasse unique et mettre à profit leur sens pour parvenir à leur fins. En effet la prédation d'animaux aquatique sur des animaux terrestres est très rare et la technique d'échouage n'a que peu d'équivalents dans la nature. Ici les silures ont adapté leur régime alimentaire et leur technique pour se nourrir. Cette capacité d'adaptation est certainement un facteur pouvant expliquer le fait que le silure ait pu coloniser les eaux françaises aussi rapidement avec autant de réussite. Son aptitude à exploiter différentes sources de nourritures, le rendant moins dépendant de la quantité de poissons présents comme cela peut être le cas pour d'autres carnassiers d'eaux douce ayant un spectre alimentaire plus étroit (brochet, sandre etc...)

Il est à noter de plus que dans ce cas précis, le silure se présente comme le seul prédateur d'une espèce considérée comme invasive et dont la prolifération pose de nombreux problèmes aux municipalités, notamment en raison de leurs déjections et du coût engendré pour les nettoyer. L'impact de la prédation des silures sur les populations de pigeons n'a pas été étudié, mais il est envisageable de considérer que cette prédation puisse être à l'origine d'un contrôle des populations de pigeons.

## Conclusions

Poisson hors normes des eaux européennes, le silure se place dans la chaîne alimentaire comme un super prédateur opportuniste capable de consommer tout ce qui lui est accessible, bien aidé en ça par un large attirail sensoriel (odorat, goût, toucher, sensibilité aux vibrations et détection de champs électriques). Ses capacités de croissance font de lui un mastodonte d'eau douce comparé aux autres espèces, et engendrent de fortes réactions chez l'homme, réactions amplifiées par une colonisation des eaux d'Europe de l'Ouest assez exceptionnelle tant par son ampleur que par sa vitesse surtout en France. Originaire d'Europe de l'Est, il a été introduit dans notre pays dans la Seille en 1969, il a progressivement colonisé tous les grands bassins hydrographiques français. L'étude réalisée ici nous a permis de constater l'ampleur de cette colonisation. En effet cette colonisation a connu une forte accélération au début des années 2000 et aujourd'hui le silure est présent dans quasiment toutes les eaux qui lui seraient favorables. Mais contrairement à ce qui est avancé, cette expansion territoriale ne semble pas s'être accompagnée d'une explosion démesurée des populations. Là où il est présent, les populations de silures se stabilisent après une phase de prolifération importante. L'arrivée d'un tel poisson dans les eaux pose des questions légitimes sur son impact potentiel, notamment sur les autres poissons. Mais outre le fait qu'il ne semble pas vider les rivières françaises comme on le lui reproche, il semble même être parfois à l'origine de l'apparition d'une plus grande diversité d'espèces en consommant les espèces les plus présentes, laissant ainsi la place à d'autres espèces autrefois minoritaires ou absentes. On peut attribuer l'énorme efficacité de cette colonisation à plusieurs facteurs, dont le fait que cette espèce protège les nids ce qui compense une fertilité relativement moyenne. Un autre facteur évident est l'opportunisme alimentaire dont le silure fait preuve, cet opportunisme lui permet de tirer partie de toutes les sources potentielles de nourritures d'un milieu. Sa colonisation ne dépend donc qu'assez peu des ressources du milieu. Ajoutons à ça une faculté d'adaptation lui permettant de développer des techniques de chasses nouvelles pour accéder à certaines sources de nourriture. La prédation des pigeons sur le Tarn par échouage en est un parfait exemple. Certains silures du secteur semblant s'être fait une spécialité de cette chasse, limitant ainsi la concurrence pour les autres sources de nourriture. Aujourd'hui le silure est présent sur tout le territoire français et sa biologie est parfaitement connue. Dans ses territoires d'origine il est pêché et consommé pour sa chair, chez nous des craintes persistent à son égard et il n'est pas rare de croiser sur les bords des rivières des poissons éventrés et abandonnés tels quels car il est considéré comme nuisible. A ce jour, aucune étude n'a défini le silure comme espèce invasive même dans les eaux où il a été introduit. Les tendances observées tant dans ses eaux d'origine que dans les eaux colonisées, permettent au contraire de penser que cette espèce a sa place dans au sein des écosystèmes. De nouvelles études devraient être conduites dans les prochaines années pour étudier et chiffrer l'impact de cette espèce sur le milieu. D'ici là il convient de sensibiliser le plus grand nombre à cette espèce nouvelle pour beaucoup, afin de changer l'image de monstre vorace qui lui colle à la peau.



## Bibliographie

- Ahne W, Schlotfeldt HJ, Thomsen I (1989)  
Fish viruses: isolation of an icosahedral cytoplasmic deoxyribovirus from sheatfish (*Silurus glanis*). Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe B. Journal of veterinary medicine, Series B 36, 333–336.
- 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.
- Aqua revue (1995)  
Parasitisme : le silure glane touché en région centre. Aqua revue n 58 : p 44.
- Berg L (1949)  
Freshwater Fishes of the USSR and Adjacent Countries, Vol. 2. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Institute, St. Petersburg, 496 pp.
- Blog Fishing & motion consulté à <http://fishingetmotion.over-blog.com> le 11/03/2012.
- Bouletreau S, Cucherousset J, Villéger S, Masson R, Santoul F. (2011)  
Colossal Aggregations of Giant Alien Freshwater Fish as a Potential Biogeochemical Hotspot Plosone October 2011 Volume 6 Issue 10.
- Brusle J, Quignard JP (2001)  
Les silures. In Biologie des poissons d'eau douce européens. Paris, Lavoisier Tech & Doc: 48-53.
- Carol J (2007)  
Ecology of an Invasive Fish (*Silurus glanis*) in Catalan Reservoirs. PhD Thesis, Universitat de Girona, Girona, 120 pp.
- Carol J, Zamora L, Garcia-Berthou E (2007b)  
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.
- Changeux T (2004)  
Synthèse nationale du Suivi national de la pêche aux engins pour la période 1999 à 2002.
- Chevalier J (2004)  
Le silure glane en Saône aval: perspectives pour la pêche professionnelle. Utilité de la pêche professionnelle pour le suivi des populations. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (BTA Gestion de la Faune Sauvage Aquatique), Chevroux, 30 pp. (cité dans Valadoux (2007)).

Copp GH, Britton JR, Cucherousset J, Garcia-Berthou E, Kirk R et al. (2009) Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish Fish* 10: 252–282.

Le Courrier picard (20.11.2010)  
Le silure, ce monstre qui gobe des canards.

Coustillas J (2007)  
Etude du comportement du silure glane (*S. glanis*) au droit du barrage Golfech  
Master 2 pro gestion de la biodiversité, Mémoire de stage, Université Paul Sabatier, 78p.

Cucherousset J, Boulêtreau S, Azémar F, Compin A, Guillaume M, Santoul F (2012) a  
“Freshwater Killer Whales”: beaching behaviour of an alien fish to hunt birds on land.

Cucherousset J, Boulêtreau S, Martino A, Roussel J-M, Santoul F (2012) b  
Using stable isotope analyses to determine the ecological effects of non-native fishes  
*Fisheries Management and Ecology*, 2012, 19, 111–119.

Czarnecki M, Andrzejewski W, Mastynski J (2003)  
The feeding selectivity of wels (*Silurus glanis* L.) in Goreckie Lake (Poland). *Archives of Polish Fisheries* 11, 141–147.

Dezfuli BS, Franzoi P, Trisolini R, Rossi R (1990a)  
Occurrence of acanthocephalans in *Silurus glanis* (L.) from Po River. *Rivista di idrobiologia* 29, 169–175.

Dezfuli BS, Grandi G, Franzoi P, Rossi R (1990b)  
Digestive tract histopathology in *Acipenser naccarii* (Bonaparte) from the Po River resulting from infection with *Leptorhynchoides plagicephalus* (Acanthocephala). *Rivista di idrobiologia* 29, 177–183.

DIREN Rhône-Alpes. (2004)  
La pêche aux engins dans le bassin Rhône-Saône – Statistiques de pêche 1988–2001. Délégation du bassin Rhône-Méditerranée, Lyon Cedex, France.  
<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/usages-et-pressions/peche/index.php#peche4> avril 2012.

Dogan Bora N, Gül A (2004)  
Feeding biology of *Silurus glanis* (L., 1758) living in Hirfanlı Dam Lake. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science* 28, 471–479.

Dufour E, Gerdeaux D (2001)  
Apports des isotopes stables ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{36}\text{S}/^{34}\text{S}$   $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) aux études écologiques sur les poissons *Cybiurn* 2001, 25(4): 369-382.

- Fijan N, Matasin Z, Jeney Z, Olah J, Zwillenberg L (1984)  
Isolation of Rhabdovirus carpio from sheatfish (*Silurus glanis*) fry. *Symposia Biologica Hungarica* 23, 17– 24.
- Gudger E (1945)  
« Is the giant catfish *Silurus glanis* a predator on man? » *The Scientific Monthly* 61, 451–454.
- INRA  
Les isotopes stables, un outil d'étude des réseaux trophiques lacustres.  
[www.dijon.inra.fr](http://www.dijon.inra.fr) avril 2012.
- Krieg F, Triantafyllidis A , Guyomard R (2000)  
Mitochondrial DNA variation in European populations of *Silurus glanis*. *Journal of Fish Biology* 56, 713–724.
- Lelek A (1987)  
Siluridae. In *The Freshwater Fishes of Europe: Threatened Fishes of Europe*. Vol. 9: 259-263.
- Martino A, Syvaranta 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 (2011).
- Mihalik J (1995)  
*Der Wels. Die Neue Brehm-Bucherei*, 2nd edn. Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 71 pp.
- Mukhamediyeva F, Salnikov V (1980)  
On the morphology and ecology of *Silurus glanis* Linne. in the Khauzkhan Reservoir. *Izvestiya Akademii Nauk Turkmenskoi SSR, Seriya Biologia* 1980, 34–39.
- Omarov O, Popova O (1985)  
Feeding behavior of pike, *Esox lucius*, and catfish, *Silurus glanis*, in the Arakum Reservoirs of Dagestan. *Journal of Ichthyology* 25, 25–36.
- Onema consulté à <http://www.image.eaufrance.fr/poisson/poissons.htm> le 30/03/2012.
- Orlova E (1989)  
Peculiarities of growth and maturation of the catfish, *Silurus glanis*, in the Volga Delta under regulated flow conditions. *Journal of Ichthyology* 28, 35– 45.
- Orlova E, Popova O (1976)  
The feeding of predatory fish, the sheatfish, *Silurus glanis*, and the pike, *Esox lucius*, in the Volga delta following regulation of the discharge of the river. *Journal of Ichthyology* 16, 75–87.

Orlova E, Popova O (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.

Planche B (1987)

Biogéographie, biologie et élevage du silure (*Silurus glanis*, Cypriniformes, Siluridae). Rapport bibliographique de D.E.A. Université de Lyon I, Villeurbanne, 31 pp.

Poulet N, Beaulaton L, Dembski S (2011)

Time trends in fish populations in metropolitan France: insights from national monitoring data *Journal of Fish Biology* (2011) 79, 1436–1452.

Proteau JP, Schlumberger O, Élie P (2008)

Le silure glane 224p.

Schlumberger O, Sagliocco M, Proteau JP (2000)

Biogéographie du silure glane (*Silurus glanis*) : causes hydrographiques, climatiques et anthropiques. *Bulletin français pêche pisciculture* (2001) 357/360, 533-547.

Shikhshabekov M (1978)

The sexual cycles of the catfish, *Silurus glanis*, the pike, *Esox lucius*, the perch, *Perca fluviatilis*, and the pike-perch, *Lucioperca lucioperca*. *Journal of Ichthyology* 18, 457–468.

Syväranta J, Cucherousset J, Kopp D, Crivelli A, Céréghino R (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.

Team 82 consulté sur <http://www.silure-attitude.fr/team82> le 20/04/2012.

Tixier P (1998)

Le silure glane (*Silurus glanis* L.) : biologie, colonisation et impacts. Maîtrise de Biologie Paris, Université de Paris IV, 13p.

Valadou B (2007)

Le silure glane (*Silurus glanis*, L.) en France. Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension. Rapport réalisé pour le Conseil Supérieur de la Pêche, Fontenay-sous-Bois, 92 p.



## Annexe

Nom des 54 stations ayant répertorié la présence de silure en 2000 et 2001

AGEN	LANGON	SAINT-JEAN-SAINT-GERMAIN
ANCHE	LERE	SAINT-LAURENT-DES-HOMMES
AUXONNE	MARNAY	SAINT-LEGER
BOURRET	MATOUQUES	SAINT-LEGER-DES-VIGNES
BRINAY	MOISSAC	SAINT-LIEUX-LES-LAVAU
BROYE-AUBIGNEY-MONTSEUGNY	MOLAY	SAINT-MEDARD-DE-GUIZIERES
CHAMPEY-SUR-MOSELLE	MONCLEY	SAINT-SULPICE
CHARREY-SUR-SAONE	MONHEURT	SAINT-USUGE
CHAUMONT-SUR-THARONNE	MONTJEAN-SUR-LOIRE	TREVOUX
COUFFE	MUIDES-SUR-LOIRE	UCKANGE
DUREIL	NERVIEUX	VERNAISON
EPINAY-SUR-SEINE	NOIZAY	VIENNE
FEURS	PESMES	WILLERWALD
FROIDEFONTAINE	PIQUECOS	LA TRUCHERE
GAMBSHEIM	PONT-SUR-YONNE	LA WANTZENAU
GIVORS	RABASTENS	LE FLEIX
HOMBOURG	RHINAU	SAINT MALO DU BOIS
JONS	SAINT-GAULTIER	TREVOUX

**Lieu, département de capture et taille de 119 silures signalés par pêcheurs amateurs en 2011. Données personnelles**

Lieu de capture	Département	Taille du poisson en cm
Loire	58	145
Saône à Lyon	69	70
Saône à Lyon	69	95
Saône à Lyon	69	193
Saône à Lyon	69	184
Saône à Lyon	69	60
la Marne à Damery	51	148
Tarn	81	162
Moselle a pond a mousson	54	108
Hérault Gignac	34	140
Hérault Gignac	34	120
Hérault Gignac	34	150
La seine à Chatou	78	90

Seine à Chatou	78	80
Rivière Ill dans le Bas Rhin	67	115
la Loire	58	113
Sèvre Nantaise Tiffauges	85	142
Allier, Varennes sur allier	3	168
Allier, St germain des fossé	3	85
Loire à Nevers	58	175
Rhône vers Arles	30	254
Rhône vers Arles	30	157
Rhône vers saint pierre de boeuf	42	163
Rhône vers Givors	69	190
Rhône Arles	13	110
Rhône Arles	13	90
Moselle, Pont-à-Mousson	54	127
La Saône Lyon	69	167
La Saône à Lyon	69	60
L'Authion à Longué jumelles	49	140
Givors Rhône	69	120
Givors sur le Rhône	69	163
St rambert d albon sur le Rhône	38	197
St rambert d albon sur le Rhône	38	197
St rambert d albon sur le Rhône	38	172
Le Tarn a Marssac sur tarn	81	163
Le Tarn a Castelnau de levis	81	96
Etang de chabaud latour, Conde sur escaut	59	110
Saône à St Jean de Losne	21	90
Saône à St Jean de Losne	21	130
Saône à St Jean de Losne	21	100
Saône à St Symphorien sur Saône	21	90
Saône à St Symphorien sur Saône	21	104
Saône à St Symphorien sur Saône	21	35
Saône à St Jean de Losne	21	85
Saône à St Jean de Losne	21	105
Le Rhône a Montélimar	26	185
La Saône à Lyon	69	60
La Saône à Lyon	69	90
La Saône à Lyon	69	70
Rhône	69	178
Rhône	69	60
Rhône	69	70
Rhône	69	85
Rhône	69	190

Rhône	69	75
La Loire à Nevers	58	209
Rhône à Beaucaire	30	137
Authion	49	100
Loing	77	142
Rhône Arles	13	125
Rhône Arles	13	125
Saône à Seurre	21	144
Saône à Seurre	21	166
Saône à Seurre	21	133
Saône à Seurre	21	128
Saône à St jean de losne	21	190
Saône à St jean de losne	21	150
Saône à St jean de losne	21	100
Marne à Damery	51	148
Marne à Damery	51	148
Marne à Damery	51	148
Marne à Damery	51	151
la Moselle à pont a mousson	54	182
la Moselle à pont a mousson	54	124
la Moselle à pont a mousson	54	110
Cosson , huisseau sur cosson	41	58
Sarthe à Morannes	49	45
Vosges	88	84
Saône à mâcon	71	210
Saône	71	215
l'Isle	33	142
l'Isle	33	133
Saône à St jean de losne	21	130
Saône à St jean de losne	21	89
Saône à St jean de losne	21	105
Allier, varennes sur allier	3	136
Loing; Soupes sur loing	77	123
Moselle	57	178
Saône à Seurre	21	144
Saône à Seurre	21	100
Saône à Seurre	21	85
Saône à Seurre	21	95
Saône à Seurre	21	103
Saône à Seurre	21	108
Loire a Nevers	58	136
Petit Rhône à Sylveréal	83	243
La sèvre Niortaise à Coulons	79	120

Saône	71	191
Le Rhône centre Lyon	69	202
Mayenne	49	180
Mayenne	49	70
La Saône à Ouroux sur Saône	71	117
La Saône à Ouroux sur Saône	71	145
La Loire a Chatillon sur Loire	45	175
Saône Lyon	69	75
Saône	69	130
Saône	69	55
Saône entre tournus et chalon	71	232
Saône entre tournus et chalon	71	150
la Sarre à Sarralbe	57	170
lac de loupian	34	56
lac de loupian	34	54
lac de loupian	34	46
lac de loupian	34	19
un caniveau	34	134
canniveau vers meze	34	78
canniveau vers meze	34	97

TOULOUSE 2012

NOM : GUILLAUME  
PRENOM : MATHIEU

TITRE : Démographie et régime alimentaire du silure glane

RESUME : Le silure glane (*Silurus glanis*), est le plus gros poisson d'eau douce d'Europe pouvant atteindre 2,5m et 100kg. Ce prédateur opportuniste est capable de consommer un large éventail de proies (poissons, amphibiens, crustacés, oiseaux, reptiles, oiseaux...). Originaire d'Europe de l'Est, il a connu une forte extension vers l'Ouest et surtout en France. L'étude des données de pêches électriques réalisées en France montrent que le silure a colonisé la quasi-totalité du territoire français sur les 30 dernières années. L'expansion géographique ne s'est pas accompagnée pour autant d'une explosion des populations. Ce travail détaille un comportement de prédation des silures sur pigeons par une technique d'échouage, analogue à celle des orques où les silures utilisent principalement leur odorat et leur sensibilité aux vibrations. Des dosages d'isotopes stables, ont révélé une consommation forte de pigeons pour certains individus. Ceci illustre l'opportunisme alimentaire et les capacités d'adaptation de cette espèce.

MOTS-CLES : Silure, démographie, expansion, pigeon, alimentation, prédation, colonisation.

---

ENGLISH TITLE : Demography and diet of the wels catfish.

ABSTRACT : The wels catfish (*Silurus glanis*), is the largest freshwater fish of Europe which can reach 2,5m and 100kg. This opportunist predator is able to consume a broad range of preys (fish, amphibians, shellfish, birds, reptiles, birds...). Originating in Eastern Europe, he knew a strong extension towards the West and especially in France. The study of the data of fishings electric carried out in France show that the wels catfish colonized the near total of the French territory over the 30 last years. The geographical expansion was not accompanied for all that an explosion populations. This work details a behavior of predation of wels catfish on pigeons by a technique of stranding, similar to that of the orcs where the wels catfish use mainly their sense of smell and their sensitivity to the vibrations. Proportionings of stable isotopes, revealed a strong consumption of pigeons for certain individuals. This illustrates food opportunism and the capacities of adaptation of this species.

KEY WORDS : Wels catfish, demography, expansion, pigeon, food, predation, colonization.