

Le silure glane (*Silurus glanis*, L.) en France. Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension.

Auteur : B. VALADOU (1)

Comité de pilotage :

T. CHANGEUX (2), J.-P. PROTEAU (3), J. BELLIARD (1,*) & O. LEDOUBLE (4)

(2) : IRD, Département des ressources vivantes, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex. 10.

(3) : CEMAGREF, UR Hydrobiologie – Génie piscicole, 361 rue J.F. Breton, 34033 Montpellier Cedex 1.

(4) : CSP, Direction Régionale Bretagne - Basse Normandie, 84 rue du Rennes, 35510 Cesson-Sévigné.

(*) : Adresse actuelle : CEMAGREF, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés, Parc de Tourvoie, BP 44, 92163 Antony Cedex.



Janvier 2007

SOMMAIRE

INTRODUCTION **1**

I – ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	2
1-1) CLASSIFICATION SYSTEMATIQUE	2
1-2) MORPHOLOGIE & ANATOMIE	3
1-3) ECOLOGIE	3
1-4) MATURITE SEXUELLE ET REPRODUCTION	5
1-5) CROISSANCE ET LONGEVITE	6
1-6) ALIMENTATION	9
1-6-1) Le spectre alimentaire	9
1-6-2) La ration alimentaire	10
1-7) COMPETITION ENTRE LE SILURE GLANE ET LES AUTRES PREDATEURS	12
1-8) ORIGINE ET AIRE DE REPARTITION	13
1-8-1) Fossiles	13
1-8-2) En France	14
1-8-3) Dans l’Est de l’Europe	15
1-8-4) Dans le Nord de l’Europe	16
1-8-5) Dans le Bassin Méditerranéen	17
1-8-6) En Asie	17
1-8-7) En Afrique du Nord	17
1-9) STATUT REGLEMENTAIRE ET MESURES DE CONSERVATION	18
1-10) LE SILURE GLANE, UNE ESPECE ENVAHISSANTE ?	19

II – LE SILURE GLANE AU TRAVERS DES DECLARATIONS DES PECHEURS AUX ENGINS, AMATEURS ET PROFESSIONNELS (SNPE) **22**

2-1) PRESENTATION DU SNPE ET DE LA PART RELATIVE DU SILURE GLANE DANS LES CAPTURES	22
2-1-1) Le Suivi National de la Pêche aux Engins	22
2-1-2) Part du silure glane dans les déclarations du SNPE	25
2-2) PROPOSITION D’INDICATEURS POUR SUIVRE LES POPULATIONS DE SILURES GLANES	25
2-2-1) Pourcentage de pêcheur déclarant du silure glane	29
2-2-2) Capture par unité d’effort	29
2-3) EVOLUTION DES POPULATIONS DE SILURE GLANE DE LA SAONE	36
2-3-1) Part du silure glane dans les captures	36
2-3-2) Pourcentage de pêcheur déclarant du silure glane	37
2-3-3) Capture par unité d’effort	37
2-4) BILAN DES RESULTATS DU SNPE	41

III- LE SILURE GLANE AU TRAVERS DES DONNEES DU RESEAU HYDROBIOLOGIQUE ET PISCICOLE ET DE « L’ENQUETE SILURE » **42**

3-1) PRESENTATION DU RHP ET EVOLUTION DE LA COLONISATION DU SILURE GLANE DE 1995 A 2005	42
3-1-1) Le Réseau Hydrobiologique et Piscicole	42
3-1-2) Evolution de la colonisation du silure glane de 1995 à 2005	43

3-1-2-1) <i>Evolution du nombre de stations du RHP occupées par le silure glane</i>	46
3-1-2-2) <i>Evolution de la densité en silure glane dans les stations du RHP</i>	46
3-1-2-3) <i>Cas du Rhône et de la Saône</i>	48
3-2) PREDICTION DE L'EXTENSION DE L'AIRE DE REPARTITION ET <i>PREFERENDA</i> DU SILURE GLANE D'APRES LES DONNEES DU RHP	51
3-2-1) <i>Preferenda</i>	51
3-2-1-1) <i>Méthodologie</i>	51
3-2-1-2) <i>Variables explicatives de la présence du silure glane</i>	52
3-2-2) Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension sur les stations du RHP	55
3-2-2-1) <i>Méthodologie</i>	55
3-2-2-2) <i>Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension</i>	55
3-3) «ENQUETE SILURE» ET PREDICTION DE L'EXTENSION DE L'AIRE DE REPARTITION DU SILURE GLANE	57
3-3-1) «Enquête silure»	57
3-3-1-1) <i>Résultats de «l'enquête silure»</i>	57
3-3-1-2) <i>Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension</i>	63
3-4) MISE EN PARALLELE DE L'ENQUETE ET DES DONNEES DU RHP	72
3-4-1) Répartition actuelle du silure glane sur les stations du RHP et sur le réseau hydrographique français	72
3-4-2) Prédiction de la colonisation du silure glane sur les stations du RHP et sur le réseau hydrographique français	72
<u>DISCUSSION</u>	75
<u>CONCLUSION</u>	79
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Age et taille de maturité sexuelle, période de ponte et fécondité relative du silure glane dans différentes régions du globe (***** : données absentes).	7
Tableau 2 : Spectre alimentaire du silure glane pour différentes zones géographiques (J = juvéniles, SA = sub-adultes, A = adultes)	11
Tableau 3 : Statut du silure glane de diverses régions hydrographiques selon FAME (Fish based Assesment Method for the Ecological statut of european rivers) et les différentes sources bibliographiques utilisées.	20
Tableau 4 : Etat d'avancement de la saisie des déclarations dans les différents secteurs fluviaux du SNPE (Mise à jour août 2006).	24
Tableau 5 : Répartition sectorielle de la part prise par le silure glane dans les captures annuelles moyennes estimées de la période 1999-2002, pour les amateurs et les professionnels (les estimations annuelles des captures totales sont obtenues en divisant les déclarations par le taux de retour ; source : (CHANGEUX 2004)).	26
Tableau 6 : Répartition sectorielle de la proportion de pêcheurs déclarant une capture silure glane à partir des effectifs moyens obtenus pour les amateurs et les professionnels de la période 1999-2002.	30
Tableau 7 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant une capture silure glane pour les amateurs et les professionnels de 1999 à 2002.	30
Tableau 8 : Répartition des moyennes sectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs et les professionnels au cours de la période 1999-2002.	31
Tableau 9 : Evolution des captures par unité d'effort (CPUE) sectorielles de silure glane pour les amateurs (AMAT) et les professionnels (PROF) de 1999 à 2002.	34
Tableau 10 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant du silure glane pour les amateurs et les professionnels de Saône amont entre 1988 et 2005.	38
Tableau 11 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant du silure glane pour les amateurs et les professionnels de Saône aval entre 1988 et 2005.	38
Tableau 12 : Evolution des captures par unité d'effort (CPUE) sectorielles de 1988 à 2005 pour les amateurs (Amat) et les professionnels (Prof) de la Saône amont (Sam) et la Saône aval (Sav).	39
Tableau 13 : Evolution du nombre de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004.	45
Tableau 14 : Résultats de la modélisation pour chacune des variables significatives	54
Tableau 15 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le sandre (SAN).	60
Tableau 16 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le brochet (BRO).	61
Tableau 17 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur la tanche (TAN).	61

Tableau 18 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le poisson-chat (PCH).	62
Tableau 19 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur l'écrevisse américaine (OCL).	62
Tableau 20 : Résultats de la modélisation pour chacune des variables significatives	63
Tableau 21 : Augmentation du nombre de tronçons colonisés selon le modèle de prédiction.	71
Annexe III.a : Evolution de la part prise par le silure glane dans les captures des pêcheurs pour les amateurs et les professionnels de la Saône amont entre 1988 à 2005.	88
Annexe III.b : Evolution de la part prise par le silure glane dans les captures des pêcheurs pour les amateurs et les professionnels de la Saône aval entre 1988 à 2005.	88

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Dessin d'un silure glane. Notez les trois paires de babillons (source : http://www.silurusglanis.free.fr)	2
Figure 2 : Comparaison de la croissance de <i>S. glanis</i> (mâles et femelles confondus) dans différentes régions du monde à l'aide de régressions logarithmiques établies à partir des données issues des publications référencées dans le tableau ci-dessus.....	8
Figure 3 : Carte du bassin du Doubs où se situe le canal Rhin-Rhône et le site d'Huningue (source : fr.wikipedia.org/wiki/Image:FR-Est-hydrographie.png)	15
Figure 4 : Carte de répartition actuelle du silure glane selon les différentes sources bibliographiques consultées. Les zones grisées correspondent aux pays où la présence du silure glane est attestée.....	18
Figure 5 : Répartition des secteurs fluviaux du SNPE.....	24
Figure 6 : Estimation du poids moyen annuel des captures, estimé par groupe d'espèces pour la période 1999-2002, pour les pêcheurs amateurs et professionnels aux engins (lacs alpins compris).....	27
Figure 7 : Répartition sectorielle des estimations du poids moyen annuel des captures de silure glane pour la période 1999-2002, pour les amateurs (blanc) et les professionnels (noir).....	27
Figure 8 : Cartes de la répartition des moyennes sectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs (en haut) et les professionnels (en bas) pour la période 1999-2002.....	32
Figure 9 : Evolution des moyenne intersectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs et les professionnels de 1999 à 2002. Les barres figurent les erreurs standards (Ecart-Type/racine(N)) intersectorielles.	34
Figure 10 : Evolution (régression linéaire) des captures de silure glane par unité d'effort (CPUE) pour les secteurs dont la variabilité est expliquée par l'année pour les amateurs (gauche) et les professionnels (droite), Saône exceptée.....	35
Figure 11 : Evolution de la part prise par le silure glane dans le total des capture des pêcheurs amateurs et professionnels de la Saône aval (Sav) et de la Saône amont (Sam) entre 1988 et 2005.....	36
Figure 12 : Evolution des captures de silure glane par unité d'effort (CPUE) pour les amateurs et les professionnels de la Saône aval et de la Saône amont.	40
Figure 13 : répartition des 663 stations du RHP ayant fait l'objet d'un suivi annuel de 2000 à 2004 (réalisation : O. Ledouble).	44
Figure 14 : Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004 (avec intervalles de confiance).....	45
Figure 15 : Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004 sur les principaux bassins hydrographiques français (avec intervalles de confiance). ...	45
Figure 16 : Evolution de la moyenne des densités en silure glane sur les stations du RHP occupées de 1995 à 2004.....	47

Figure 17 : Evolution de la moyenne des densités en silure glane sur les stations du RHP occupées de 1995 à 2004 sur les principaux bassins hydrographiques français (légende : voir figure 16).	47
Figure 18 : (a) Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane (avec intervalles de confiance) et (b) évolution de la moyenne des densités collectées de 2000 à 2004 sur le bassin hydrographique de la Saône	49
Figure 19 : (a) Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane (avec intervalles de confiance) et (b) évolution de la moyenne des densités collectées de 2000 à 2004 sur le bassin hydrographique du Rhône	50
Figure 20 : Evolution de la probabilité de présence du silure glane sur une station en fonction de : la pente, la distance à la source, la température de l'eau en juillet, la surface du bassin versant, la profondeur de la station, l'altitude, et la largeur du lit	53
Figure 21 : Répartition actuelle (1995-2004) du silure glane et prédiction de son aire de répartition sur les stations du RHP (réalisation : O. Ledouble).	56
Figure 22 : Date de première introduction du silure glane en France selon les résultats de « l'enquête silure ».	58
Figure 23 : Réactions globales des pêcheurs devant l'extension de l'aire de répartition du silure glane dans leur département selon les résultats de « l'enquête silure ».	58
Figure 24 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Adour-Garonne (réalisation : O. Ledouble).	65
Figure 25 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Loire-Bretagne (réalisation : O. Ledouble).	66
Figure 26 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Seine-Normandie (réalisation : O. Ledouble).	67
Figure 27 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (réalisation : O. Ledouble).	68
Figure 28 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Rhin-Meuse (réalisation : O. Ledouble).	69
Figure 29 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Artois-Picardie (réalisation : O. Ledouble).	70
Figure 30 : Répartition actuelle du silure glane en France selon l'étude faite à partir des données RHP et de l'« enquête silure » (réalisation : O. Ledouble).	73
Figure 31 : Prédiction sur la répartition du silure glane en France selon l'étude faite à partir des données RHP et de l'« enquête silure » (réalisation : O. Ledouble).	74

INTRODUCTION

Le silure glane (*Silurus glanis* L.) est l'un des plus grands poissons des eaux continentales françaises où il est considéré comme acclimaté et en extension (KEITH & ALLARDI 1997). Sa taille souvent spectaculaire (record homologué en France : 2,46 m pour 106 kg (LE PÊCHEUR DE FRANCE 2006)) et la multiplication des captures par les pêcheurs amateurs et professionnels ne cessent de provoquer des polémiques. Depuis toujours, le silure glane inspire une certaine méfiance du fait de sa morphologie et des nombreuses légendes dans lesquelles il a une place « d'ogre » sans pareil. D'ailleurs, le proverbe Bohémien « *Un poisson est toujours la proie d'un autre mais le silure glane les mange tous.* » (GUDGER 1945) reflète bien cette réputation. Cependant, malgré un intérêt croissant pour le silure glane, peu de travaux s'attachent à la connaissance de cette espèce.

Effectué à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, ce travail a pour objectif d'apporter des éléments scientifiques et techniques pour une meilleure prise en compte du silure glane dans la gestion des milieux aquatiques. Ainsi, nous devons rendre compte de l'état des populations de silure glane en France et des rapports de compétition interspécifique notamment avec les autres poissons carnassiers, afin de mieux définir le statut de cette espèce. A cela doit s'ajouter une analyse des secteurs de cours d'eau concernés par la présence du silure glane, destinée à établir un modèle prédictif de l'extension de son aire de répartition.

Ce travail, qui s'appuie sur les données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP) et du Suivi National de la Pêche aux Engins (SNPE), a été complété par une enquête effectuée auprès des brigades départementales du CSP.

Afin d'apporter des éléments de réponse concernant les sujets évoqués, ce document comporte trois axes majeurs :

- 1) Une étude bibliographique consacrée à la biologie, à l'écologie et à la répartition mondiale du silure glane ;
- 2) Une analyse des données du SNPE, permettant d'établir la répartition géographique et l'évolution temporelle des populations françaises de silures glanes au travers des déclarations de captures faites par les pêcheurs aux engins, amateurs (récréatifs) et professionnels (commerciaux) ;
- 3) Une analyse des données issues du RHP et de l'enquête qui permettent de préciser la situation actuelle et l'évolution passée des populations de silure glane en France, mais également d'apporter des éléments concernant sa répartition potentielle dans un futur proche.

I – Etude bibliographique

1-1) Classification systématique

Règne : Animal

Embranchement : Vertébrés

Classe : Actinopterygiens

Ordre : Siluriformes

Famille : Siluridae

Genre : *Silurus*

Espèce : *Silurus glanis*

La famille des Siluridae comprend 12 genres et environ 100 espèces dans le monde, dont la plus répandue en Europe est *Silurus glanis*, le silure glane (fig. 1). Ce dernier est le seul représentant de la famille des Siluridae en France. Seule autre espèce européenne de ce genre, *Silurus aristotelis* est confiné au nord-ouest de la Grèce. Les autres espèces connues sont essentiellement représentées en Asie Centrale et du sud-est.

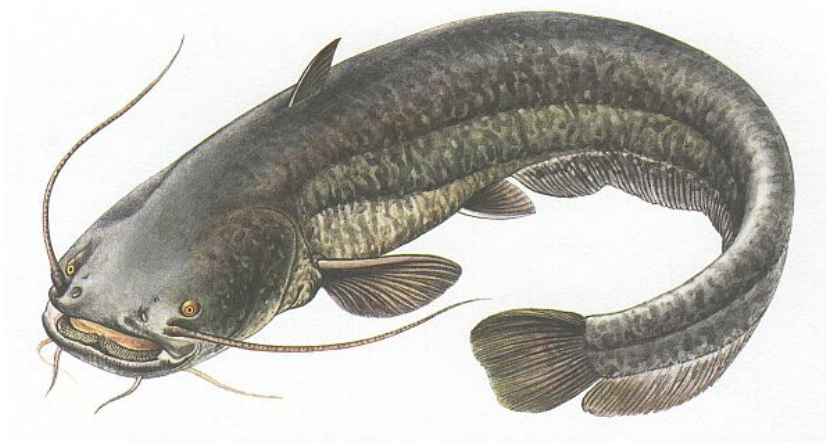


Figure 1 : Dessin d'un silure glane. Notez les trois paires de babillons (source : <http://www.silurusglanis.free.fr>)

1-2) Morphologie & Anatomie

Le corps du silure glane est allongé, large et trapu dans sa partie antérieure, aminci et comprimé latéralement dans sa partie postérieure. La nageoire dorsale est de petite taille contrairement à la nageoire anale qui correspond au 2/3 de la longueur du corps. Cette dernière est séparée de la nageoire caudale arrondie par une échancrure.

Il possède une tête large et aplatie dont la mâchoire est ornée de petites dents en cardes sur les intermaxillaires, la mandibule, le vomer et les pharyngiens. Ces dents forment des râpes et sont orientées vers l'intérieur de la gueule.

Sa grande bouche est munie de six barbillons dont deux très longs sur la mâchoire supérieure et quatre plus courts sur la mandibule (SPILLMANN 1961). La paire de barbillons de la mâchoire supérieure, mobile, est un organe chimio-sensoriel sensible aux stimuli d'ordre olfactif, gustatif et tactile (BRUSLE & QUIGNARD 2001). Ces petits yeux lui confèrent une faible capacité visuelle, largement compensée par une détection acoustique particulièrement développée. En effet, la vessie natatoire gazeuse est libre et reliée à l'oreille interne par les osselets de Weber, ce qui permet au poisson de percevoir une large gamme de vibrations.

Sa peau est dépourvue d'écaille mais recouverte de mucus. La coloration du silure glane varie du vert olive au gris anthracite uni ou marbré selon le milieu environnant ; la face ventrale est claire (SCHLUMBERGER & PROTEAU 2001).

1-3) Ecologie

Le silure est une espèce euryhaline qui se trouve habituellement dans les cours d'eau et les plans d'eau intérieurs, mais peut également se trouver ponctuellement dans les eaux saumâtres et marines côtières. Le silure affectionne le secteur aval des cours d'eau de la zone à brème (WOLTER & BISCHOFF 2001), caractérisé par des eaux calmes, troubles et profondes, les zones d'herbiers, et les lacs et retenues à fonds vaseux (SAAT 2003).

Il présente également une grande résistance à l'hypoxie (GEISTDOERFER & GOYFFON 1991). Sa stratégie d'adaptation aux milieux faiblement oxygénés repose sur le maintien d'une très faible valeur de la pression partielle d'O₂ dans son sang artériel et sur sa capacité à augmenter sa ventilation (MASSABUAU & FORGUE 1995).

Le silure glane est présent sous différents climats et supporte une large gamme de température (3°C à 30°C), ce qui en fait une espèce rustique (SCHLUMBERGER *et al.* 2001). 26°C à 27°C semble être l'intervalle de température optimum pour la croissance du silure glane dans des eaux de qualité (HILGE 1985). Plastique et eurytope, le silure glane supporte une large gamme des conditions écologiques (WOLTER & VILCINSKAS 1996).

Le silure glane est un poisson relativement grégaire qui vit en petits groupes, surtout pendant la phase juvénile (BRUSLE & QUIGNARD 2001). Caché durant le jour, c'est surtout à l'aube et au crépuscule que son activité est marquée ; en effet, à l'instar de certains siluriformes, le silure glane a un rythme d'activité trophique nyctéméral (DOGAN BORA & GÜL 2004) dont le facteur synchroniseur serait le crépuscule (BOUJARD 1999).

La position des ses barbillons mobiles informe sur l'état d'activité du silure glane : lorsqu'ils sont perpendiculaires au corps, il est en position d'attente ou de sommeil, lorsqu'ils sont pointés vers l'avant, il est en pleine activité ou en attitude d'intimidation alors que lorsqu'ils sont sur le côté, il est en attitude de soumission (BARLA 1998).

Lorsque le silure glane est en activité, il chasse d'une façon bien particulière. En effet, il est connu pour avoir une très bonne audition, une électroréception passive et de nombreux récepteurs chimiques sur toute sa surface corporelle. Ainsi, avant d'attaquer sa proie, il nage en suivant le même chemin qu'elle et, grâce à sa ligne latérale ultra-sensible, suit les signaux chimiques et hydrodynamiques émis par celle-ci. Il connaît ainsi la position instantanée, la direction, la distance, le mode de nage et la taille de celle-ci (POHLMANN *et al.* 2001). Finalement, la brusque ouverture de la gueule crée une dépression qui permet au silure glane d'avaler sa proie d'un seul coup.

Lors de la période hivernale, le silure glane se nourrit peu, voire pas du tout, et reste dans les crevasses et les zones profondes du lit de la rivière ou dans le tiers inférieur de la colonne d'eau des lacs où il y a de la vase (LELEK 1987). Au début du printemps, le silure glane effectue des migrations de fraie pour trouver des zones propices à sa reproduction. Au Daghestan (Caucase du Nord) ces migrations commencent lorsque les eaux atteignent 10°C, les silures glanes se rendent alors plus en aval dans la baie d'Agrakhanskiy où ils se nourrissent abondamment. En France, durant la même période et dans les mêmes conditions, le silure glane effectue une migration de pré-fraie, depuis la zone lotique jusqu'à la zone lentique située près des berges (TIXIER 1998) ou plus en aval vers les zones calmes. Cependant, les silures glanes des réservoirs n'ont pas besoin de migrer vers les rivières adjacentes pour se reproduire si les conditions du milieu sont déjà favorables à leur reproduction (HLADIK & KUBECKA 2003).

1-4) Maturité sexuelle et reproduction

Le silure glane a un cycle de reproduction annuel et l'âge de maturité sexuelle varie selon la zone géographique et le sexe (tab. 1), compris généralement entre 3 et 5 ans. La température de l'eau et l'abondance de la nourriture, en tenant compte de la richesse spécifique en proies (ALP *et al.* 2004), sont les principaux facteurs influents sur l'âge de maturité sexuelle. Dans les conditions environnementales optimales, le taux de maturation sexuelle est lié au taux de croissance (ORLOVA 1988).

En rivière, les frayères se situent sur les zones de hauts fonds à proximité des rives arborées (SHIKHSHABEKOV 1979), où les racines et les cavités offrent des abris sûrs. C'est quelques jours avant la ponte que les mâles sélectionnent le substrat sur lequel les femelles pondront (PROTEAU *et al.* sous presse). Il y a alors compétition pour les frayères et les mâles développent une grande agressivité (TIXIER 1998). La zone de ponte est ensuite dégagée par le mâle, dans des racines sous berge ou sur des végétaux, à l'abri de la lumière. Le nid est donc généralement composé d'une litière végétale mais, lorsque le milieu ne présente pas d'endroit approprié, le mâle creuse un nid à même le sédiment, ce qui n'est pas aussi favorable à une bonne éclosion.

La ponte se produit de nuit, lorsque la température de l'eau est supérieure à 20°C pendant une période suffisante (généralement 2 à 3 mois)(HORVATH 1977), après une parade nuptiale au cours de laquelle le mâle entoure le corps de la femelle afin de favoriser l'expulsion des ovules et leur fécondation (SAAT 2003). Si les conditions de températures ne sont pas optimales, une brusque chute de la pression atmosphérique peut aussi induire cette ponte (ABDULLAYEV *et al.* 1978). Le diamètre des ovules varie de 1,8 à 2,2 mm. Au moment de leur expulsion par la papille uro-génitale, ils sont fécondés et gonflent au contact de l'eau pour atteindre 3 à 4 mm de diamètre. Les oeufs ont une couleur brun-vert ou jaune et sont dépourvus de globule lipidique (PROTEAU *et al.* sous presse). Durant l'ovogenèse, de nombreux mucosomes se développent dans l'épithélium folliculaire et libèrent une substance mucopolysaccharidique qui entoure les œufs, leur permettant d'adhérer facilement au substrat au moment de la ponte (RIEHL & PATZNER 1998).

Les silures glanes appartiennent à la guildes reproductrice des «gardiens» (PROTEAU *et al.* sous presse) qui produisent généralement des œufs plus gros que ceux des autres poissons mais en nombre plus réduit (fécondité relative du silure glane : 20 000 à 30 000 ovocytes par kg de femelle) que les parents protègent (BRUTON 1996). Durant la période de développement des œufs, c'est le mâle qui reste près du nid afin de renouveler l'oxygène

ambiant et éviter des dépôts de vase ou de limon en éventant les oeufs par un constant mouvement de la caudale. L'embryogenèse dure 50 à 70 degrés-jours (2,7 jours après une ponte à 22°C) et la phase larvaire dure 4 à 5 jours (SAAT 2003). Dès leur éclosion, les larves vont pouvoir se fixer sur les racines du secteur de ponte grâce à une petite papille ventrale adhésive qui leur permet de ne pas être envasées ou asphyxiées sur le fond. Cette papille provisoire disparaît après quelques jours (BARLA 1998).

1-5) Croissance et longévité

La croissance du silure glane est plus importante dans les premières années de sa vie (fig. 2). Par exemple, dans la Volga, la croissance est de 38 à 48 cm par an avant la maturité sexuelle, et de 5 à 7 cm par an après la maturité sexuelle (ORLOVA 1988). Cette croissance initiale rapide est due, en partie, au fait qu'il ne dépense que très peu d'énergie dans ses mouvements (SAAT 2003) mais dépend essentiellement de l'abondance de la ressource trophique (LELEK 1987) et de la température de l'eau (26,5°C étant la température pour laquelle le gain de poids est le plus important (HARKA 1984)). Aussi, dans le delta de la Volga, le silure glane croît davantage en juin-juillet après s'être alimenté de carpes durant le printemps (ORLOVA 1988).

Il semble que les femelles soient plus grandes que les mâles avant la maturité sexuelle et que ce rapport soit inversé par la suite (CEMAGREF & C.S.P. 1987), comme cela a été démontré dans le barrage de Menzelet (Turquie) où les mâles adultes ont un poids et une taille plus importants que les femelles (ALP *et al.* 2004).

La longévité du silure glane varie de 15 à 20 ans en moyenne, pouvant atteindre jusqu'à 40 ans. Dans les eaux hongroises, par exemple, la longévité du silure glane varie entre 20 et 30 ans (HARKA 1984).

Dans la Seille, en 1987, le silure glane a une croissance exceptionnelle comparable à celle de la population de Sidi Salem (BOUGHEDIR 2006)(fig. 2). A cette époque, la Seille est favorable au silure glane car il y trouve une nourriture abondante et les facteurs abiotiques (température notamment) sont également propices à une bonne croissance (POUYET 1987).

Tableau 1 : Age et taille de maturité sexuelle, période de ponte et fécondité relative du silure glane dans différentes régions du globe (*** : données absentes).**

PAYS (région)	Age de maturité sexuelle	Taille de maturité sexuelle	Période de ponte	Fécondité relative
France (Seille) (CEMAGREF & C.S.P. 1987)	Femelle : 3 ans Mâle : 3 ans	*****	Juin-juillet	*****
Russie (delta de la Volga) (ORLOVA 1988)	Femelle : 2 ans Mâle : 2 ans	Femelle : 51,5 cm Mâle : 51,5 cm	*****	*****
Estonie (SAAT 2003)	Femelle : 4-5 ans Mâle : 3-4 ans	*****	*****	*****
Tunisie (barrage de Sidi Salem) (BOUGHEDIR 2006)	Femelle : 3-4 ans Mâle : 3-4 ans	Femelle : 80 cm Mâle : 72 cm	Juillet-août	20000 ovocytes/kg
Turquie (barrage de Menzelet) (ALP <i>et al.</i> 2004)	Femelle : 4 ans Mâle : 3 ans	Femelle : 86 cm Mâle : 83 cm	Mai-juin	8443 ovocytes/kg
Daghestan (rivière Terek) (SHIKHSHABEKOV 1979)	Femelle : 3-4 ans Mâle : 3-4 ans	*****	Mai-juillet	29000 ovocytes/kg
Ouzbékistan (Zarafshan) (ABDULLAYEV <i>et al.</i> 1978)	Femelle : 3 ans Mâle : 3 ans	Femelle : 42-55 cm Mâle : 42-55 cm	Avril-juin	42114 ovocytes / kg (<i>absolue</i>)

Auteur	Bougedir 2006	Harka 1984	Bizjaev 1952	Probatov 1929	Ristic 1972	Gyurko 1972	Horoszewicz 2003	Abdullayev 1978
Lieu	Sidi Salem (Tn)	Tisza River (Hu)	Don River (Ru)	Ural River (Kz)	Danube (ex-Yu)	Eaux de Roumanie	Vistula River (Pl)	Tuzgan lake (Uz)

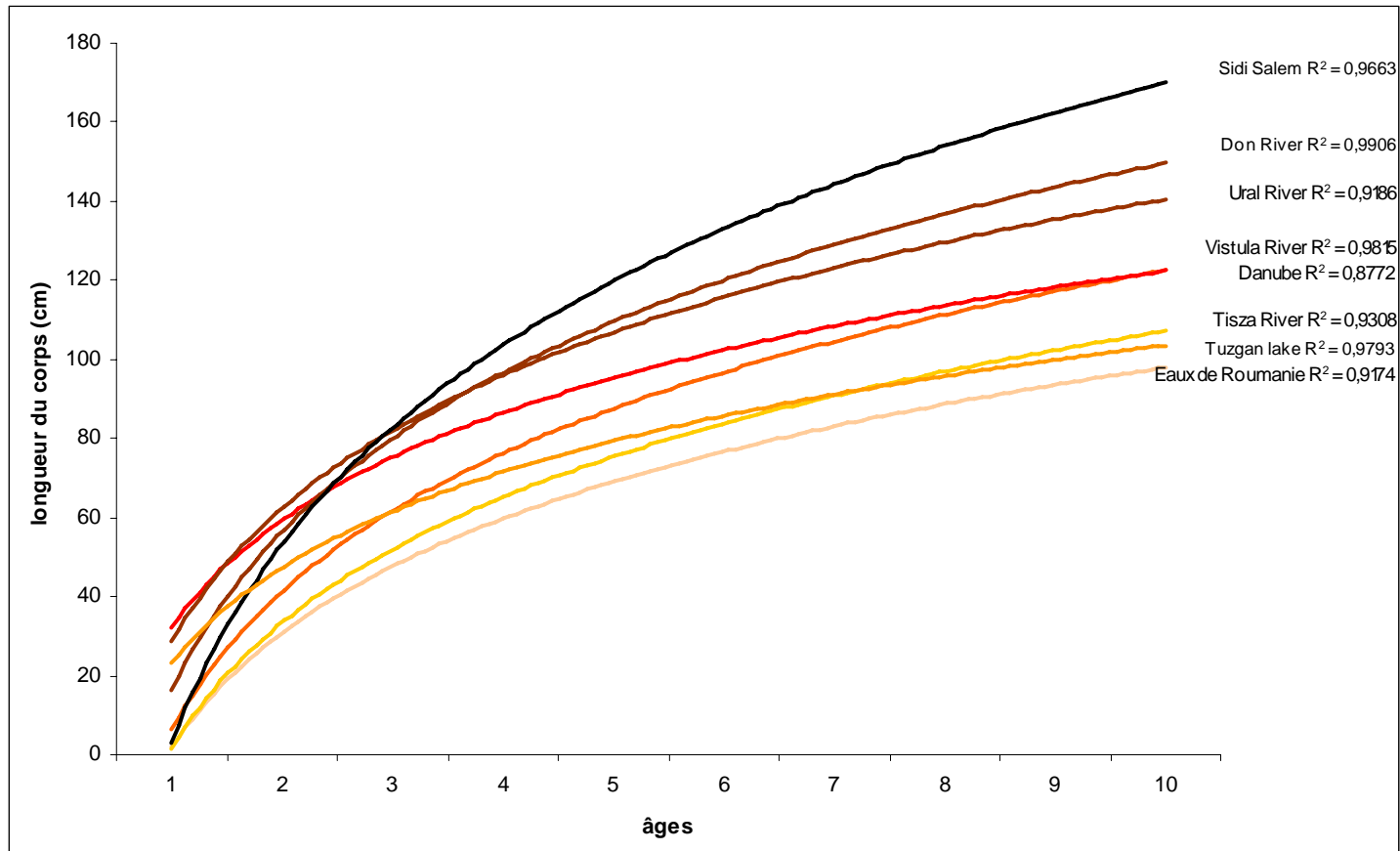


Figure 2 : Comparaison de la croissance de *S. glanis* (mâles et femelles confondus) dans différentes régions du monde à l'aide de régressions logarithmiques établies à partir des données issues des publications référencées dans le tableau ci-dessus.

1-6) Alimentation

Le spectre alimentaire du silure glane est large (tab. 2) et sa ration alimentaire reflète l'éventail des espèces de son habitat (STOLYAROV 1985), ce qui témoigne de son caractère opportuniste. Il se nourrit de préférence la nuit (BOUJARD 1995).

Dans la gestion piscicole des étangs et des plans d'eau, le silure glane est considéré comme un régulateur écologique, en raison de son aptitude à exploiter le poisson fourrage et à éliminer les individus faibles (BRUSLE & QUIGNARD 2001). Il semble aussi être nécrophage et moins enclin au cannibalisme que les autres prédateurs (SAAT 2003).

1-6-1) Le spectre alimentaire

Que ce soit dans le delta de la Volga (ORLOVA & POPOVA 1986) ou dans les cours d'eau de basse altitude d'Ouzbékistan (ABDULLAYEV *et al.* 1978), les juvéniles (4 à 7 cm) se nourrissent principalement d'invertébrés (Cladocera, Gammaridae, Chironomidae). Lorsque le silure glane atteint une taille de 12 cm, la part de poisson dans son régime alimentaire augmente sensiblement, avant qu'il ne devienne essentiellement ichtyophage à l'âge adulte (DOGAN BORA & GÜL 2004), les poissons fourrages constituant plus de 70% de la nourriture des sub-adultes (cohortes 2+).

Considéré comme un prédateur opportuniste, le silure glane se nourrit essentiellement de poissons, de crustacés et de batraciens (tab. 2). Bien que son régime alimentaire dépende avant tout de l'abondance et de l'accessibilité de la ressource, le silure glane apprécie particulièrement le gardon, le rotengle, la tanche, l'ablette, la brème et l'anguille (OMAROV & POPOVA 1985; MUUS & DAHLSTROM 1999). Dans des lacs de Pologne, de la Baltique, tout comme dans le bassin de la Saône en France, où l'écrevisse américaine s'est implantée, elle est devenue une proie de prédilection pour le silure glane puisqu'il s'agit d'une espèce nocturne facile à capturer sur le fond (CZARNECKI *et al.* 2003). L'écrevisse américaine, procure au silure glane un apport énergétique et en calcium favorable à sa croissance et à l'élaboration de son squelette (CHEVALIER 2004).

1-6-2) La ration alimentaire

Les juvéniles de silure glane ont une ration alimentaire journalière élevée ; ils peuvent ingérer jusqu'à 10% de leur masse totale (STOLYAROV 1985). Leur ration alimentaire annuelle est plus importante (300 à 500% du poids total) que pour les individus matures car leur énergie est essentiellement utilisée pour la croissance et la maturité sexuelle (ORLOVA & POPOVA 1986). Au fur et à mesure de leur croissance, la proportion en poisson dans la ration alimentaire augmente (STOLYAROV 1985). Les adultes ingèrent 2 à 3% de leur masse totale par jour (STOLYAROV 1985) et ont une ration alimentaire annuelle qui varie entre 177 et 297% du poids total (ORLOVA & POPOVA 1986).

Dans le réservoir d'Arakum (Daghestan), la ration annuelle du silure glane adulte varie entre 200 et 260% du poids total, dont 23 à 30% correspond à la période printanière, 50% à la période estivale et 5 à 13% à la période automnale (OMAROV & POPOVA 1985). Le silure glane se nourrit très peu, voire pas du tout, en hiver. Dans les eaux du Daghestan, la température de l'eau varie entre 1 et 8°C de novembre à février, ce qui induit un arrêt d'activité chez le silure glane (OMAROV & POPOVA 1985). De même, en Ouzbékistan, dans la province de Khorezm et dans les cours d'eau de la vallée du Zarafshan, les silures glanes ne se nourrissent pas avant que la température de l'eau dépasse 12°C fin mars (ABDULLAYEV *et al.* 1978).

Tableau 2 : Spectre alimentaire du silure glane pour différentes zones géographiques (J = juvéniles, SA = sub-adultes, A = adultes)

		CHEVALIER 2004	DAMIEN 1996	CZARNECKI 2003	MUSS 1999	ORLOVA 1986	DOGAN BORA 2004	OMAROV 1985	ABDULLAYEV 1978	STOLYAROV 1985
		Seille & Saône aval (France)	Loire (France)	lac Goreckie (Pologne)	Scandinavie	Volga (Russie)	barrage Hirfanli (Turquie)	eaux du Daghestan	eaux du Zarafshan (Ouzbékistan)	mer Caspienne
insectes	chironomes					x (J)			x (SA)	
	cladocères					x (J)			x (SA)	
crustacés	gammars					x (J & SA)				
	écrevisses américaine	x (J & A)		x (J & A)		x (A)				
mollusques	corbicules	x (A)								
cyprinidés	juvéniles (0+)					x (SA)			x (SA)	
	rotengle					x (A)		x (A)		x (A)
	brème	x (A)	x (A)		x (A)	x (SA)				x (A)
	ablette				x (A)	x (SA)			x (A)	
	gardon	x (A)	x (A)	x (A)	x (A)	x (SA & A)		x (A)	x (A)	x (A)
	carpe					x (A)			x (A)	x (A)
	tanche					x (A)	x (SA & A)	x (A)		
	carassin							x (A)	x (A)	
carnassiers	perche					x (A)		x (A)		x (A)
	sandre						x (SA & A)			x (A)
autres poissons	poisson-chat	x (A)	x (A)							
	perche-soleil	x (A)								
	anguille				x (A)					
	aloses					x (A)				x (A)
autres	batraciens					x (A)				
	gibier d'eau			x (A)						

1-7) Compétition entre le silure glane et les autres prédateurs

L'analyse de la compétition entre des prédateurs cohabitant dans un même milieu nécessite d'apprécier à la fois la pression de prédation exercée directement entre eux ainsi que le partage de la ressource trophique. La comparaison des traits biologiques et écologiques du silure glane, du brochet et du sandre doit permettre de préciser la nature et le degré de compétition entre ces espèces.

Concernant la période de ponte, celle du brochet se situe entre les mois de février et de mars lorsque la température de l'eau atteint 8°C à 10°C (CHANCEREL 2003), celle du sandre a lieu entre mars et avril lorsque les eaux atteignent 12°C (POULET 2004) et celle du silure glane se situe entre juin et juillet pour une température de 23°C en moyenne. Les brochets se reproduisent sur des sites peu profonds (hauteurs d'eau de 20 à 80 cm), calmes et riches en végétaux. Les silures glanes recherchent aussi des sites de hauts fonds, mais avant tout des lieux avec racines et cavités. A contrario, le sandre préfère des zones plus profondes pour sa reproduction. Ainsi, du fait qu'il n'y ait ni concordance entre les sites de reproduction, ni synchronisation entre les dates de ponte, on peut supposer qu'il n'y a pas de lutte territoriale pour l'accès aux frayères.

Les jeunes stades de silure glane et de brochet sont essentiellement zooplanctonophage (CHANCEREL 2003), recherchant leur nourriture en solitaire dans des milieux ombragés et denses en végétation. Les jeunes sandres, également zooplanctonophage, recherchent leur nourriture en groupe en milieu ouvert (RAAT 1990). Bien qu'il n'y ait pas, à ce stade, de compétition entre ces espèces, compte tenu du décalage temporel dans l'émergence des larves et des différents habitats prospectés, il conviendrait de s'interroger sur les interactions possibles entre les différents stades de ces espèces. A ce jour, aucun travail n'évoque ces aspects.

Par la suite, ces prédateurs diversifient leur alimentation et deviennent ichtyophage. Bien que le brochet et le silure glane aient des régimes alimentaires comparables (ORLOVA & POPOVA 1976; OMAROV & POPOVA 1985), le premier chasse à l'affût de préférence à l'aube et au crépuscule à proximité des berges tandis que le second évolue préférentiellement en pleine eau. De plus, contrairement au silure, le brochet s'alimente à des températures inférieures à 8-12°C et consomme une partie importante de sa ration annuelle en automne.

Enfin, les cours d'eau de faibles gabarits conviennent mieux au brochet qu'au silure glane (CHANCEREL 2003). Malgré des similitudes entre les rations alimentaires des adultes de sandre et de silure glane, le partage de la ressource trophique s'effectue par la taille des proies consommées puisque le sandre consomme de proies plus petites que celles du silure glane (STOLYAROV 1985). Le cannibalisme, peu fréquent chez le silure, est plus répandu chez le sandre et le brochet.

Les rares travaux faisant état des relations entre ces différents prédateurs, considèrent le silure dans son aire de distribution naturelle où il cohabite généralement avec le brochet et le sandre (ORLOVA & POPOVA 1976; OMAROV & POPOVA 1985; STOLYAROV 1985). Ainsi, le silure ne consomme que très rarement du brochet (moins de 3% de la ration annuelle ; (ORLOVA & POPOVA 1976; OMAROV & POPOVA 1985)) mais la prédation exercée sur le sandre peut-être plus importante (jusqu'à 18% de la ration annuelle ; (STOLYAROV 1985; DOGAN BORA & GÜL 2004)). Cette dernière observation est en accord avec le fait que le silure attaque essentiellement des proies en mouvement puisque le sandre présente comme lui une activité nocturne. De la même façon, la prédation exercée sur l'anguille ou sur l'écrevisse, espèces benthiques aux mœurs nocturnes, peut alors être significative.

Il conviendrait cependant d'évaluer la pression exercée sur le stock de poissons fourrages, puisque ces prédateurs consomment tous les mêmes espèces (notamment le gardon), ce qui pourrait induire une compétition inter-spécifique si la ressource devenait limitante et que l'éventail de proies n'était plus assez diversifié (TIXIER 1998). En France, seule une étude d'impact du silure sur les populations de poissons proies est disponible (BARAN & ROCHE 2006) ; la ressource alimentaire de la Saône n'est alors pas considérée comme un facteur limitant au développement du silure (voir note technique en Annexe I).

1-8) Origine et aire de répartition

1-8-1) Fossiles

Les origines de la famille des Siluridae remontent à la fin de l'ère Tertiaire. Cette famille serait originaire de la Laurasia (GAYET & MEUNIER 2003), qui regroupait alors l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie. Toutes les espèces du genre *Silurus* formaient un groupe uniforme ; leur étroite ressemblance génétique, résultant de leurs origines monophylétiques. Le stock ancestral s'est scindé relativement tard, entre le milieu et la fin du Miocène : *Silurus*

aristotelis (endémique de Grèce) s'est différencié de *Silurus glanis*, comme plus tard *Silurus triostegus* (actuellement présent en Iraq et en Iran ; (COAD & HOLCIK 2000)).

Les fossiles les plus anciens de *Silurus sp.*, trouvés en Europe, datent du Miocène moyen ou supérieur et ont été découverts à Gorni Losenez (Bassin de Sofia) en Bulgarie , à Götzendorf, en Autriche (GAUDANT 1994), et à Saint-Bauzile (Bassin du Rhône) en France (GAUDANT 1981). Des fossiles de *S. altus* et de *S. soldatovi* ont été rapportés d'Asie et leur datation se situerait entre le Miocène moyen et le Pliocène inférieur pour ceux trouvés en Russie et entre le Pliocène moyen et le Pliocène supérieur pour ceux trouvés en Chine. Ces espèces sont toujours présentes en Asie. Plus étonnant, des fossiles de *Silurus. sp.*, dont la datation se situerait entre le Miocène moyen et le Pliocène inférieur, ont été trouvés au Japon (GAYET & MEUNIER 2003).

1-8-2) En France

Bien que des fossiles de *Silurus sp.* datant du Miocène aient été trouvés dans le bassin du Rhône, la famille des Siluridae semble avoir disparue durant de longues périodes géologiques en France. En effet, c'est seulement en 1857 que réapparaît cette famille sous le nom de *Silurus glanis* : des sujets ont été disséminés sur une branche du canal Rhin-Rhône (fig. 3) qui longe le site de la pisciculture de Huningue (Alsace), et ont gagné le bassin du Doubs vers 1890 (PROTEAU *et al.* 1993).

Un siècle plus tard, en 1968, un déversement de petits silures glanes dans la Sane morte a été effectué. Cet événement a été suivi d'une extension de l'espèce et d'une présence de plus en plus importantes dans la Saône (CEMAGREF & C.S.P. 1987). La Loire et la Saône sont reliées par le canal du Centre et c'est au cours de cette même période, au début des années 1970, que le silure glane est apparu dans la Loire. A la fin des années 1980, un grand nombre d'affluents de la Loire étaient à leur tour colonisés (DAMIEN 1996).

Après avoir progressivement colonisé la Saône et la Loire, le silure glane est apparu dans le Rhône dans les années 1990 (CARREL *et al.* 1995). Des essais d'acclimatation ont, par ailleurs, été réalisés à la pisciculture de Sylvéreal (Gard) au bord du Petit Rhône peu avant leur signalement dans le Rhône vers 1984 (PROTEAU *et al.* 1993).

Si dans le Bassin Artois-Picardie, la répartition du silure glane semble encore erratique en se limitant à l'Escaut (qui traverse aussi la Belgique et les Pays-Bas), à la Sambre et au barrage du Val Joly (NEPVEU 2002), il y a une véritable explosion des populations dans le Tarn aval, la Garonne moyenne et aval (309 silures glanes ont franchi le barrage de Golfech en 2000), la Dordogne aval et l'Isle aval (EAUFRANCE 2000).

Ce sont donc des introductions volontaires et l'utilisation des canaux trans-bassins par l'espèce qui sont à l'origine de l'extension du silure glane sur le territoire français (PENIL 2004). Alors que la population de silure glane de la Saône était considérée comme stable à la fin des années 1980 (CEMAGREF & C.S.P. 1987), la progression de cette espèce concerne aujourd'hui l'ensemble des grands bassins et semble avoir été particulièrement importante sur ceux de la Loire et de la Garonne après 1995. Initialement cantonné aux grands cours d'eau, le silure glane est aujourd'hui capturé, de plus en plus fréquemment, dans des cours d'eau de taille plus modeste (CSP 2004).

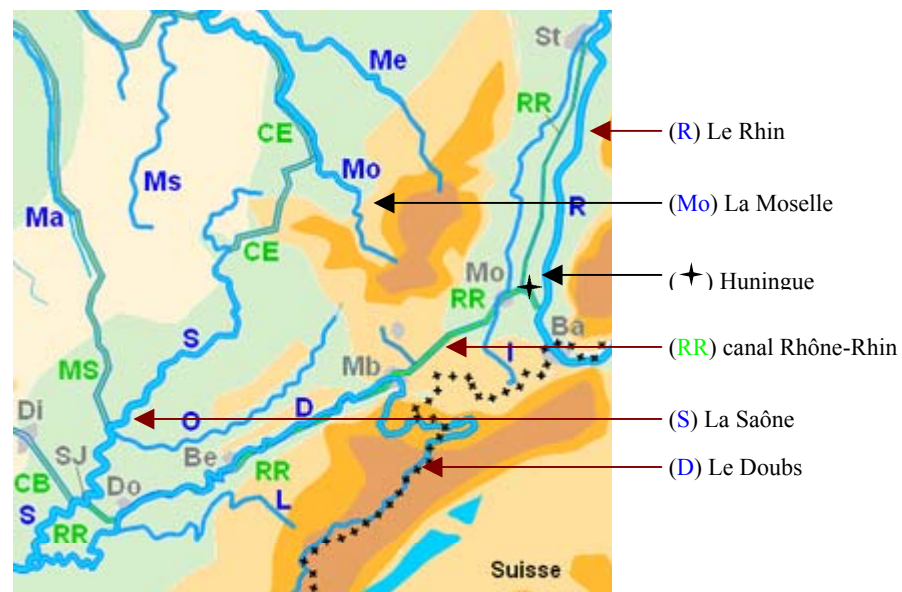


Figure 3 : Carte du bassin du Doubs où se situe le canal Rhin-Rhône et le site d'Huningue (source : fr.wikipedia.org/wiki/Image:FR-Est-hydrographie.png)

1-8-3) Dans l'Est de l'Europe

L'expansion post-glaciaire du silure glane à partir des foyers du Sud-Est de l'Europe (Danube, Dniepr, Volga), où il a trouvé refuge durant les glaciations du quaternaire, a été facilitée à la fois par une période d'optimum climatique et par ses caractères biologiques spécifiques (SCHLUMBERGER *et al.* 2001).

Aujourd'hui, les silures glanes se retrouvent en Europe Centrale et en Europe de l'Est, sur quasiment tous les grands cours d'eau, depuis le Bassin du Rhin à l'Ouest, jusqu'aux bassins des mers Noire, Caspienne, d'Azov et d'Aral au Sud (SAAT 2003).

Les populations de silure glane du bassin hydrographique du Rhin sont des populations indigènes tout comme en Suisse, dans les lacs de Constance, de Morat, de Neuchâtel et de Biemme (PROTEAU *et al.* 1993) et en Allemagne où la population du Rhin a été observé au XVI^{ème} siècle, avant toute introduction (LELEK 1987). En Allemagne, on retrouve aussi le silure glane dans le Main et le Neckar (PORTRAT 1998).

1-8-4) Dans le Nord de l'Europe

Des populations reliques de silure glane se trouvent dans les pays du Nord de l'Europe. En Suède, il semble que la population se soit adaptée au froid car elle vit dans la rivière Emaan et parfois même en mer Baltique. Cette population aurait migré vers la Suède alors qu'un climat continental y régnait et que le lac Ancylus ne s'était pas encore transformé en mer Baltique (NATHANSON 1987). Selon ces mêmes processus, une population s'est retrouvée isolée dans le territoire correspondant au polder du Flévoland, au Nord de Rotterdam, aux Pays-Bas. Cette population de petite taille fait actuellement l'objet de mesures de protection (PHILIPPART & DE WOLF 2004). En Belgique, la découverte de pièces osseuses sur le site de Grognon à Namur permet d'affirmer que le silure glane a vécu dans le bassin de l'Escaut et de la Meuse jusqu'au XVII^{ème} siècle. Par la combinaison des dispersions naturelles de silures glanes sauvages provenant du Rhin et de la Meuse et des réintroductions de poissons non-indigènes, cette espèce est aujourd'hui bien implantée en Belgique, dans toute la Meuse, dans la Sambre et dans divers canaux (PHILIPPART & DE WOLF 2004).

Avant la création de la Manche lors de la période post-glaciaire, les îles Britanniques n'étaient pas séparées du continent et le silure glane aurait pu s'y implanter. Mais il n'y est présent que par introduction depuis un peu plus d'un siècle (LELEK 1987) et poursuit son extension depuis la Tamise. Cette population fait actuellement l'objet d'un suivi (Copp, *com pers*).

Globalement, la distribution du silure glane ne s'étend pas au-delà de l'isotherme 16°C (juillet) dans le Nord de l'Europe, et ses exigences thermiques facilitent plutôt son extension dans les régions méridionales (SCHLUMBERGER *et al.* 2001).

1-8-5) Dans le Bassin Méditerranéen

En Espagne, par le biais d'introductions de la part de pêcheurs amateurs de pêche sportive, le silure glane est présent dans l'Ebre, entre Saragosse et la Méditerranée, depuis 1972. Cette introduction a été accompagnée d'introductions d'espèces « proies » telles le gardon, le goujon, le rotengle et la brème (ELVIRA & ALMODOVAR 2001). Selon les mêmes circonstances, c'est dans le fleuve Pô, que les silures glanes se sont établis en Italie au cours des années 1970 (PORTRAT 1998).

Le silure glane est une espèce autochtone de la partie orientale de la mer Méditerranée. Il est présent dans les bassins hydrographiques qui se jettent dans la mer Egée et dans de nombreuses rivières et de nombreux barrages de Turquie comme à Menzelet (ALP *et al.* 2004) et Hirfanli (DOGAN BORA & GÜL 2004). Cependant, le silure glane avait disparu des eaux continentales grecques et a été réintroduit dans le lac Pamvotis depuis la Hongrie dans les années 1990 (ECONOMIDIS *et al.* 2000).

1-8-6) En Asie

Au Turkmenistan, le silure glane est une espèce autochtone dans le fleuve Amu Darya qui se jette en mer d'Aral, dans la rivière Atrek, dans les petites rivières de l'Ouest et dans les lacs du plateau d'Uzboï. En 1984, des individus issus de la population du fleuve Amu Darya ont été importés avec la carpe (*Cyprinus carpio*), dans la rivière Murgab et dans la rivière Tedgen (SAL'NIKOV 1998). Le silure glane est également autochtone de la république du Daghestan (SHIKHSHABEKOV 1979).

En Chine, des silures glanes provenant de Hongrie et de France ont été introduits à des fins alimentaires et commerciales à la fin des années 1990 (MA *et al.* 2003).

1-8-7) En Afrique du Nord

Le silure glane a été introduit en Tunisie en 1990 dans le cadre du projet de coopération technique CGP/GTZ pour le « développement de la pêche en eau douce dans la Nord de la Tunisie » (BOUGHEDIR 2006). Son introduction dans le barrage de Sidi Salem en 1990, a été accompagnée d'espèces fourrages (carpe commune, gardon et rotengle) dans le but d'accroître la faune de ce barrage et de mettre en place des pêcheries viables.

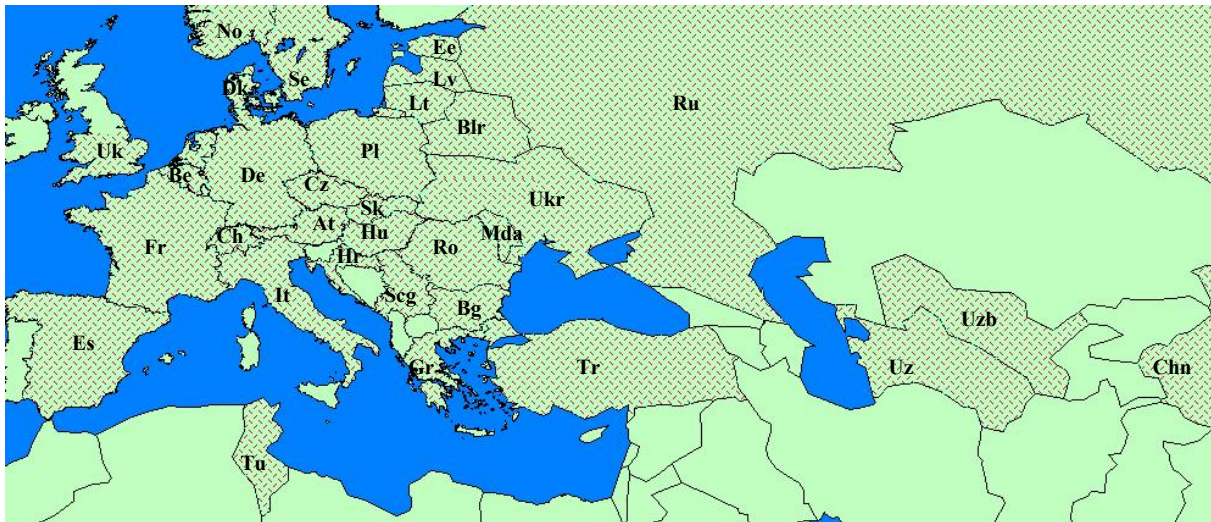


Figure 4 : Carte de répartition actuelle du silure glane selon les différentes sources bibliographiques consultées. Les zones grisées correspondent aux pays où la présence du silure glane est attestée.

1-9) Statut réglementaire et mesures de conservation

Lorsqu'on étudie le statut d'une espèce de poisson d'eau douce, il est nécessaire de raisonner à l'échelle d'un bassin versant. « Autochtone », « native » ou « indigène » se dit d'un taxon présent naturellement dans un bassin donné et dont la dispersion se fait indépendamment de toute intervention humaine (intentionnelle ou non). Cette présence peut être très ancienne ou relativement récente (PERSAT & KEITH 1997). Par opposition, un taxon, dont la dispersion en dehors de son aire de distribution naturelle, profite d'opportunités offertes par l'homme (intentionnelle : introductions... ou non : canaux, empoisonnement...) est dit « allochtone » ou « exotique ».

Pour l'ichtyocénose européenne, le bassin du Danube est le bassin de référence car il est le plus riche en espèces et fut la principale source pour la recolonisation postglaciaire (PERSAT & KEITH 1997). D'ailleurs, le silure glane, comme beaucoup d'autres espèces, y a trouvé refuge lors des dernières glaciations et a augmenté son aire de répartition à la suite du réchauffement climatique. Cependant, quelques populations, reliques de la période glaciaire, ont probablement trouvé refuge loin du bassin du Danube comme en Suède, en Suisse, ou aux Pays-Bas.

A l'échelle de l'Europe (tab. 3), le silure glane est considéré comme globalement menacé compte tenu des risques qui pèsent sur l'espèce dans son milieu naturel (destruction d'habitats par dragages et canalisation, aménagements divers sur les cours d'eau, pollution par les métaux lourds) ou par une pêche excessive (PROTEAU *et al.* sous presse). Cela lui vaut d'être classé dans l'Annexe III ("Espèces de Faune Protégées") de la convention de Berne relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu en Europe (FIERS *et al.* 1997). Du nord au sud, il est protégé par la loi en Estonie (SAAT 2003), dans les eaux berlinoises allemandes (WOLTER & VILCINSKAS 1996) et en Grèce (BOBORI *et al.* 2001) où il est classé espèce autochtone « en danger ». Dans les pays où il est menacé (Finlande, Suède, Pays-Bas et Suisse), la protection du silure impose la protection et la restauration des milieux où l'espèce subsiste, voir même, comme au Pays-Bas, l'interdiction de procéder à son élevage ou d'effectuer des repeuplements (PHILIPPART 1999). En République tchèque, le silure glane n'est pas une espèce considérée comme vulnérable mais nécessite une surveillance particulière (LUSK *et al.* 2004).

En France, le silure glane est une espèce introduite dans les bassins français, hormis celui du Rhin. Acclimaté avec certitude (MAURIN *et al.* 1994), ses populations se maintiennent naturellement et sa répartition géographique ne cesse de s'étendre. L'augmentation de son aire de répartition, dans des bassins où il n'était pas présent auparavant, est d'origine anthropique puisqu'il existe une discontinuité géographique entre sa région d'origine et sa région d'introduction (BOUDOURESQUE 2003) ; le Rhin étant relié aux autres fleuves par des canaux. Bien que le silure glane se reproduise naturellement dans les cours d'eau français, on ne peut lui conférer le terme de « naturalisé » qui implique que l'espèce soit intégrée aux communautés résidentes. Pour ce faire, il faudrait pouvoir affirmer que sa disparition constituerait plus une perturbation qu'un bienfait (COLAUTTI & MACISAAC 2004).

1-10) Le silure glane, une espèce envahissante ?

Une espèce introduite, dont la densité augmente (i.e. prolifération) et dont l'aire de répartition s'étend depuis son point d'introduction, est qualifiée d'« envahissante » si elle menace les écosystèmes, les habitats ou les espèces autochtones (COLAUTTI & MACISAAC 2004) avec des conséquences environnementales et/ou économiques et/ou sanitaires négatives (UNEP 1994; I.U.C.N. 2006). Cette définition réglementaire n'indique pas le degré de perturbation à partir duquel une espèce doit être considérée comme envahissante.

Tableau 3 : Statut du silure glane de diverses régions hydrographiques selon FAME (Fish based Assesment Method for the Ecological statut of european rivers) et les différentes sources bibliographiques utilisées.

Pays	région	statut
Allemagne, Danemark & Pays-Bas	Mer du Nord	autochtone
Allemagne & France	Rhin	autochtone
Allemagne, Autriche, Bulgarie, Croatie, Hongrie, Moldavie, Roumanie, Slovaquie, Serbie & Ukraine	Danube	autochtone
Allemagne, Pologne & République Tchèque	Oder	autochtone
Bulgarie, Moldavie, Russie, Turquie & Ukraine	Mer Noire	autochtone
Daghestan	Baie d'Agrakhanskiy	autochtone
Belgique	Meuse	autochtone
Grèce & Turquie	Bassins hydrographiques de la Mer Egée	autochtone
Létonie & Estonie	Golfe de Riga	autochtone
Lituanie	Niémen	autochtone
Ouzbékistan	Zone du Zarafshan	autochtone
Pays-Bas	Amstel	autochtone
République Tchèque & Allemagne	Elbe	autochtone
Russie	Volga	autochtone
Russie, Biélorussie, Ukraine	Dniepr	autochtone
Suède	Em	autochtone
Suisse	Lacs do Constance et de Morat	autochtone
Turkménistan	Amu Darya	autochtone
Allemagne	Weser, Neckar, Main	allochtone
Belgique, France & Pays-Bas	Escault	allochtone
Chine	Mer de Chine	allochtone
Espagne	Ebre	allochtone
France	Garonne, Loire, Rhône, Seine, Saône	allochtone
Italie	Pô	allochtone
Pologne & Suède	Mer Baltique	allochtone
Royaume-Uni	Yorkshire Ouse, Canal de Bristol, Great Ouse, Medway, Mersey, Severn, Tamise, Trent	allochtone
Tunisie	Barrage de Sidi Salem	allochtone
	Golfe du Lion (mer Méditerranée)	allochtone
	Mer d'Irlande	allochtone
	Mer Ionniène	allochtone
	Océan Atlantique Nord	allochtone
Danemark & Suède	Kattegad	?
Norvège	Skagerrak	?
Pologne	Vistula	?

Seule une faible proportion des espèces deviennent envahissantes après leur importation sur un nouveau territoire: en effet, environ 10% des espèces importées se disséminent dans le nouvel habitat ; seules 10% d'entre elles sont à même de s'y établir durablement ; enfin, 10% seulement des espèces naturalisées deviennent envahissantes. En somme, environ une espèce importée sur mille est susceptible de causer des problèmes écologiques ou économiques (WILLIAMSON 1996; SCHAFFNER 2005).

Les principaux risques liés à la présence d'une telle espèce dans le milieu aquatique sont (I.U.C.N. 2006) :

- Une perte de la biodiversité autochtone (compétition inter-spécifique, risques sanitaire...);
- Une altération du fonctionnement des écosystèmes aquatiques (déséquilibre biologique, asphyxie du milieu, colmatage...);
- Un impact économique (espèce d'intérêt halieutique en déclin...).

Actuellement, aucune étude ne qualifie un potentiel impact économique de l'introduction du silure glane en France et bien qu'aucune maladie spécifique au silure glane ne soit connue à ce jour, il est porteur de maladies communes à d'autres poissons. D'ailleurs, il est listé dans les hôtes sensibles à la nécrose hématopoïétique épizootique et à la virémie printanière de la carpe qui, selon le code sanitaire pour les animaux aquatiques, sont des maladies à déclaration obligatoire en vue de protéger les piscicultures. Sur ces bases, le silure ne peut être qualifié d'espèce envahissante. Cependant, nombreux sont les pêcheurs amateurs qui déplorent l'expansion du silure, y compris les pêcheurs aux engins se plaignant de sa présence en raison des dégâts qu'il cause à leurs filets.

Par ailleurs, il faut noter la difficulté d'évaluer le potentiel d'altération d'une espèce dans le fonctionnement d'un écosystème, notamment pour les cours d'eau qui correspondent à des systèmes ouverts (à l'inverse des plans d'eau). L'absence actuelle de résultats concernant la compétition inter-spécifique, particulièrement vis-à-vis de la ressource trophique ne permet pas de conclure. En conséquence, déterminer le statut d'espèce envahissante du silure dans les différents bassins français, nécessite la mise en œuvre de travaux complémentaires.

II – Le silure glane au travers des déclarations des pêcheurs aux engins, amateurs et professionnels (SNPE)

Une première partie présentera le dispositif de collecte et de stockage des données avec un point particulier sur la part prise par le silure glane dans les pêcheries étudiées et sur la définition d'indicateurs pertinents. La deuxième partie sera consacrée à la description de la répartition géographique du silure glane. Dans une troisième partie, l'évolution temporelle des populations sera abordée, d'abord à l'échelle nationale puis par secteur. Enfin, la dernière partie traitera du cas particulier du bassin de la Saône.

2-1) Présentation du SNPE et de la part relative du silure glane dans les captures

2-1-1) Le Suivi National de la Pêche aux Engins

Le Suivi National de la Pêche aux Engins (SNPE) est un dispositif centralisé de collecte et de restitution des déclarations des pêcheurs aux engins, amateurs et professionnels, admis sur le domaine public fluvial¹. L'Etat délivre à chaque pêcheur une autorisation nominative (licence ou bail) par lot de pêche (tronçon de cours d'eau de longueur située entre 3 et 20 km). Le pêcheur doit déclarer individuellement « au fur et à mesure, pour chaque espèce de poissons, chaque sortie de pêche et chaque type d'engin utilisé, les résultats de sa pêche sur une fiche mensuelle. Toute absence de déclaration de pêche peut donner lieu au retrait de la licence après une mise en demeure »².

Pour respecter la confidentialité des restitutions³ et la zonation biologique amont-aval des cours d'eau, il a été distingué 22 secteurs fluviaux dans les analyses (fig. 5). Ces secteurs respectent généralement le découpage hydrographique par grande confluence (par exemple, la Saône amont et aval sont limitées par la confluence avec le Doubs). Seuls les secteurs estuariens sont limités en amont par la limite administrative au delà de laquelle la pêche n'est plus admise. Il faut également ajouter à ces 22 secteurs fluviaux, les trois principaux lacs alpins (Annecy, Bourget, Léman).

¹ Rassemble les grands cours d'eau et plans d'eau navigables.

² Arrêté du 17 novembre 2003. NOR: DEVE0320392A

³ Regroupement minimum de 5 amateurs ou de 3 professionnels, selon les règles INSEE.

Actuellement, la base de données du SNPE rassemble les déclarations des pêcheurs des différents secteurs fluviaux (tab. 4). Un bilan des 4 années de suivi disponibles à l'échelle nationale (1999-2002) est consultable sur le site Internet du CSP (CHANGEUX 2004). Le suivi des secteurs du Rhône et de la Saône ont débuté dès 1988. Un bilan 1988-2001 est disponible sur le site Internet de la DIREN-Rhône-Alpes (CHANGEUX *et al.* 2003). La saisie a été complétée jusqu'en 2005 pour les secteurs de la Saône (aval et amont), ce qui représente une chronique ininterrompue de 18 ans. Les lacs alpins disposent de chroniques annuelles agglomérées qui remontent au début du XX^{ème} siècle. Actuellement, un dispositif de contrôle particulier, plus strict, fiabilise ces déclarations qui sont directement exploitables pour les captures ciblées (salmonidés, carnassiers).

Pour la plupart des secteurs fluviaux où le suivi est plus récent, la totalité des pêcheurs ne déclarent pas leurs captures. Il est donc nécessaire de procéder à une estimation des captures réelles à partir des déclarations. Cette estimation est calculée en corrigeant les déclarations sur la base du taux de retour des déclarations (nombre de pêcheur déclarants divisé par le nombre d'autorisations délivrées, ce qui revient à faire l'hypothèse que les pêcheurs n'ayant pas déclaré ont fait en moyenne les même captures que ceux qui on déclaré). Sur la période 1999-2002, le taux de déclaration est en moyenne de 63% pour les professionnels et de 51% pour les amateurs. Les déclarations faites uniquement en nombre sont converties en poids en utilisant le poids unitaire moyen de 6,69 kg, obtenu à partir des captures déclarées en poids et en nombre.

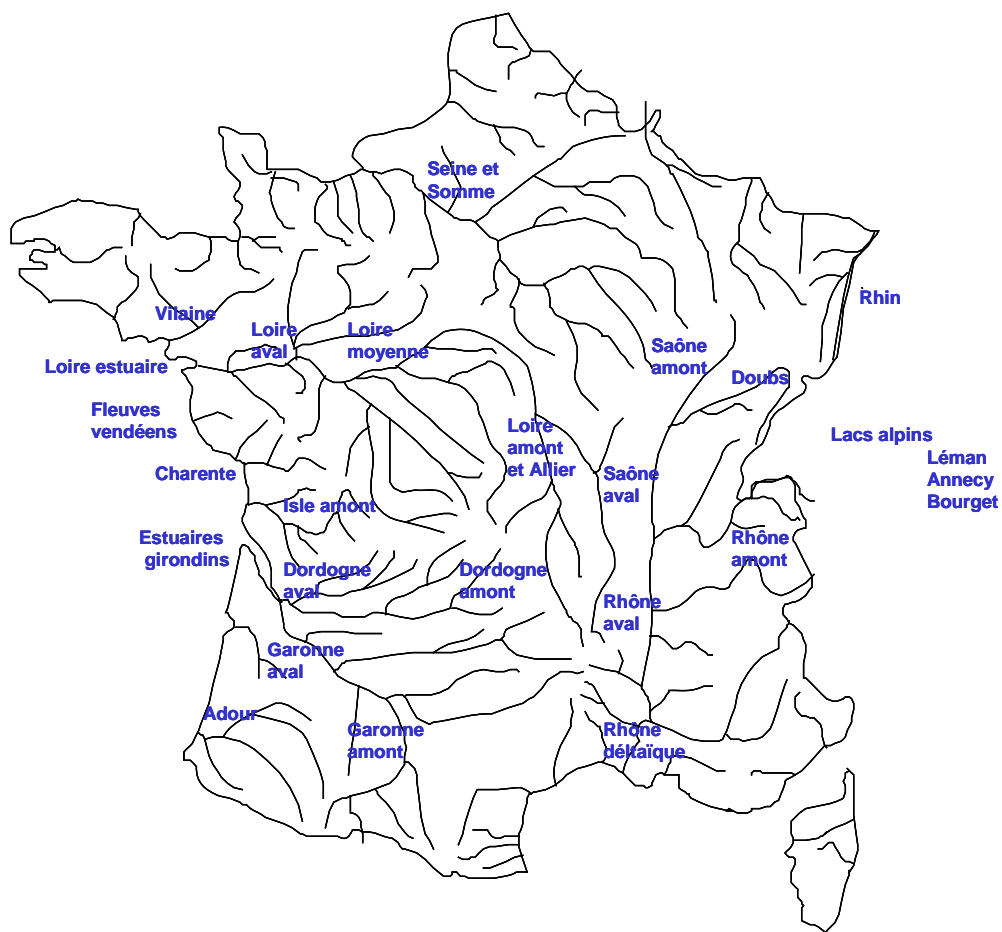


Figure 5 : Répartition des secteurs fluviaux du SNPE.

Tableau 4 : Etat d'avancement de la saisie des déclarations dans les différents secteurs fluviaux du SNPE (Mise à jour août 2006).

Secteur	Début	Fin	Secteur	Début	Fin
Adour(a)	nov-98	juil-03	Loire aval	janv-99	juil-03
Charentes	janv-99	juil-03	Loire estuaire (b)	janv-98	juil-03
Dordogne amont	janv-99	juil-03	Loire moyenne	janv-99	juil-03
Dordogne aval	janv-99	juil-03	Rhin	janv-99	juil-03
Doubs	janv-97	juil-03	Rhône amont	janv-88	juil-03
Estuaires girondins	juil-99	juil-03	Rhône aval	janv-88	juil-03
Fleuves vendéens	janv-99	juil-03	Rhône deltaïque	janv-88	juil-03
Garonne amont	janv-99	juil-03	Saône amont	janv-88	déc-05
Garonne aval	janv-99	juil-03	Saône aval	janv-88	déc-05
Isle amont	janv-99	juil-03	Seine et Somme	janv-99	juil-03
Loire amont et Allier	janv-99	juil-03	Vilaine	janv-91	juil-03

(a) début en janvier 98 pour les amateurs

(b) début en janvier 99 pour les amateurs

Lacs Alpains : déclarations préexistantes informatisées

Départements 44,49,24 : déclarations préexistantes non informatisées

Départements 33 : suivi scientifique des professionnels

2-1-2) Part du silure glane dans les déclarations du SNPE

Le silure glane représente 34,4 t/an sur un total de 1580,2 t/an estimées tout secteurs et espèces confondus, soit 4% des captures (tab. 5 et fig. 6). Pour les amateurs, il représente 7% des prises, contre seulement 1% des prises professionnelles (tab. 5). C'est donc une espèce très nettement minoritaire, en particulier chez les professionnels qui exploitent essentiellement des migrateurs (aloses, lamproies, anguille) et des salmonidés (omble chevalier, corégone). Les amateurs, avec en moyenne 22,6 t/an par an, capturent environ deux fois plus de silures glanes que les professionnels (11,9 t/an) alors qu'ils prélèvent globalement quatre fois moins de poissons toutes espèces confondues (329 t/an et 1251 t/an respectivement pour les amateurs et les professionnels). L'examen de la répartition du total des captures de silure glane par secteur (tab. 5 et fig. 7) met en avant les secteurs de la Saône aval et de la Loire moyenne, avec respectivement 10,5 t/an et 9,2 t/an, ce qui représente pour chacun de ces secteurs l'équivalent d'un tiers du total national des estimations de captures de silure glane. Si en Saône se sont les professionnels qui capturent la majorité des silures (soit 64%), les captures en Loire moyenne, comme partout ailleurs (Saône et Dordogne exceptés) diffèrent en ce sens qu'elles sont essentiellement réalisées par des amateurs. Toutefois, ces résultats dépendent de l'effort de pêche pratiqué puisque par exemple le faible effort de pêche réalisé dans le Rhin ne rend pas compte de l'abondance du silure dans ce secteur, de même que l'absence de pêche aux engins occulte l'abondance du silure dans une rivière comme la Moselle. Comme le silure glane n'est pas explicitement indiqué dans les fiches des pêcheurs des lacs alpins, les informations collectées sont occasionnelles. Cependant, des silures glanes ont été capturés dans le lac du Bourget au début des années 1990 et cette espèce y est toujours présente, un spécimen ayant été capturé durant l'été 2006 (B.M.I. Alpes, com. pers. 2006).

2-2) Proposition d'indicateurs pour suivre les populations de silures glanes

Le silure glane est une espèce peu abondante dans les captures excepté pour les amateurs et les professionnels de Saône aval ainsi que pour les amateurs de Loire moyenne et aval. Il s'agit généralement d'une espèce accessoire car sur un total de 10239 sorties de pêche capturant du silure glane, seules 1870 sorties (18%) ciblent principalement cette espèce.

Tableau 5 : Répartition sectorielle de la part prise par le silure glane dans les captures annuelles moyennes estimées de la période 1999-2002, pour les amateurs et les professionnels (les estimations annuelles des captures totales sont obtenues en divisant les déclarations par le taux de retour ; source : (CHANGEUX 2004)).

Secteur	Amateurs			Professionnels			Total		
	Toute espèce (kg)	Silure (kg)	%	Toute espèce (kg)	Silure (kg)	%	Toute espèce (kg)	Silure (kg)	%
Saône aval	14 257	3 788	27%	51 362	6 685	13%	65 619	10 473	16%
Loire moyenne	37 615	8 454	22%	37 501	760	2%	75 116	9 214	12%
Doubs	3 868	1 153	30%	14 363	598	4%	18 231	1 751	10%
Saône amont	4 672	570	12%	11 016	885	8%	15 688	1 455	9%
Dordogne aval	2 357	379	16%	12 391	899	7%	14 748	1 278	9%
Garonne amont	19 218	1 453	8%	1 868	0	0%	21 086	1 453	7%
Rhône amont	10 397	942	9%	9 810	422	4%	20 207	1 364	7%
Rhône aval	9 301	948	10%	10 430	162	2%	19 731	1 110	6%
Loire amont et Allier	4 981	256	5%	716	10	1%	5 697	266	5%
Dordogne amont	10 961	23	0%	12 358	951	8%	23 319	974	4%
Isle amont	2 134	69	3%	0	0	-	2 134	69	3%
Loire aval	33 712	2 500	7%	86 741	70	0%	120 453	2 570	2%
Rhône deltaïque	3 889	160	4%	11 283	157	1%	15 172	317	2%
Fleuves vendéens	9 084	180	2%	276	2	1%	9 360	182	2%
Rhin	840	14	2%	11 075	134	1%	11 915	148	1%
Loire estuaire	6 749	262	4%	25 418	22	0%	32 167	284	1%
Vilaine	14 600	144	1%	6 999	8	0%	21 599	152	1%
Seine et Somme	0	0	-	11 425	69	1%	11 425	69	1%
Adour	4 464	111	2%	27 999	31	0%	32 463	142	0%
Estuaires girondins	69 678	1 139	2%	322 093	13	0%	391 771	1 152	0%
Garonne aval	5 141	8	0%	10 420	0	0%	15 561	8	0%
Charentes	6 965	6	0%	6 599	0	0%	13 564	6	0%
Lac Léman	24 895	0	0%	512 644	0	0%	537 539	0	0%
Lac du Bourget	1 332	0	0%	40 301	0	0%	41 633	0	0%
Lac d'Annecy	27 930	0	0%	16 155	0	0%	44 085	0	0%
Total	329 040	22 559	7%	1 251 243	11 878	1%	1 580 283	34 437	4%

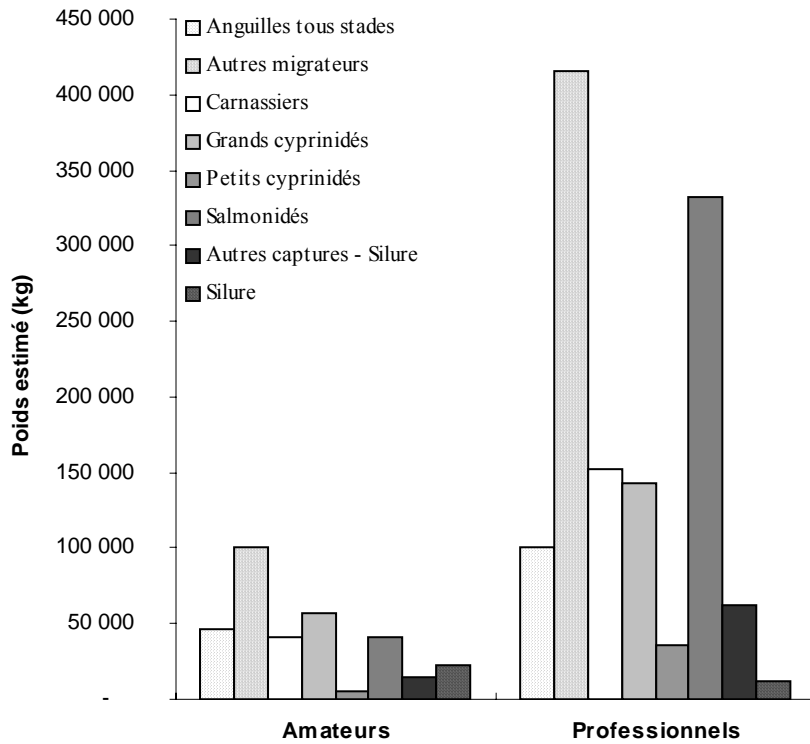


Figure 6 : Estimation du poids moyen annuel des captures, estimé par groupe d'espèces pour la période 1999-2002, pour les pêcheurs amateurs et professionnels aux engins (lacs alpins compris).

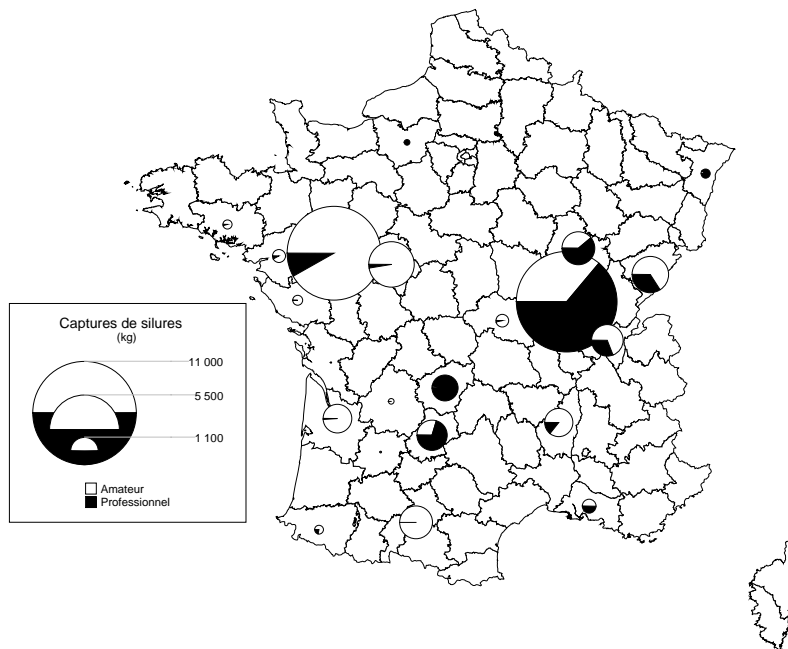


Figure 7 : Répartition sectorielle des estimations du poids moyen annuel des captures de silure glane pour la période 1999-2002, pour les amateurs (blanc) et les professionnels (noir).

Pour cette raison, la distinction entre les captures ciblées ou accessoires, ne sera pas faite dans la suite du document.

Le SNPE, permet de construire de nombreux indicateurs pour suivre la répartition géographique et l'évolution des populations de silures glanes mais aussi l'abondance de ces populations.

Les captures de silure glane dépendent non seulement de l'abondance du poisson, mais aussi des caractéristiques de la pêche et notamment :

- du statut des pêcheurs (professionnel ou amateur) ;
- du nombre de pêcheurs concernés ;
- de l'activité des pêcheurs (nombre de sortie, durée de pêche...) ;
- des engins utilisés, de leur nombre et de leur efficacité ;
- des saisons et du type de milieux prospectés ;
- de la taille des secteurs prospectés.

Afin d'obtenir des informations plus précises sur la pêche du silure glane, nous avons choisi d'utiliser les indicateurs suivants :

- part relative des pêcheurs déclarant au moins une capture de silure glane en agglomérant par statut, secteur et année ;
- biomasse de silure glane capturée par unité d'effort (CPUE, calculée en faisant le ratio de la somme des captures par la somme du nombre de jours de pêche, agglomérés par statut, secteur et année).

Ces indicateurs sont calculés pour chaque catégorie de pêcheurs (amateur ou professionnel), par secteur et par année.

2-2-1) Pourcentage de pêcheur déclarant du silure glane

Sur les secteurs de la Saône, du Rhône, du Doubs et de Loire moyenne, la proportion de pêcheurs déclarant capturer du silure glane est relativement importante (>30% ; tab. 6) quel que soit leur statut et ce y compris pour des populations de pêcheurs conséquentes comme les amateurs de Loire moyenne (n = 708) ou de Saône aval (n = 168). A l'opposé, pour les secteurs d'estuaire et du littoral atlantique, la proportion de pêcheurs déclarant capturer du silure glane est généralement faible (<10%).

Globalement, la proportion de pêcheur déclarant une capture de silure glane varie de 14% à 21% entre 1999 et 2002 (tab.7) et est relativement stable selon le statut considéré. Chez les amateurs cette proportion est de l'ordre de 21% (excepté en 1999) tandis qu'elle est légèrement plus faible chez les professionnels (de 13 à 17%).

2-2-2) Capture par unité d'effort

L'analyse des captures par unité d'effort (tab. 8 & fig. 8), confirme que, quel que soit le statut des pêcheurs, les biomasses de silure glane collectées sont plus élevées dans les secteurs du Rhône, de la Saône et du Doubs. Ainsi, dans ces secteurs, les captures des amateurs varient de 0,5 à 1 kg/j tandis que pour les professionnels elles dépassent 1 kg/j pour atteindre au maximum 3 kg/j en Rhône amont. Ces captures conséquentes pourraient témoigner d'un ciblage de l'espèce dans ces secteurs. Les moindres captures réalisées par les amateurs s'expliquent par le moindre effort de pêche qui leur est permis d'exercer quotidiennement (type et nombre d'engins). Les CPUE sont extrêmement faibles ($\leq 0,05$) pour les secteurs d'estuaire et du littoral atlantique.

Tableau 6 : Répartition sectorielle de la proportion de pêcheurs déclarant une capture silure glane à partir des effectifs moyens obtenus pour les amateurs et les professionnels de la période 1999-2002.

Amateurs				Professionnels			
Secteurs	Déclarant	Silure	Ratio	Secteurs	Déclarant	Silure	Ratio
Doubs	8,3	5,0	61%	Seine et Somme	1,8	1,8	100%
Saône aval	168,3	86,3	51%	Saône amont	4,0	3,8	94%
Rhône deltaïque	14,3	5,8	40%	Rhin	5,0	4,5	90%
Saône amont	66,5	24,0	36%	Saône aval	19,3	14,0	73%
Rhône aval	87,8	31,5	36%	Loire moyenne	7,3	5,0	69%
Loire moyenne	708,3	217,8	31%	Doubs	7,3	4,0	55%
Dordogne aval	30,3	8,0	26%	Dordogne aval	7,0	3,5	50%
Isle amont	25,8	5,5	21%	Fleuves vendéens	0,5	0,3	50%
Rhône amont	100,5	18,0	18%	Rhône amont	3,5	1,5	43%
Loire aval	356,0	62,0	17%	Rhône aval	3,3	1,3	38%
Garonne amont	125,0	21,3	17%	Loire amont et Allier	1,8	0,5	29%
Loire amont et Allier	89,8	14,3	16%	Dordogne amont	18,3	3,8	21%
Vilaine	167,0	16,0	10%	Loire aval	17,3	3,3	19%
Rhin	21,5	2,0	9%	Rhône deltaïque	1,8	0,3	14%
Loire estuaire	72,3	4,5	6%	Loire estuaire	32,5	2,3	7%
Fleuves vendéens	202,8	8,5	4%	Vilaine	4,0	0,3	6%
Estuaires girondins	223,3	7,3	3%	Adour	101,5	1,3	1%
Dordogne amont	83,8	2,5	3%	Estuaires girondins	83,5	0,5	1%
Garonne aval	31,3	0,8	2%	Isle amont	-	-	0%
Adour	138,5	2,8	2%	Garonne amont	2,3	-	0%
Charentes	61,5	0,8	1%	Garonne aval	1,8	-	0%
Seine et Somme	-	-	0%	Charentes	15,0	-	0%
Lac Léman	inconnu	-	-	Lac Léman	inconnu	-	-
Lac du Bourget	inconnu	-	-	Lac du Bourget	inconnu	-	-
Lac d'Annecy	inconnu	-	-	Lac d'Annecy	inconnu	-	-
Total	2 782,3	544,3	20%	Total	338,3	51,5	15%

Tableau 7 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant une capture silure glane pour les amateurs et les professionnels de 1999 à 2002.

		1999	2000	2001	2002
Amateur	Nb de pêcheurs déclarant des captures	3 401	2 743	2 429	2 556
	Nb de pêcheurs déclarant du silure	565	568	509	535
	%	17%	21%	21%	21%
Professionnel	Nb de pêcheurs déclarant des captures	374	353	318	308
	Nb de pêcheurs déclarant du silure	63	46	44	53
	%	17%	13%	14%	17%

Tableau 8 : Répartition des moyennes sectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs et les professionnels au cours de la période 1999-2002.

Amateurs		Professionnels	
Secteur	CPUE(kg/j)	Secteur	CPUE(kg/j)
Doubs	1,05	Rhône amont	3,02
Saône aval	1,04	Saône aval	2,77
Rhône aval	0,95	Dordogne aval	2,58
Saône amont	0,72	Saône amont	2,13
Rhône amont	0,54	Rhône aval	1,13
Loire moyenne	0,51	Fleuves vendéens	1,13
Garonne amont	0,50	Doubs	1,00
Dordogne aval	0,38	Dordogne amont	0,96
Loire aval	0,21	Seine et Somme	0,72
Rhône deltaïque	0,21	Loire moyenne	0,42
Loire amont et Allier	0,18	Rhône deltaïque	0,32
Isle amont	0,16	Rhin	0,23
Loire estuaire	0,11	Loire amont et Allier	0,19
Estuaires girondins	0,05	Loire aval	0,04
Fleuves vendéens	0,05	Vilaine	0,02
Adour	0,04	Loire estuaire	0,01
Vilaine	0,03	Adour	0,00
Rhin	0,02	Estuaires girondins	0,00
Dordogne amont	0,01	Charentes	0,00
Garonne aval	0,01	Garonne amont	0,00
Charentes	0,00	Garonne aval	0,00
Lac Léman	0,00	Lac Léman	0,00
Lac du Bourget	0,00	Lac du Bourget	0,00
Lac d'Annecy	0,00	Lac d'Annecy	0,00
Seine et Somme	-	Isle amont	-
Moyenne	0,282	Moyenne	0,695

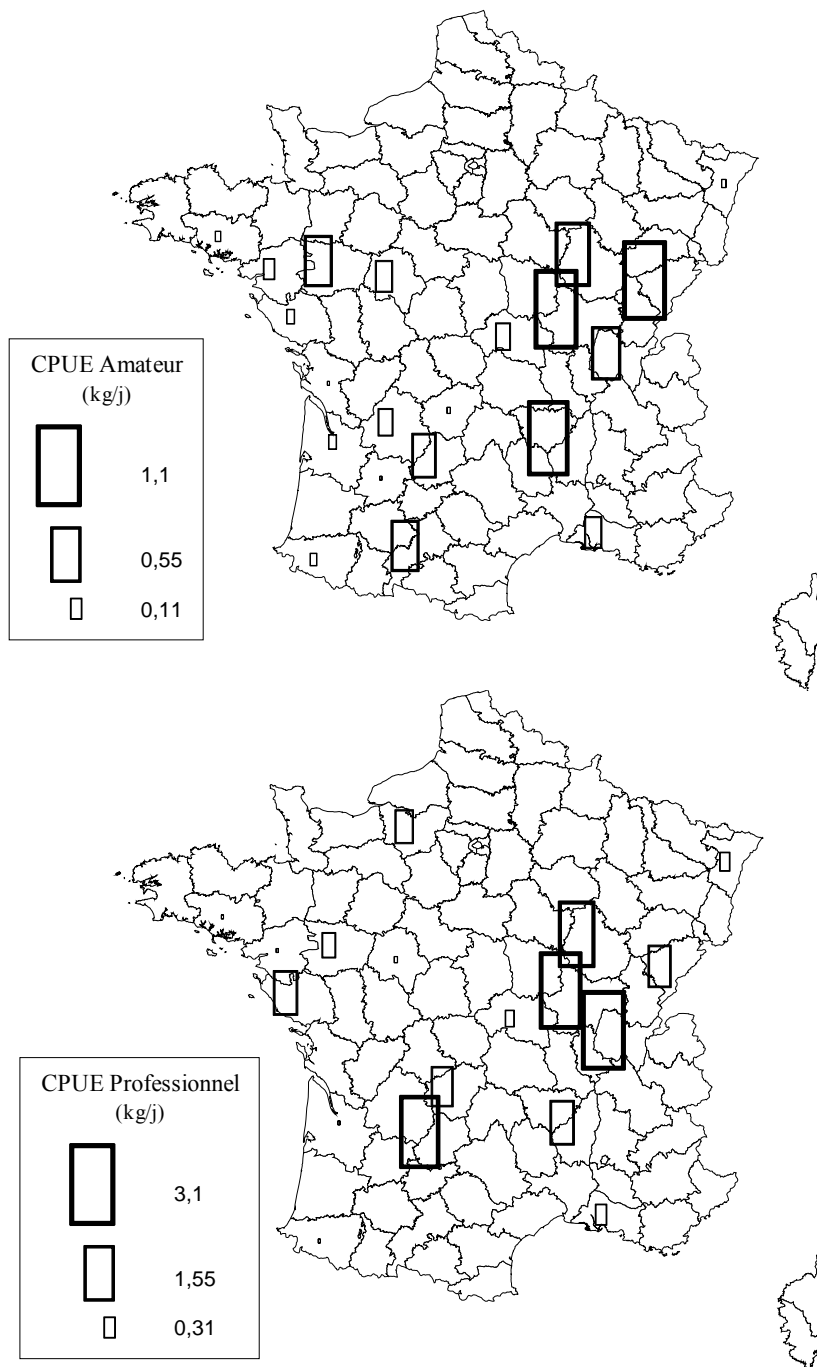


Figure 8 : Cartes de la répartition des moyennes sectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs (en haut) et les professionnels (en bas) pour la période 1999-2002.

D'après les déclarations des pêcheurs amateurs, il semble que la population de silure glane augmente lentement au cours des années à l'échelle du territoire français (fig.9). En effet, la CPUE augmente au cours de la période 1999-2002, puisqu'elle est en moyenne de 0,30 kg/j en 1999 et atteint 0,40 kg/j en 2002. Cependant, les déclarations des pêcheurs professionnels n'indiquent pas la même tendance.

L'ANOVA 3 facteurs (Statut, Secteur, Année) des CPUE du tableau 9 (Annexe II) a été réalisée pas à pas pour sélectionner le meilleur modèle. L'année a été employée tour à tour comme une variable continue ou catégorielle. Quel que soit le choix concernant l'année, le statut et le secteur agissent de manière très significative, et le statut explique toujours le maximum de variance. L'interaction année*statut agit également de manière significative, ce qui montre que le statut n'agit pas toujours de la même manière suivant le secteur. Lorsque l'année est considérée en variable continue, elle ne présente pas d'effet significatif, du fait de l'absence de tendance commune et continue à la baisse ou à l'augmentation sur la période de quatre ans considérée. En revanche, dès lors qu'elle est considérée en variable catégorielle, l'effet de l'année devient significatif, traduisant que la variation à la baisse de 1999 à 2001 puis la remontée en 2002 (Figure 9), a un sens à l'échelle nationale, même si cela résume une situation très disparate d'un secteur à l'autre.

La figure 10 nous permet de visualiser les CPUE de silure glane pour les secteurs sur lesquels l'effet de l'année est le plus significatif. Concernant le bassin de la Loire, l'évolution de la CPUE en Loire amont et Allier se distingue avec une tendance inversée entre les amateurs et les professionnels. Alors que la CPUE augmente chez les amateurs (de 0,126 kg/j en 1999 à 0,240 kg/j en 2002), elle chute de façon drastique chez les professionnels (de 0,515 kg/j en 1999 à 0 kg/j en 2002). Toutefois, l'absence de capture en 2001 et 2002 est vraisemblablement due à un défaut de déclaration.

Les mêmes tendances sont observées sur l'Adour mais les très faibles CPUE des professionnels indiquent qu'il s'agit essentiellement de captures accessoires. Toujours dans le bassin Adour-Garonne, l'évolution des CPUE des amateurs de Garonne aval est significative ($p = 0,041$) mais indique une baisse des captures. Les valeurs des CPUE permettent également de prétendre qu'il s'agit essentiellement de captures accessoires.

Enfin, dans le bassin Rhin-Meuse, les CPUE constatées dans le Rhin augmentent et de manière significative ($p = 0,015$) chez les professionnels.

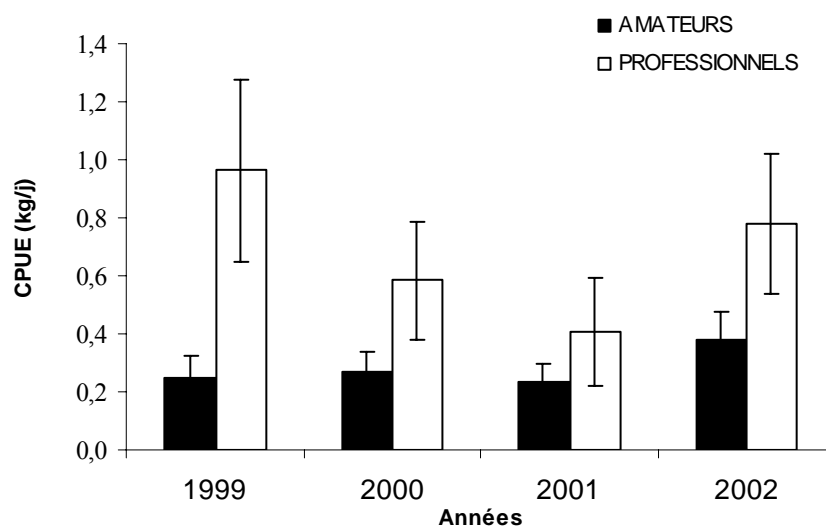


Figure 9 : Evolution des moyennes intersectorielles des captures par unité d'effort (CPUE) de silure glane pour les amateurs et les professionnels de 1999 à 2002. Les barres figurent les erreurs standards (Ecart-Type/racine(N)) intersectorielles.

Tableau 9 : Evolution des captures par unité d'effort (CPUE) sectorielles de silure glane

Secteur	CPUE							
	1999		2000		2001		2002	
	AMAT.	PROF.	AMAT.	PROF.	AMAT.	PROF.	AMAT.	PROF.
Adour	0,019	0,006	0,001	0,003	0,071	0,003	0,089	0,000
Charentes	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,008	0,000
Dordogne amont	0,011	1,734	0,007	0,251	0,006	0,288	0,014	1,555
Dordogne aval	0,367	4,909	0,130	0,524	0,239	0,455	0,783	4,438
Doubs	1,268	1,027	0,869	1,815	0,966	0,591	1,078	0,580
Estuaires girondins	0,012	0,000	0,014	0,000	0,122	0,004	0,072	0,000
Fleuves vendéens	0,002	2,250	0,155	0,000	0,016		0,030	
Garonne amont	0,068	0,000	0,745	0,000	0,275	0,000	0,899	0,000
Garonne aval	0,022	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Isle amont	0,062		0,191		0,246		0,130	
Loire amont et Allier	0,126	0,515	0,187	0,247	0,159	0,000	0,240	0,000
Loire aval	0,121	0,046	0,388	0,024	0,116	0,016	0,214	0,073
Loire estuaire	0,009	0,011	0,164	0,010	0,017	0,010	0,260	0,012
Loire moyenne	0,505	0,337	0,451	0,328	0,517	0,101	0,561	0,901
Rhin	0,000	0,076	0,001	0,175	0,040	0,250	0,032	0,419
Rhône amont	0,362	3,651	0,916	2,178	0,453	3,654	0,418	2,598
Rhône aval	1,136	0,654	0,767	3,472	0,649	0,148	1,232	0,264
Rhône deltaïque	0,340	0,000	0,087	0,000	0,104	0,000	0,292	1,299
Saône amont	0,488	3,517	0,379	1,887	0,528	1,560	1,500	1,557
Saône aval	1,005	4,119	0,933	2,661	1,038	2,130	1,179	2,189
Seine et Somme		0,292		0,378		0,163		2,031
Vilaine	0,014	0,000	0,029	0,065	0,025	0,000	0,054	0,000
Total	0,30	0,73	0,36	0,28	0,31	0,24	0,40	0,40
Moyenne	0,33	1,02	0,38	0,40	0,33	0,35	0,42	0,62

pour les amateurs (AMAT) et les professionnels (PROF) de 1999 à 2002.

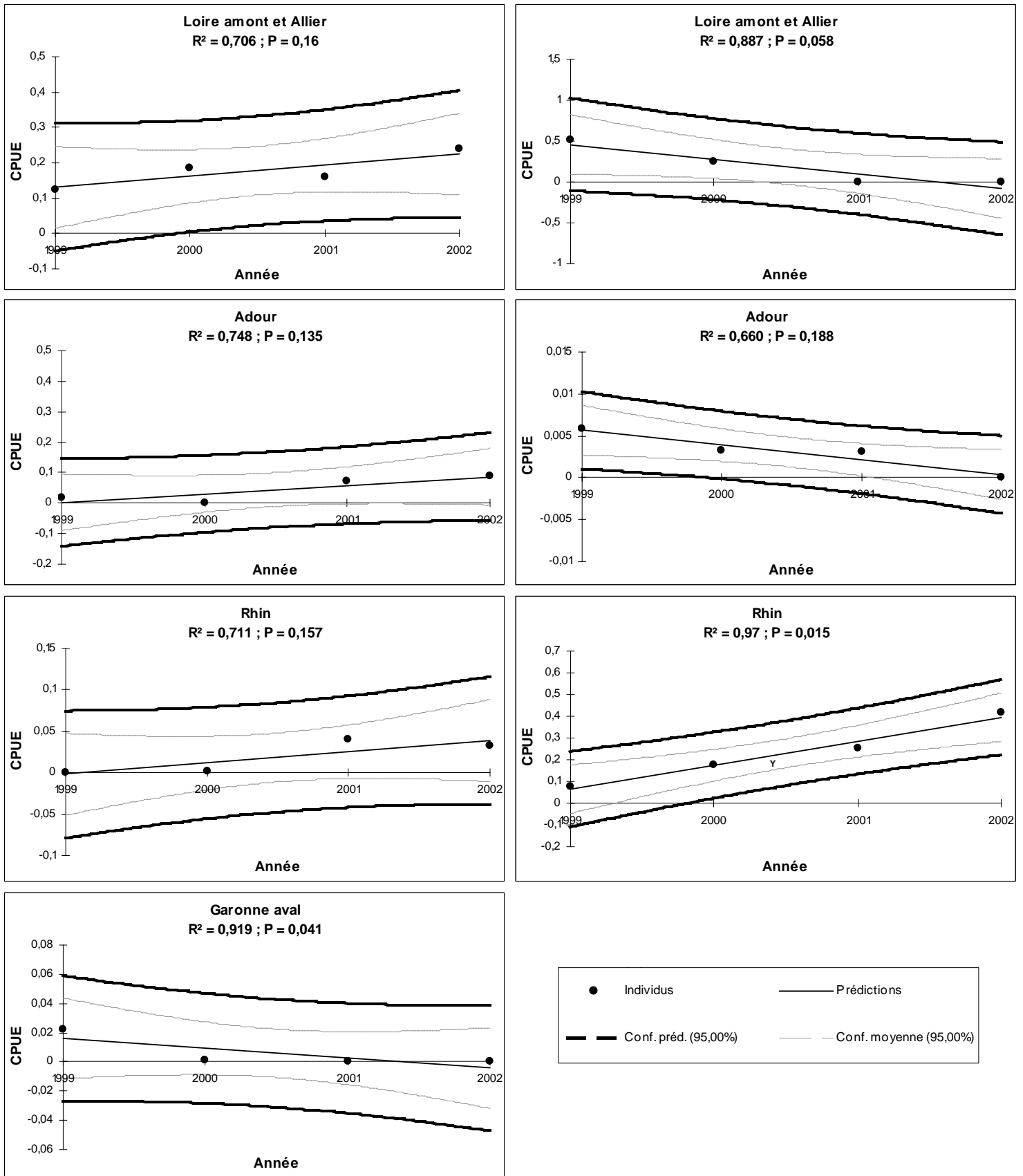


Figure 10 : Evolution (régression linéaire) des captures de silure glane par unité d'effort (CPUE) pour les secteurs dont la variabilité est expliquée par l'année pour les amateurs (gauche) et les professionnels (droite), Saône exceptée.

2-3) Evolution des populations de silure glane de la Saône

La Saône est un site d'étude privilégié ayant été l'un des premiers colonisé par le silure glane en France (1960) et pour lequel on dispose d'une série chronologique ancienne qui débute en 1988. A ce jour, les déclarations collectées dans le cadre du SNPE ont été saisies dans la base de données jusqu'en 2005.

2-3-1) Part du silure glane dans les captures

Globalement, le pourcentage estimé du silure glane dans les captures augmente chez les amateurs comme chez les professionnels depuis 1988 (fig. 11).

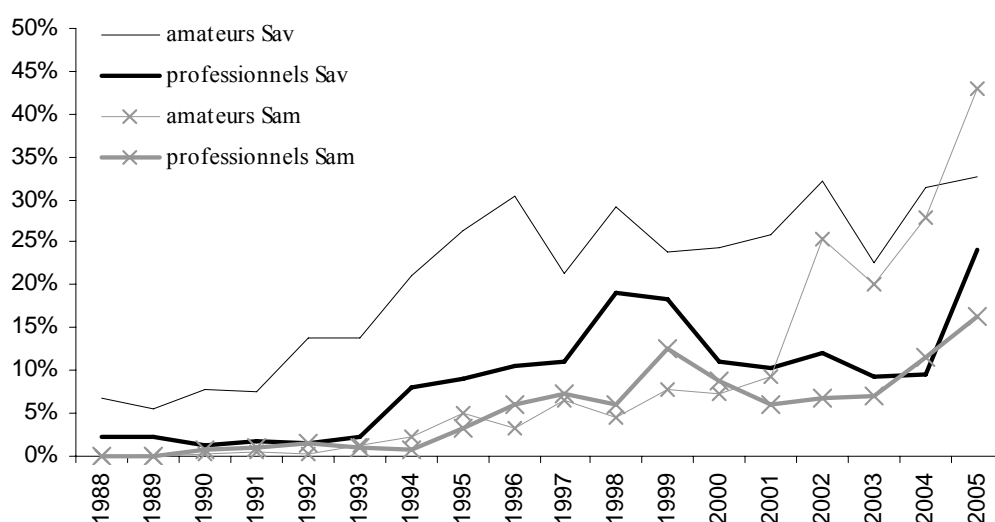


Figure 11 : Evolution de la part prise par le silure glane dans le total des captures des pêcheurs amateurs et professionnels de la Saône aval (Sav) et de la Saône amont (Sam) entre 1988 et 2005.

En Saône amont (fig. 11 & Annexe III.a), la part du silure glane dans les captures des pêcheurs amateurs augmente lentement jusqu'en 2001, année à partir de laquelle cette part s'amplifie en passant de 9,2% à 42,9% en 2005. Pour les professionnels, le pourcentage de silure glane dans les captures augmente pour atteindre 12,6% en 1999 puis diminue pour stagner autour de 7,1% jusqu'en 2003. Quel que soit le statut, les parts les plus importantes de silure glane dans les captures sont déclarées en 2004 et 2005.

L'évolution de cette proportion est plus robuste en Saône aval (fig. 11 & Annexe III.b) car elle repose sur un poids estimés de captures plus importants (17419 kg en moyenne pour les amateurs et 40379 kg pour les professionnels). Que se soit pour les amateurs ou pour les

professionnels, la part du silure glane dans les captures augmente entre 1988 et 1999. Cette part diminue ensuite jusqu'en 2003, malgré un pic en 2002 chez les amateurs où elle atteint 32,2% du total des captures. Les valeurs maximales sont atteintes en 2005 (32,6% pour les amateurs et 24% chez les professionnels).

2-3-2) Pourcentage de pêcheur déclarant du silure glane

En Saône amont (tab.10), le nombre de pêcheurs amateurs déclarant du silure glane dans leurs captures augmente au cours des années malgré une légère baisse en 2005. Etant donné le faible nombre de pêcheurs professionnels, la variation du pourcentage d'une année sur l'autre n'est pas marquée. Cependant, on peut dire que la quasi-totalité de ces pêcheurs déclarent du silure glane dans leurs captures.

En Saône aval (tab.11), la moyenne du pourcentage de pêcheurs amateurs déclarant du silure glane dans leurs captures, pour la période 1998-2005, est de 51,1% ; ce pourcentage étant relativement constant pour la période considérée. Ce pourcentage de pêcheur déclarant des captures de silure glane est également constant pour les professionnels, autour de 70% et est maximal en 2005 (90,9%).

2-3-3) Capture par unité d'effort

D'après les déclarations des pêcheurs, les populations de silure ont considérablement augmenté dans la Saône. En effet, de 1988 à 2005, les CPUE n'ont cessé de croître pour atteindre des valeurs maximales en 2005 (tab. 12). Ainsi, quel que soit le statut des pêcheurs en Saône amont ou en Saône aval, l'augmentation des CPUE est significative (fig. 12). Si les résultats des pêcheurs amateurs et professionnels de Saône aval indiquent une augmentation constante des CPUE de silure glane, l'évolution des captures en Saône amont diffère nettement. Ainsi, l'explosion récente (en 2002) des captures de silure par les amateurs contraste avec les fortes biomasses collectées par les professionnels depuis 1994 (supérieures à 2 kg/j).

Tableau 10 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant du silure glane pour les amateurs et les professionnels de Saône amont entre 1988 et 2005.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Amat. Nb de pêcheurs déclarant des captures	1	1	66	69	68	61	26	24	56
Nb de pêcheurs déclarant du silure			2	3	5	5	6	16	15
%	0,00%	0,00%	3,03%	4,35%	7,35%	8,20%	23,08%	66,67%	26,79%
Prof. Nb de pêcheurs déclarant des captures	1	1	3	3	4	3	2	2	4
Nb de pêcheurs déclarant du silure			1	1	1	1	1	2	2
%	0,00%	0,00%	33,33%	33,33%	25,00%	33,33%	50,00%	100,00%	50,00%

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Amat. Nb de pêcheurs déclarant des captures	26	69	75	67	62	62	57	53	52
Nb de pêcheurs déclarant du silure	11	14	18	22	26	30	33	39	34
%	42,31%	20,29%	24,00%	32,84%	41,94%	48,39%	57,89%	73,58%	65,38%
Prof. Nb de pêcheurs déclarant des captures	4	3	3	5	4	4	5	3	4
Nb de pêcheurs déclarant du silure	2	2	3	4	4	4	4	3	4
%	50,00%	66,67%	100,00%	80,00%	100,00%	100,00%	80,00%	100,00%	100,00%

Tableau 11 : Evolution du nombre de pêcheurs déclarant des captures non nulles et du nombre de pêcheurs déclarant du silure glane pour les amateurs et les professionnels de Saône aval entre 1988 et 2005.

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Amat. Nb de pêcheurs déclarant des captures	1	1	125	132	187	206	187	175	182
Nb de pêcheurs déclarant du silure	1	1	54	55	101	97	99	110	103
%	100,00%	100,00%	43,20%	41,67%	54,01%	47,09%	52,94%	62,86%	56,59%
Prof. Nb de pêcheurs déclarant des captures	1	1	13	15	19	15	18	20	18
Nb de pêcheurs déclarant du silure	1	1	9	11	10	9	15	15	12
%	100,00%	100,00%	69,23%	73,33%	52,63%	60,00%	83,33%	75,00%	66,67%

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Amat. Nb de pêcheurs déclarant des captures	186	178	183	171	160	159	149	165	155
Nb de pêcheurs déclarant du silure	106	85	101	91	79	74	77	94	74
%	56,99%	47,75%	55,19%	53,22%	49,38%	46,54%	51,68%	56,97%	47,74%
Prof. Nb de pêcheurs déclarant des captures	24	27	22	20	17	18	17	13	11
Nb de pêcheurs déclarant du silure	18	19	17	14	11	14	12	10	10
%	75,00%	70,37%	77,27%	70,00%	64,71%	77,78%	70,59%	76,92%	90,91%

Tableau 12 : Evolution des captures par unité d'effort (CPUE) sectorielles de 1988 à 2005 pour les amateurs (Amat) et les professionnels (Prof) de la Saône amont (Sam) et la Saône aval (Sav).

	Amat. Sam	Amat. Sav	Prof. Sam	Prof. Sav
1988	0,00	0,40	0,78	0,00
1989	0,00	0,30	1,10	0,00
1990	0,01	0,35	0,31	0,10
1991	0,03	0,30	0,42	0,34
1992	0,01	0,49	0,43	0,49
1993	0,10	0,50	0,51	0,20
1994	0,11	0,85	2,49	0,14
1995	0,15	0,99	1,97	0,38
1996	0,14	1,17	2,37	1,38
1997	0,22	0,71	2,25	1,26
1998	0,28	1,02	4,62	1,26
1999	0,49	1,02	4,12	3,52
2000	0,38	0,94	2,66	1,89
2001	0,53	1,04	2,13	1,56
2002	1,50	1,20	2,19	1,54
2003	1,31	0,89	2,24	1,40
2004	2,12	1,36	2,37	2,11
2005	3,27	1,32	6,12	3,74

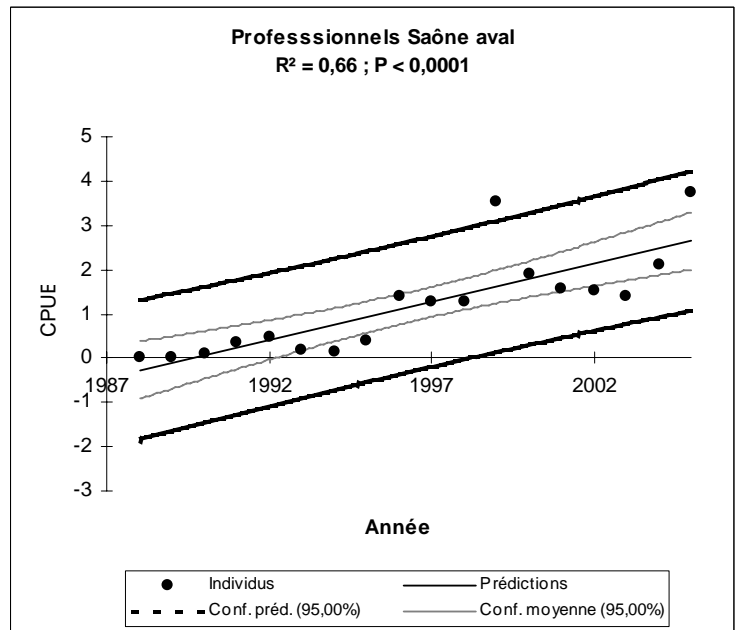
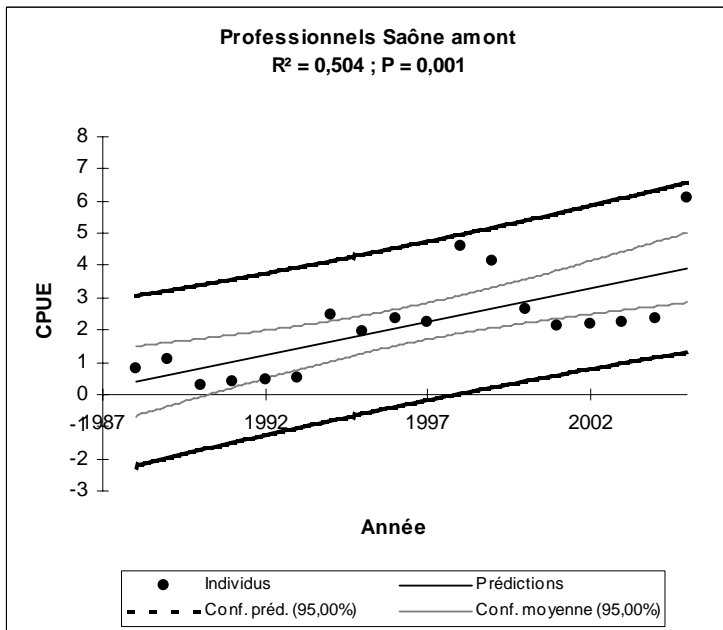
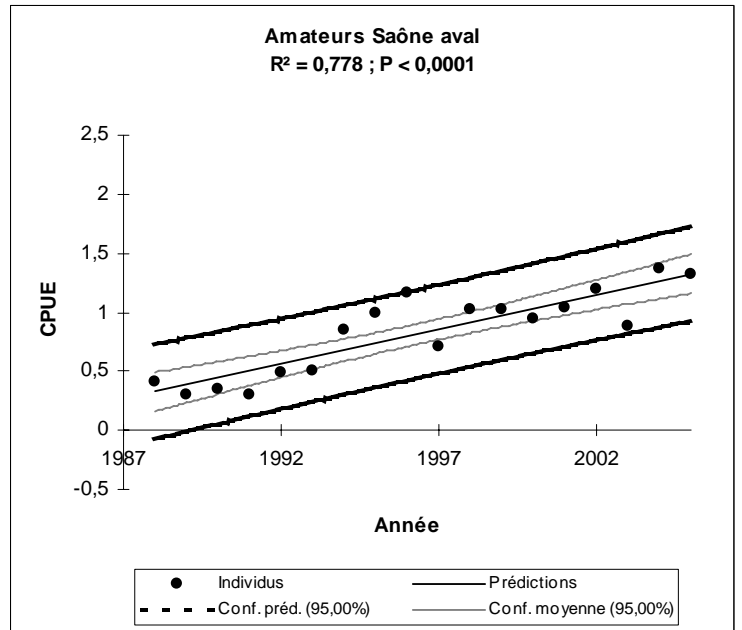
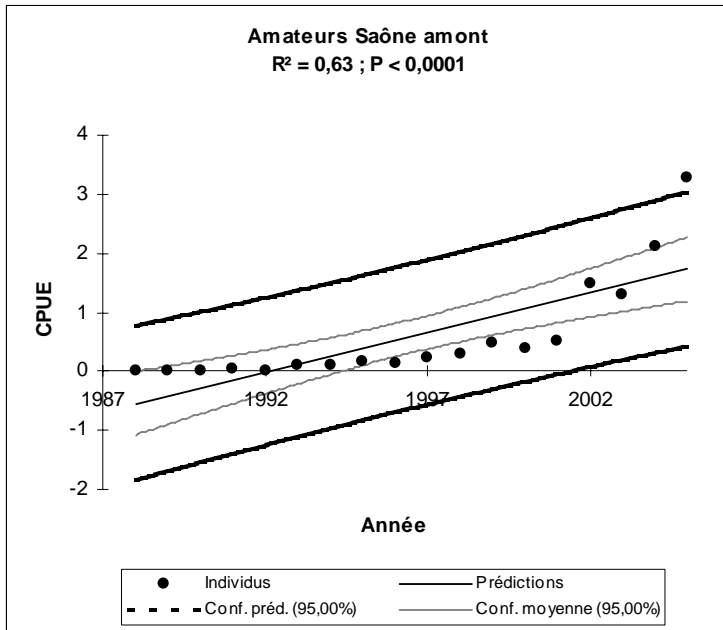


Figure 12 : Evolution des captures de silure glane par unité d'effort (CPUE) pour les amateurs et les professionnels de la Saône aval et de la Saône amont.

2-4) Bilan des résultats du SNPE

Selon les résultats établis à partir des différents indices d'abondance issus du SNPE, l'image de la répartition géographique du silure glane est tributaire de la répartition des pêcheurs selon les secteurs au niveau national. Ces secteurs peuvent être caractérisés par de faibles effectifs, voir l'absence de certaines catégories de pêcheurs comme les amateurs en Seine et Somme ou bien les professionnels en Isle amont ou dans les fleuves vendéens.

Les résultats sont néanmoins semblables et font ressortir trois classes de secteurs :

- les secteurs, *de classe A*, où tous les indices concordent pour signaler des populations de silures glanes abondantes, sont la **Saône aval**, la **Saône amont**, le **Doubs**, le **Rhône amont** et le **Rhône aval**. Ces populations sont généralement exploitées par les pêcheurs professionnels.
- les secteurs, *de classe B*, où les indices sont variables suivant le statut des pêcheurs, mais où les populations de silures glanes sont vraisemblablement relativement abondantes, sont la **Loire aval**, la **Loire moyenne**, la **Loire amont et Allier**, la **Dordogne amont**, la **Dordogne aval**, la **Garonne amont**, les **Fleuve vendéens**, la **Seine et Somme**, l'**Isle amont**, le **Rhône deltaïque** et le **Rhin**.
- les secteurs, *de classe C*, où les indices sont généralement faibles ou nuls et pour lesquels il est difficile de conclure sur la situation des populations de silure glane car les pêcheurs sont mobilisés par d'autres ressources sont la **Charente**, l'**Adour**, les **Estuaires girondins**, la **Vilaine**, la **Loire estuaire**, la **Garonne aval** et les **lacs alpins**.

III- Le silure glane au travers des données du Réseau Hydrobiologique et Piscicole et de « l'enquête silure »

Cette partie de l'étude sera consacrée, dans un premier temps, à l'évolution de la colonisation du silure glane sur le réseau hydrographique français de 1995 à 2005. Pour cela, la fréquence d'occurrence et les densités de silure glane dans les captures du RHP seront prises en compte. La détermination des caractéristiques du milieu propices à l'installation du silure glane permettront de caractériser de manière prédictive la répartition future du silure glane en France. Enfin, les résultats de l'enquête effectuée auprès des brigades départementales seront analysés afin de préciser les résultats issus de l'étude du RHP.

3-1) Présentation du RHP et évolution de la colonisation du silure glane de 1995 à 2005

3-1-1) Le Réseau Hydrobiologique et Piscicole

Le Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP), débuté à l'échelle nationale en 1995, a pour objectifs principaux :

- de disposer d'un état annuel des peuplements de poissons dans les cours d'eau ;
- de suivre l'évolution de ces peuplements et de quantifier les impacts des phénomènes naturels (sécheresses, crues) et des activités humaines ;
- de fournir des informations plus précises sur certaines espèces d'intérêts écologique ou halieutique majeurs.

Le RHP est constitué d'environ 650 stations sur lesquelles des échantillonnages de la faune piscicole sont effectués chaque année par pêche à l'électricité selon des protocoles standards. Les stations ont été choisies pour être représentatives, à l'échelle de la France, des types de cours d'eau et des pressions qu'ils subissent.

Selon la largeur et la profondeur des cours d'eau, deux types d'échantillonnages standardisés sont utilisés :

- pour les petites rivières, pêchables à pied, la station est prospectée dans sa totalité lorsque la largeur n'est pas trop importante ;

- pour les rivières de plus grand gabarit, les stations sont prospectées selon un échantillonnage fractionné (non continu), et seules les zones de profondeurs inférieures à 1,5 m environ sont prospectées, l'efficacité de la pêche à l'électricité devenant faible au delà. Ces pêches se font soit à pied, lorsque la profondeur le permet (<1m environ), soit en bateau.

La figure 13 permet de visualiser, à titre indicatif, les 663 stations du RHP ayant fait l'objet d'un suivi annuel de 2000 à 2004.

3-1-2) Evolution de la colonisation du silure glane de 1995 à 2005

Les données exploitées concernent les stations du RHP ayant fait l'objet d'au moins une pêche depuis 1995.

Nous avons calculé les surfaces pêchées (SP) lorsqu'elles n'étaient pas mentionnées pour une opération en faisant la moyenne des surfaces pêchées sur la même station lors des autres opérations :

$$SP(op.x) = Moy. (\Sigma SP(n.op.))$$

SP : surface pêchée

Moy : moyenne

op.x : opération pour laquelle la SP est calculée

n.op. : toutes les opérations effectuées sur la même station que l'op.x

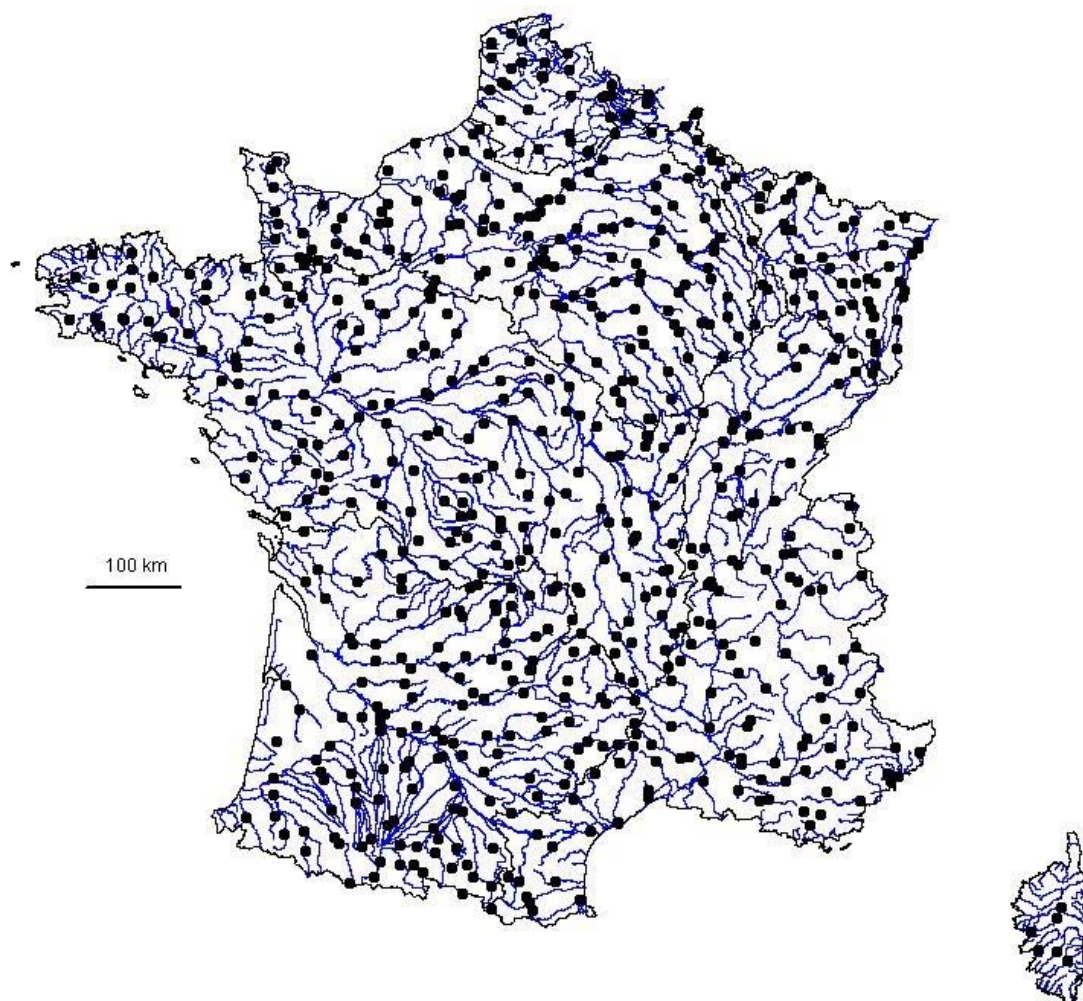
Ainsi, la densité (d) de silure glane pour 100m² a pu être calculée pour chacune des opérations mentionnant du silure :

$$d = (N \text{ SIL} * 100) / SP$$

N SIL: nombre de silures glanes capturés lors de l'opération

d : densité pour 100m²

SP : surface pêchée



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 13 : répartition des 663 stations du RHP ayant fait l'objet d'un suivi annuel de 2000 à 2004 (réalisation : O. Ledouble).

Tableau 13 : Evolution du nombre de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004.

Tous Bassins	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
nbre stations occupées	4	7	5	8	13	13	22	28	29	43
nbre sations totales	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436

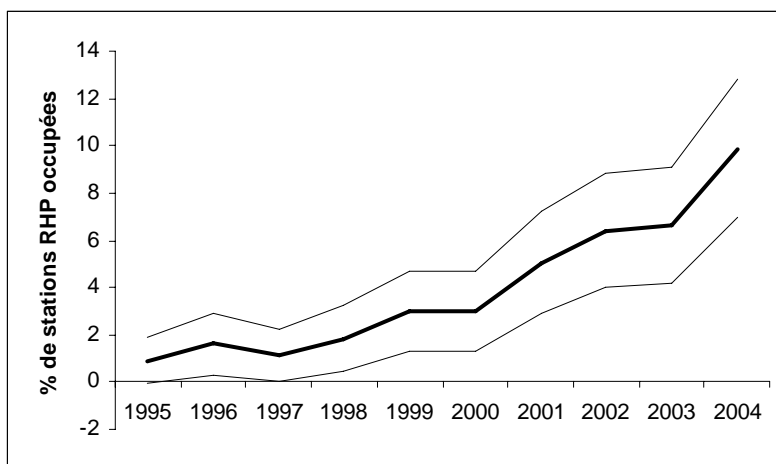


Figure 14 : Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004 (avec intervalles de confiance).

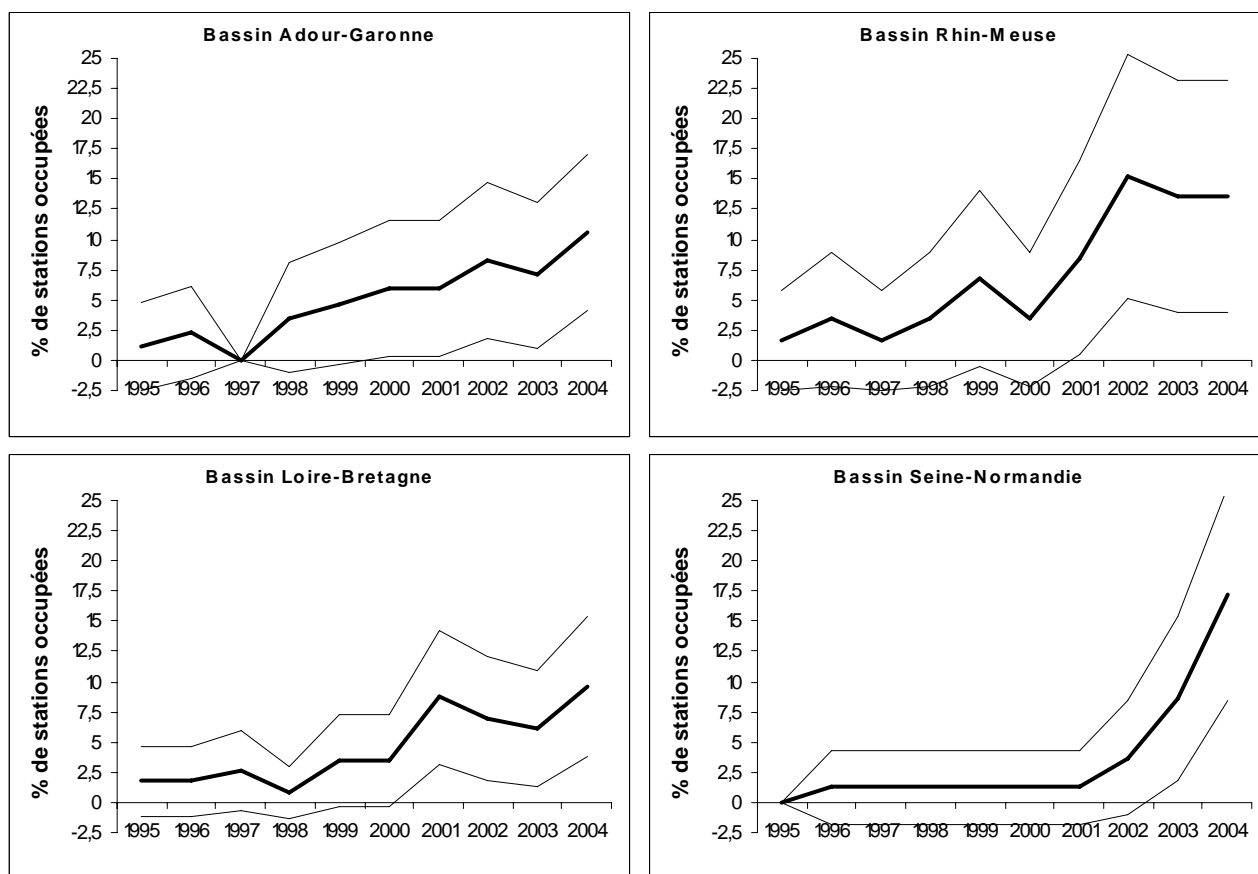


Figure 15 : Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane de 1995 à 2004 sur les principaux bassins hydrographiques français (avec intervalles de confiance).

3-1-2-1) Evolution du nombre de stations du RHP occupées par le silure glane

A partir des opérations effectuées dans le cadre du RHP au niveau national, nous avons retenu 436 stations pour lesquelles un suivi annuel a été effectué de 1995 à 2004. Seules 55 des 436 stations témoignent, pour au moins une année, de la présence de silure glane (tab.13). La part de stations du RHP, où sont capturés des silures glanes, ne cesse d'augmenter depuis 1995 (fig.14) et passe d'un peu moins de 1% en 1995 à près de 10% en 2004.

La figure 15 permet de suivre l'évolution de la répartition du silure glane sur les grands bassins hydrographiques français. Le nombre de stations occupées ne cesse d'augmenter sur les bassins hydrographiques Loire-Bretagne (9,6% en 2004), Adour-Garonne (10,6% en 2004), Rhin-Meuse (13,6% en 2004) et Seine-Normandie (17,3% en 2004), bien que l'occupation de ce dernier soit plus récente que pour les autres bassins.

3-1-2-2) Evolution de la densité en silure glane dans les stations du RHP

En considérant les 436 stations ayant fait l'objet d'un suivi régulier, il apparaît que la densité en silure glane augmente, au cours du temps, pour atteindre un maximum d'un individu pour 100 m² en 2003 (fig.16). Cette tendance significative ($p = 0,003$ au niveau national) se retrouve sur l'ensemble des bassins hydrographique considérés et précise les résultats d'occurrence décrits précédemment. En effet, en plus d'une dispersion géographique du silure glane, on constate une augmentation locale de la densité des populations. Sur les bassins Loire-Bretagne ($d = 1,33$ en 2003 et $p = 0,025$) et Adour-Garonne ($d = 1,24$ en 2003 et $p = 0,02$) la densité en silure glane est la plus importante (fig. 17). Cependant, à partir de 2001, on observe une nette augmentation de cette densité sur les bassins Rhin-Meuse ($p = 0,012$) et Seine-Normandie ($p = 0,001$).

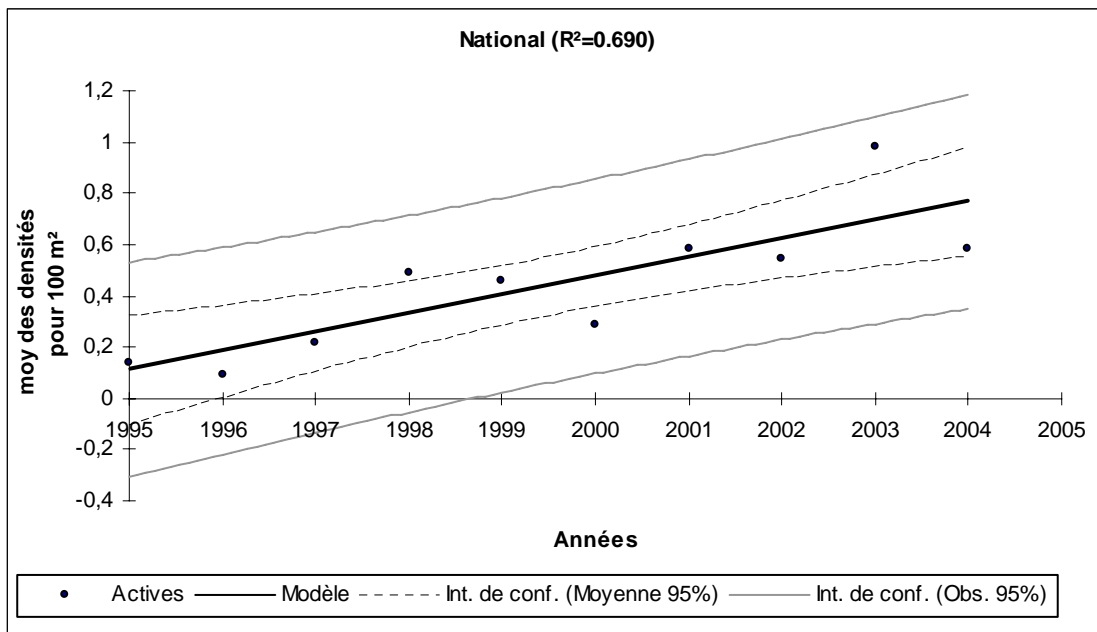


Figure 16 : Evolution de la moyenne des densités en silure glane sur les stations du RHP occupées de 1995 à 2004.

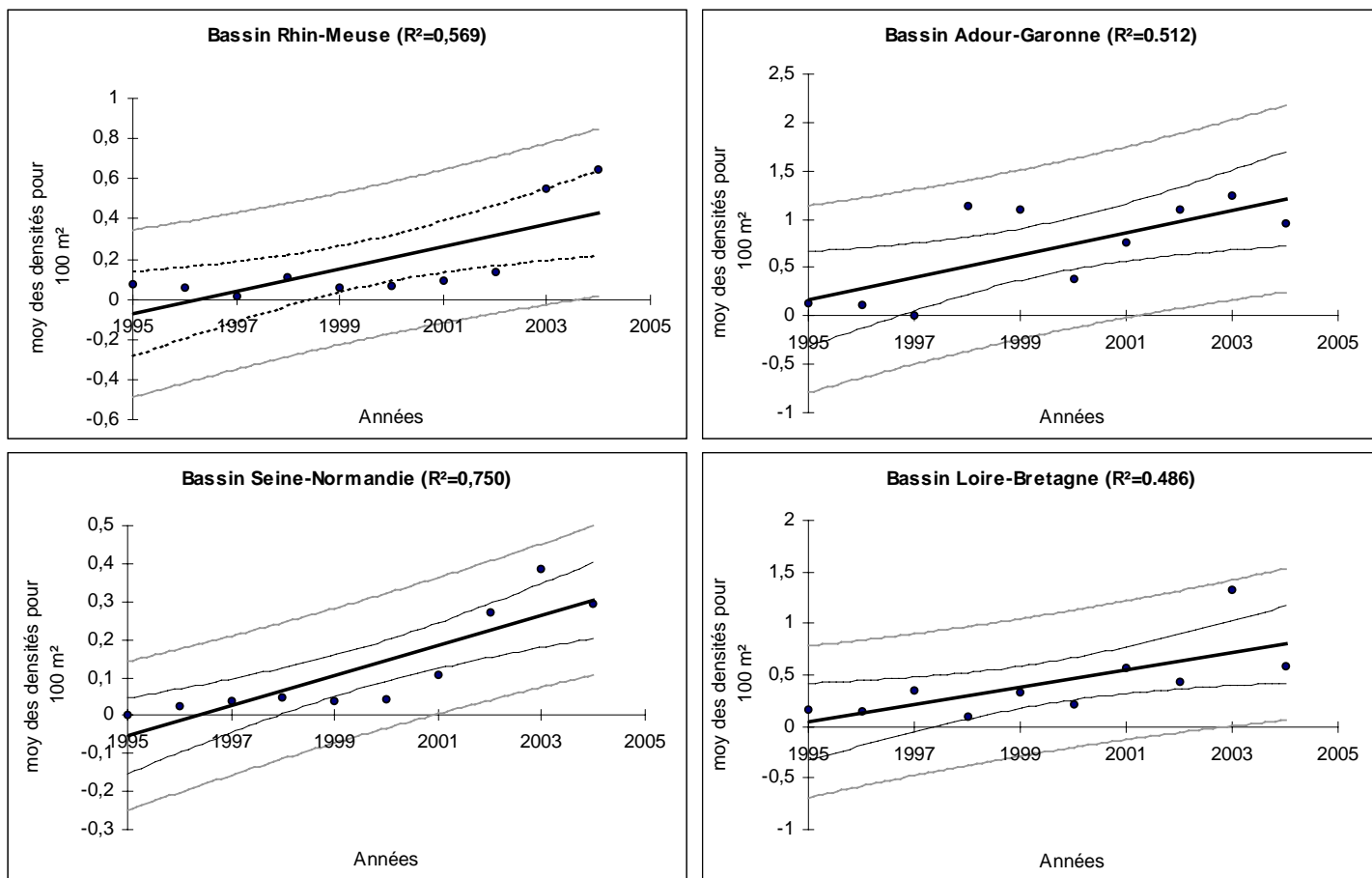


Figure 17 : Evolution de la moyenne des densités en silure glane sur les stations du RHP occupées de 1995 à 2004 sur les principaux bassins hydrographiques français (légende : voir figure 16).

3-1-2-3) Cas du Rhône et de la Saône

Afin de conserver un jeu de données homogènes, présentant toutes un suivi régulier, pour le Rhône et la Saône, seules les résultats des années 2000 à 2004 ont été considérés ; le nombre de stations suivies annuellement de 1995 à 1999 étant trop faible pour permettre une analyse statistique fiable. Ainsi, 21 stations ont été prises en compte sur le Rhône et 10 sur la Saône.

Dès 2001, le silure glane est présent dans 60% des stations retenues sur la Saône et cette occupation est stable au cours du temps (fig.18a). De même les densités n'évoluent pas de façon significative ($p = 0,464$; fig.18b), même si l'on constate une diminution drastique de 2002 à 2004. Dans le Rhône, l'occupation du silure glane atteint 20% des stations prospectées en 2004 et est en légère augmentation depuis 2000 (fig.19a). De même que pour la Saône, les densités n'évoluent pas de façon significative ($p = 0,88$; fig.19b), avec également une valeur très élevée en 2002.

Que ce soit sur le Rhône ou sur la Saône, les densités sont globalement plus fortes que sur les autres bassins. L'apparente stabilité des populations est en faveur d'une phase de colonisation plus avancée sur ces deux bassins mais il convient toutefois de rester prudent compte tenu du faible nombre de stations disponibles et de l'étroite fenêtre d'observation retenue. La variabilité observée sur cette période est probablement liée aux variations inter-annuelles de recrutement puisque les densités observées dépendent essentiellement de l'abondance des silures glanes d'âge 0+ ; 2002 ayant alors été une année particulièrement favorable à la survie des juvéniles.

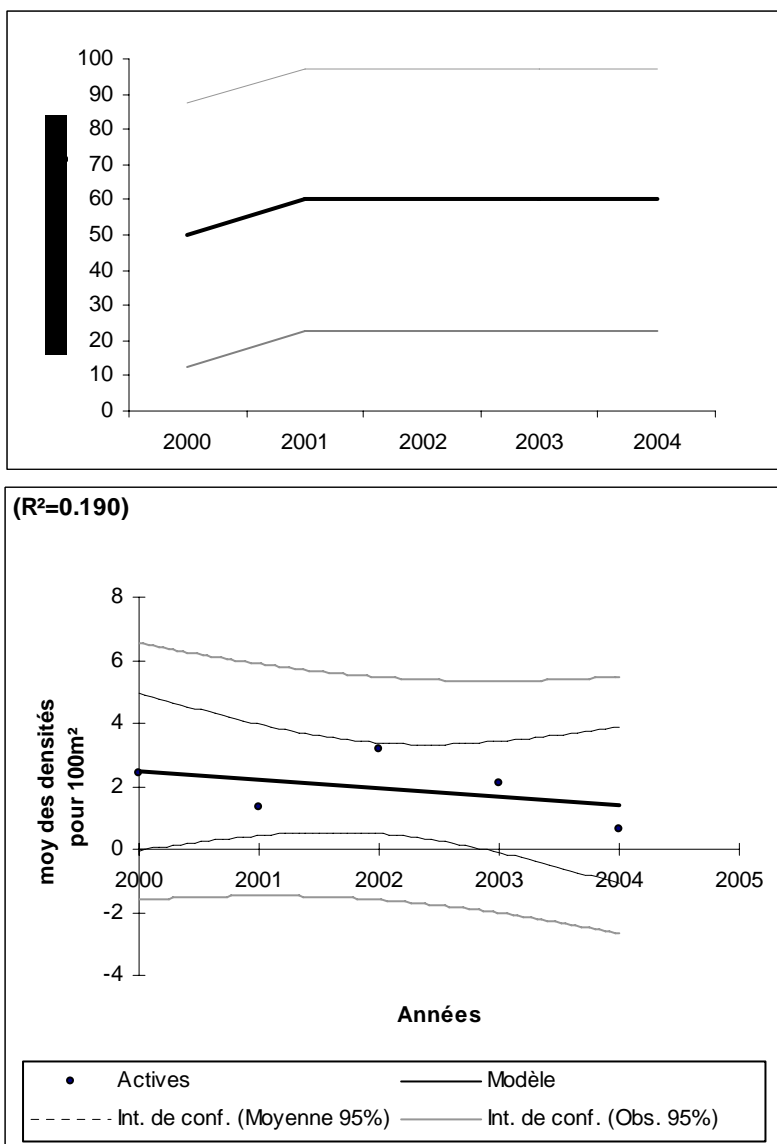


Figure 18 : (a) Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane (avec intervalles de confiance) et (b) évolution de la moyenne des densités collectées de 2000 à 2004 sur le bassin hydrographique de la Saône

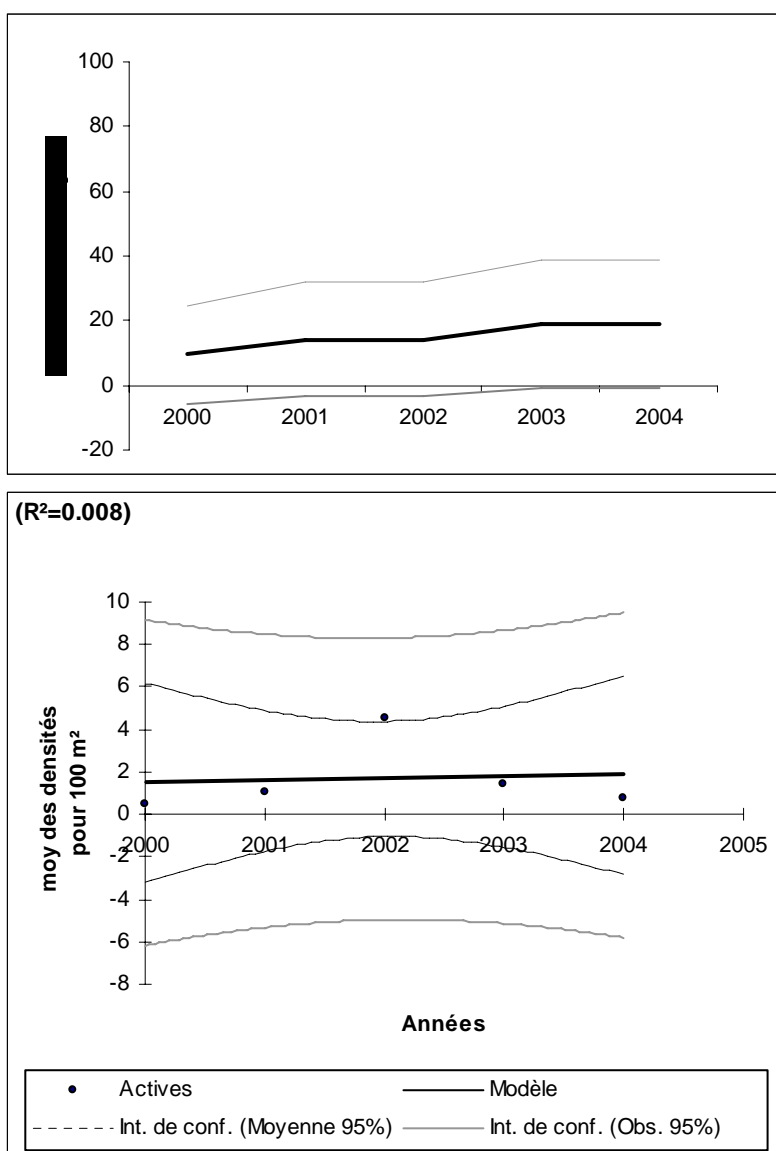


Figure 19 : (a) Evolution de la part de stations du RHP occupées par le silure glane (avec intervalles de confiance) et (b) évolution de la moyenne des densités collectées de 2000 à 2004 sur le bassin hydrographique du Rhône

3-2) Prédiction de l'extension de l'aire de répartition et *preferenda* du silure glane d'après les données du RHP

3-2-1) *Preferenda*

3-2-1-1) Méthodologie

Afin de déterminer l'habitat du silure glane, nous avons pris en compte toutes les stations du RHP présentant des variables susceptibles d'expliquer la présence du silure glane et ayant fait l'objet d'au moins une opération de pêche depuis 1995 jusqu'en 2004. Une étude individuelle a été réalisée sur chacune des huit variables suivantes :

- distance à la source
- pente
- altitude
- surface du bassin versant
- température de janvier
- température de juillet
- profondeur du cours d'eau
- largeur du lit

Pour chaque variable, une régression logistique a été effectuée après transformation logarithmique (excepté pour les températures), selon la variable binaire 0/1 indiquant soit l'absence, soit la présence de silure glane dans une station.

L'équation qui en résulte est donc de la forme :

$$P(X) = 1 / (1 + \exp(\text{cte} + \alpha * X))$$

Afin de déterminer la valeur seuil pour laquelle la probabilité P(X) sera synonyme de « présence de silure glane », il est nécessaire de calculer la « sensibilité » et la « spécificité » (LEDOUBLE 2003).

On désigne par « sensibilité » la proportion d'événements à la valeur « 1 » correctement classés. Elle correspond au rapport : VP / (VP + FN).

La « spécificité » correspond à la proportion d'événements à la valeur « 0 » correctement classés. Elle correspond au rapport : VN / (FP + VN).

Observations	Prédiction	
	0	1
0	VN	FP
1	FN	VP

VP : nombre de présents correctement prédits
VN : nombre d'absents correctement prédits
FP : nombre d'erreurs en prédiction de présence
FN: nombre d'erreurs en prédiction d'absence

Pour établir la répartition d'une espèce, on cherche à maximiser simultanément les capacités de prédictions positive (sensibilité) et négative (spécificité) pour dresser un panorama le plus précis possible de la distribution de l'espèce. La valeur seuil sera la valeur pour laquelle la valeur du couple sensibilité/spécificité sera optimale. Plusieurs simulations seront alors nécessaires. Si, pour une station donnée, la probabilité calculée à partir de l'équation est inférieure à la valeur seuil, on lui affecte la valeur 0, sinon, on lui affecte la valeur 1. L'optimisation du risque de mauvaise prédiction, aussi bien en terme de présence qu'en terme d'absence, peut en partie expliquer une proportion plus élevée de stations favorables prédites comparée à celles effectivement colonisées.

Pour chacune des régressions, une courbe ROC (Receiver Operating Characteristics) a été établie afin de visualiser la performance du modèle, et de la comparer à celle d'autres modèles. La courbe des points (1-spécificité, sensibilité) est la courbe ROC. L'aire sous la courbe (Area Under the Curve – AUC) est un indice synthétique qui correspond à la probabilité pour que l'événement « présence du silure glane » ait une probabilité donnée par le modèle plus élevée qu'un événement « absence du silure glane ». Pour un modèle idéal, on a $AUC=1$, pour un modèle aléatoire, on a $AUC=0,5$. On considère habituellement que le modèle est bon dès lors que la valeur de l'AUC est supérieure à 0,7. Un modèle bien discriminant doit avoir une AUC entre 0,87 et 0,9. Un modèle ayant une AUC supérieure à 0,9 est excellent.

3-2-1-2) Variables explicatives de la présence du silure glane

Parmi les huit variables étudiées, seule la température de janvier n'est pas significative. Les sept autres variables permettent d'expliquer, en partie, la présence ou non du silure glane sur les stations du RHP (fig.20). Le meilleur modèle est celui établi à partir de la distance de la station à la source ($AUC = 0,928$) ; il explique alors que le silure glane peut être présent sur les stations éloignées de plus 210 km de la source (tab.14). Le modèle le moins fiable est celui établi à partir de la température de juillet ($AUC = 0,636$), la valeur seuil étant fixé à 0,1 ; il indique que le silure glane se trouve davantage dans les stations dont la température de l'eau est supérieure à 18,6°C en juillet. Par ailleurs, le silure glane semble préférer les stations dont la largeur de lit est supérieure à 39 m et la profondeur supérieure à 0,8 m, situées à une altitude inférieure à 140 m dans des bassins versants de plus de 1300 km². Cela confirme que l'habitat du silure glane se trouve essentiellement en aval des grands cours d'eau.

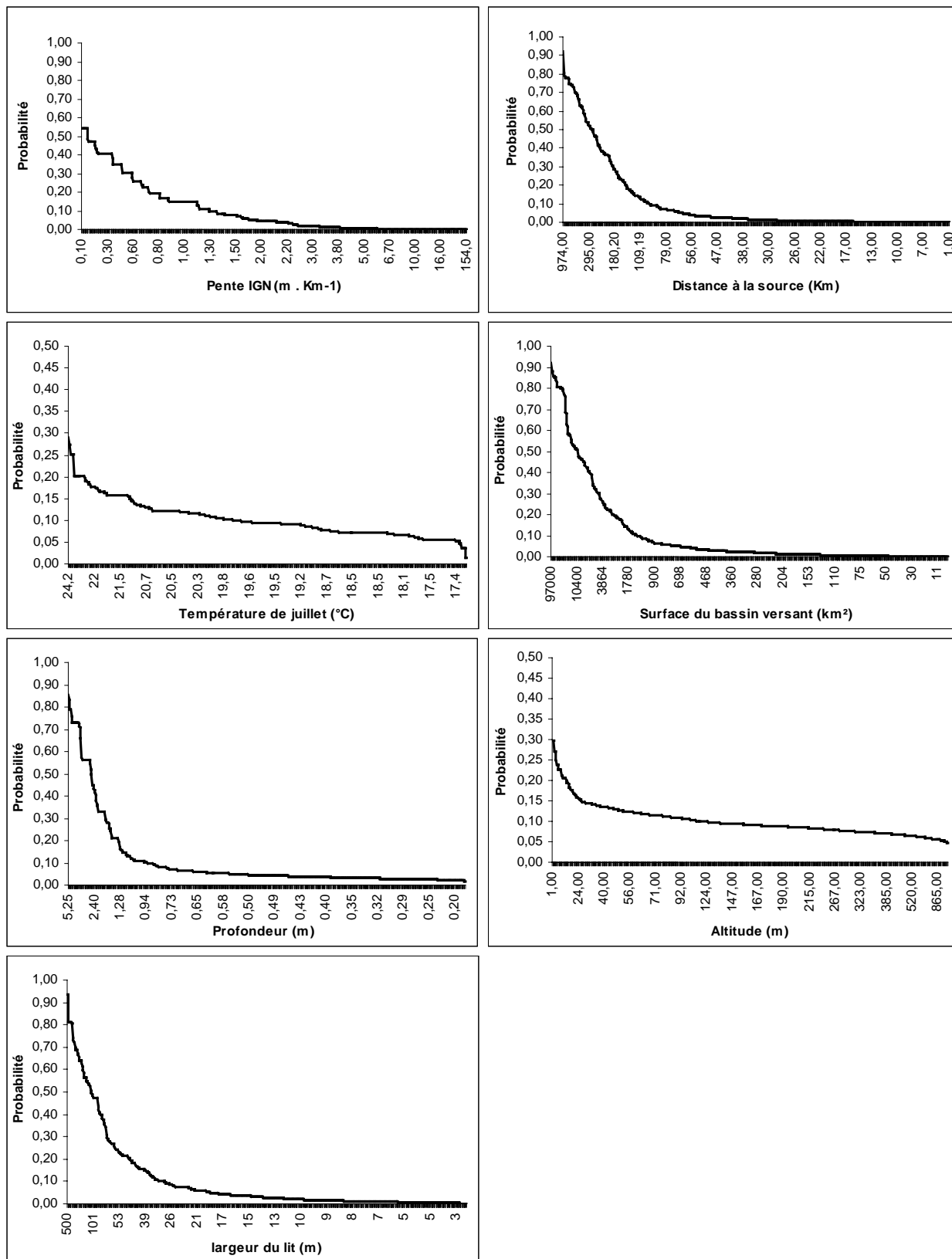


Figure 20 : Evolution de la probabilité de présence du silure glane sur une station en fonction de : la pente, la distance à la source, la température de l'eau en juillet, la surface du bassin versant, la profondeur de la station, l'altitude, et la largeur du lit .

Tableau 14 : Résultats de la modélisation pour chacune des variables significatives

	équation du modèle	valeur seuil	probabilité associée	Préférences	valeur de l'AUC
Profondeur	$Y=1/(1+\exp(-(-4.42+3.37*\ln(X+1))))$	0,3	< 0.0001	> 0,8 m	0,88
Pente	$Y=1/(1+\exp(-(-0.48-3.24*\ln(X+1))))$	0,05	< 0.0001	< 18 m/Km	0,869
Distance à la source	$Y=1/(1+\exp(-(-11.49+2.04*\ln(X+1))))$	0,35	< 0.0001	> 210 km	0,928
T°C juillet	$Y=1/(1+\exp(-(-7.94+0.29*X)))$	0,1	0,001	> 18,9°C	0,636
Altitude	$Y=1/(1 + \exp(-(-0.64-0.33*\ln(X+1))))$	0,095	0,003	< 140 m	0,646
Surface du Bassin Versant	$Y=1/(1+\exp(-(-10.13+1.1*\ln(X+1))))$	0,1	< 0.0001	> 1300 Km²	0,923
Largeur du lit	$Y=1/(1+\exp(-(-8.13+1.74*\ln(X+1))))$	0,15	< 0.0001	> 39 m	0,903

3-2-2) Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension sur les stations du RHP

3-2-2-1) Méthodologie

Afin de déterminer les stations sur lesquelles le silure glane pourrait potentiellement être présent, nous avons pris en compte les mêmes stations du RHP que pour l'étude de l'habitat.

Pour obtenir une carte de la répartition actuelle (1995-2004) du silure glane, la valeur **1** a été attribuée aux stations sur lesquelles il y a eu au moins une fois une capture de silure glane ; la valeur **0** a été attribuée aux autres.

Un modèle de prédiction de la répartition du silure glane sur les stations du RHP a ensuite été établi. Après avoir normalisé, par une transformation logarithmique ($\ln+1$), les données des différentes variables, exceptées celles des températures de janvier et de juillet, une régression logistique nous a permis de modéliser la probabilité pour que l'événement « *présence de silure glane* » survienne.

L'équation qui en résulte est alors de la forme :

$$Y = 1 / (1 + \exp(\text{cte} + \alpha * X_1 + \dots + \gamma * X_n + \delta * X_{(n+1)}))$$

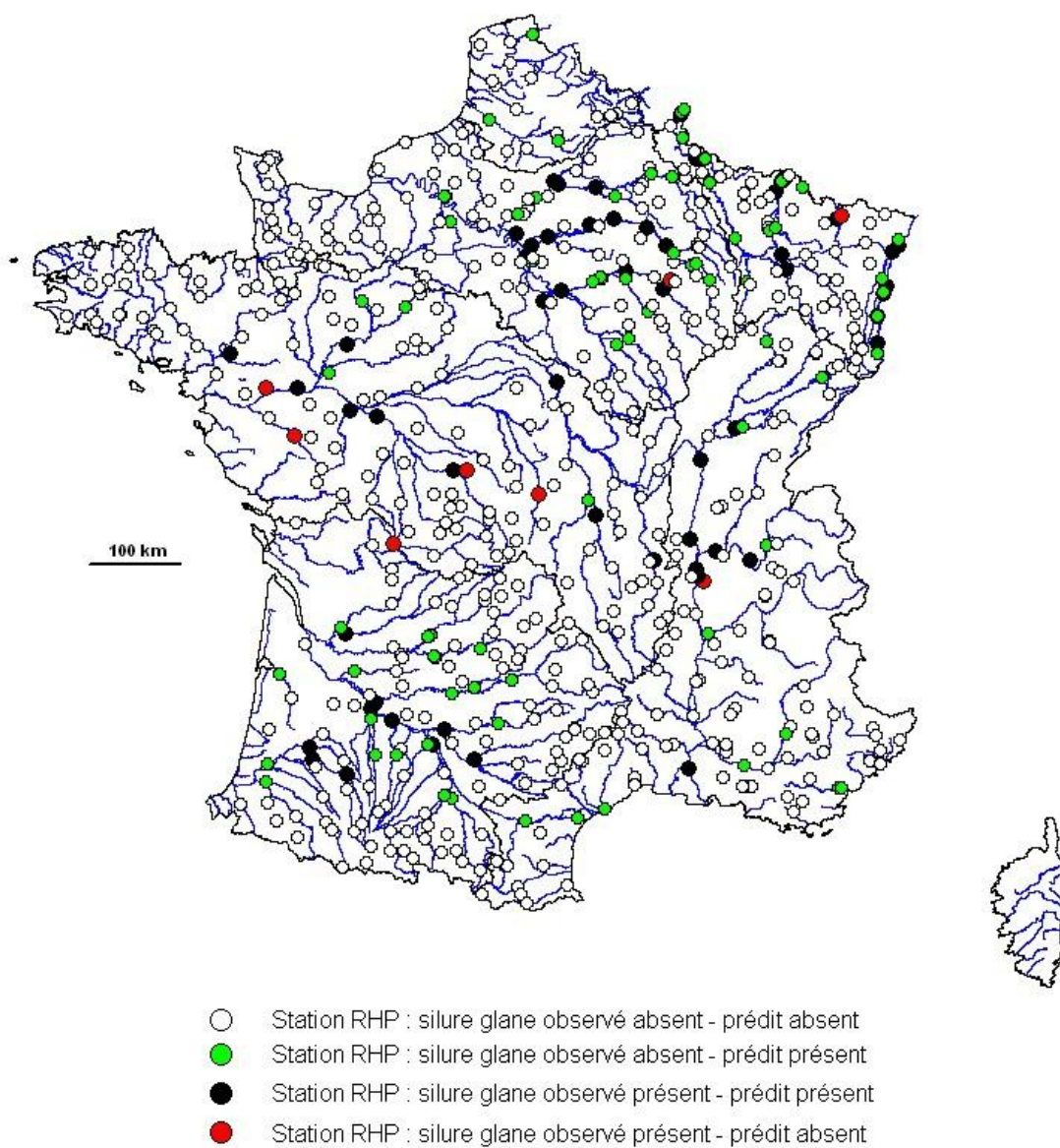
L'analyse des paramètres du modèle indique que toutes les variables ne sont pas significatives. Pour ne garder que les variables statistiquement significatives, une procédure « pas à pas » (par régressions successives) a été mise en place.

De même que pour l'étude de l'habitat, la valeur seuil a été calculée et une courbe ROC a été établie. Les variables significatives intervenant dans la prédiction de la présence du silure glane dans les stations du RHP sont la pente ($p = 0,016$) et la distance à la source ($p < 0,0001$) ; ces deux variables n'étant toutefois pas complètement indépendantes. La constante joue également un rôle significatif ($p < 0,0001$). Alors que le modèle établi présente une réponse très satisfaisante ($AUC = 0,931$), l'équation résultant des régressions logistiques successives est de la forme :

$$Y = 1 / (1 + \exp(-(-9,195 - 1,151 * \text{LN}(\ll \text{pente} \gg + 1) + 1,730 * \text{LN}(\ll \text{distance à la source} \gg + 1))))$$

3-2-2-2) Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension

Sous SIG, nous avons projeté chacune des stations occupées ou non sur une carte représentant le réseau hydrographique français (fig. 21).



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 21 : Répartition actuelle (1995-2004) du silure glane et prédiction de son aire de répartition sur les stations du RHP (réalisation : O. Ledouble).

Tandis que la valeur seuil calculée est égale à 0,1, 137 stations sont susceptibles d'être colonisées par le silure glane alors que seulement 68 font état de sa présence actuellement. Les stations du RHP actuellement occupées sont essentiellement situées sur l'Adour, la Garonne, la Vilaine, la Loire aval, la Rhône, la Saône, la Rhin, la Moselle et la Marne. Le modèle prédit remarquablement l'occupation de nombreuses stations des bassins de l'Adour-Garonne et de la Seine-Normandie.

3-3) «Enquête silure» et prédiction de l'extension de l'aire de répartition du silure glane

3-3-1) «Enquête silure»

Pour compléter les données fournies par le SNPE et le RHP, un questionnaire, accompagné d'un fond de carte représentant le réseau hydrographique concerné, a été envoyé à toutes les brigades départementales du CSP (Annexe IV). Ce questionnaire concernait trois thèmes : l'historique de colonisation, le comportement des pêcheurs face à cette espèce et l'écologie du silure glane. Il permet de réaliser une synthèse des connaissances de terrain des agents du CSP sur ces trois thèmes avec une couverture intégrale de la France métropolitaine.

3-3-1-1) Résultats de «l'enquête silure»

HISTORIQUE :

La carte de la figure 22 a été établie à partir des réponses départementales. Ces réponses confortent ce qui a été indiqué dans la littérature : depuis les années 90 le silure signalé dans tous les grands bassins hydrographiques, y compris en Corse. En premier, le Doubs dès la fin du XIXème siècle, puis la Loire dans les années 60, ont été colonisées par l'espèce avant le Rhône.

Parmi les départements ayant mentionné la présence de silure glane dans leurs rivières avant 1995, seuls huit n'ont pas constaté d'évolution de leur population de silure glane depuis dix ans. Il s'agit de l'Ain, du Doubs, de la Seine Maritime, de la Saône et Loire, de la Savoie, du Var, du Vaucluse et de la Vendée. Le territoire de Belfort, quant à lui, suggère une baisse des effectifs de silure glane.

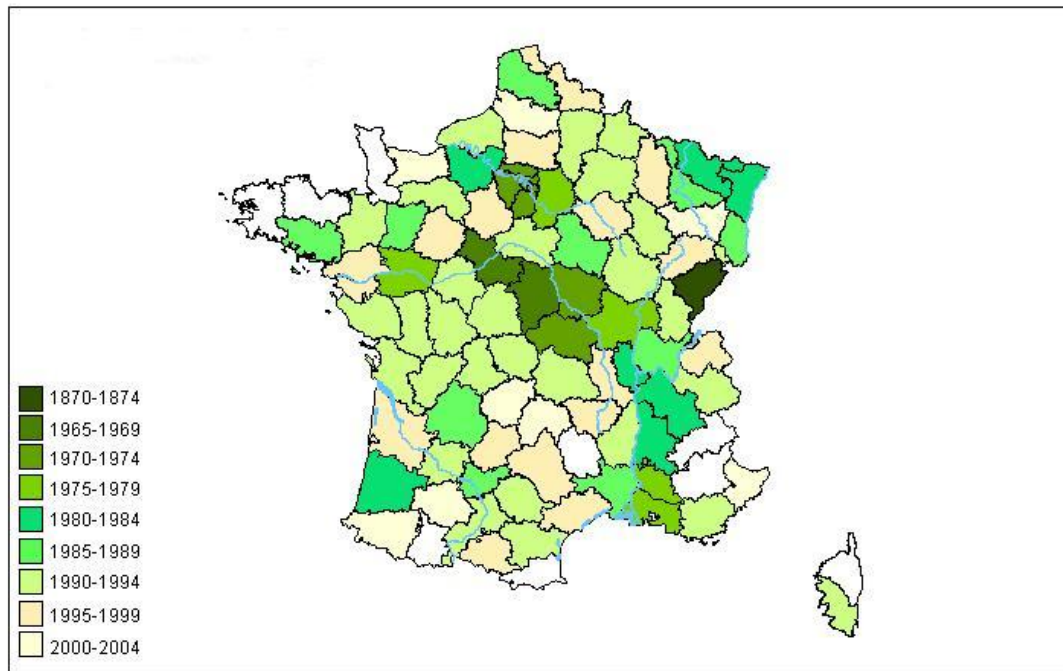


Figure 22 : Date de première introduction du silure glane en France selon les résultats de « l'enquête silure ».

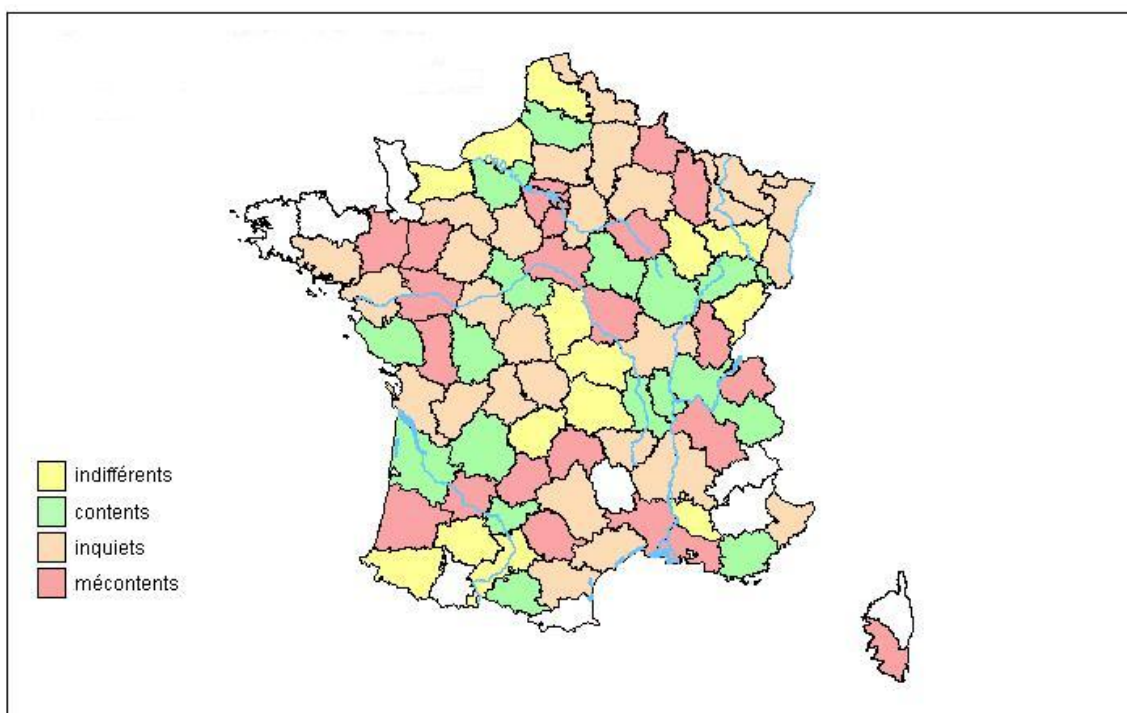


Figure 23 : Réactions globales des pêcheurs devant l'extension de l'aire de répartition du silure glane dans leur département selon les résultats de « l'enquête silure ».

REACTIONS DES PECHEURS :

Il est assez difficile de prendre en compte toutes les nuances qui composent la mosaïque de réactions concernant la présence du silure glane. Nous avons considéré, pour chaque département, l'opinion de la brigade sur le sentiment majoritaire des pêcheurs (fig. 23). Mais en réalité, il existe :

- des pêcheurs amateurs de la « pêche sportive », satisfaits de la présence du silure ;
- des pêcheurs soucieux de son impact potentiel sur les autres espèces, généralement inquiets ou mécontents (réaction majoritaire au niveau national) ;
- des pêcheurs indifférents, présents dans des secteurs peu concernés...

On constate une certaine accoutumance des pêcheurs. Ceux des départements nouvellement envahis, par exemple le Lot, l'Aveyron ou la Corse, sont généralement mécontents. A l'inverse, les pêcheurs semblent satisfaits, voir indifférents, dans les départements où il est présent depuis plus longtemps tels que le Doubs, le Loire-et-Cher, le Cher, la Haute-Saône, la Côte d'Or, l'Ain et le Rhône

ECOLOGIE DU SILURE :

Le questionnaire nous a permis de récolter des avis qualitatifs quant à l'impact du silure glane sur les autres populations des écosystèmes qu'il fréquente, notamment celles de carnassiers. Les tableaux 15, 16, 17, 18 & 19 rendent compte de ces avis. Dans les réponses départementales, 15 suggèrent un impact non négligeable du silure sur les populations de sandre (tab.15), 9 sur les populations de brochet (tab.16) et 8 sur les populations de tanche (tab.17).

Elles expliquent ces impacts par :

- une compétition ;
- une prédation (présence dans les contenus stomacaux) ;
- une corrélation entre l'apparition du silure glane et la chute des prises ;
- un impact sur la période de frai.

Parallèlement, 11 brigades départementales dénoncent un impact de la population de silure glane sur la population de poisson-chat (tab.18) et 18 sur la population d'écrivisse américaine (tab.19), espèces considérées comme nuisibles. Cet impact relèverait essentiellement de la prédation.

Tableau 15 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le sandre (SAN).

Département	Il n'y a pas de SAN	Compétition	Corrélation entre apparition du SIL et chute des prises de SAN	Impact sur la période de fraie	Prédation: présence dans les contenus stomacaux
06	X				
11			X		
18		X			
24		X			
26					X
2A	X				
34		X			
45			X		
51		X			
54					X
55		X			
61				X	
63		X			
72		X			
73	X				
77					X
89					X
île de France		X			

Tableau 16 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le brochet (BRO).

Département	Il n'y a pas de BRO	Compétition	Corrélation entre apparition du SIL et chute des prises de BRO	Prédation: présence dans les contenus stomacaux
11			X	
18		X		
24		X		
2A	X			
34		X		
51		X		
54		X		
58			X	
63		X		
77				X

Tableau 17 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur la tanche (TAN).

Département	Il n'y a pas de TAN	Compétition	Expérience sur un plan d'eau: eradication complète	Prédation: présence dans les contenus stomacaux
18				X
21				X
23		X		
27			X	
2A	X			
34				X
55				X
63		X		
72		X		
île de France		X		
77				X
89				X

Tableau 18 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur le poisson-chat (PCH).

Département	Il n'y a pas de PCH	Corrélation entre apparition du SIL et chute des prises de PCH	Expérience sur un plan d'eau: eradication complète	Prédation: présence dans les contenus stomacaux
06	X			
14	X			
18				X
21				X
27			X	
2A	X			
36				X
45		X		
47				X
55	X			
61	X			
73				X
76	X			
77				X

Tableau 19 : Brigades départementales ayant émis un avis sur l'impact du silure glane sur l'écrevisse américaine (OCL).

Département	Il n'y a pas de OCL	Prédation: présence dans les contenus stomacaux
01		X
02		X
09		X
18		X
21		X
23		X
24		X
27		X
2A	X	
31		X
33		X
36		X
46		X
51		X
54		X
57		X
60		X
72		X
île de France		X

3-3-1-2) Répartition actuelle du silure glane et prédiction de son extension

De même que nous l'avons fait pour les stations du RHP, mais cette fois ci à l'échelle du tronçon, nous avons pris en compte tous les tronçons de cours d'eau où la présence du silure glane est signalée sur les cartes jointes au questionnaire de l'enquête. Sous SIG, nous avons projeté chacun des tronçons occupés sur une carte représentant le réseau hydrographique français pour en extraire les caractéristiques d'habitat suivantes :

- pente
- altitude
- surface drainée
- surface du bassin versant
- température du premier trimestre
- température du second trimestre
- température du troisième trimestre
- température du dernier trimestre

La valeur **1** a été attribuée aux tronçons pour lesquels la présence du silure glane est confirmée ; la valeur **0** a été attribuée aux autres. En suivant le même protocole que pour les stations du RHP, un modèle de prédiction de la répartition du silure glane a été établi. Seule la variable « altitude » n'est pas significative et n'intervient pas dans l'équation du modèle (tab.20). L'équation résultant des régressions logistique successives est de la forme :

$$Y = 1 / (1 + \exp(-(-7.745-1.506*\ln(\text{Pente}+1)+0.757*\ln(\text{SBV}+1)+1.194*\text{NDJ}-1.352*\text{FMA}+2.021*\text{MJJ}-1.791*\text{ASO})))$$

SBV : surface du bassin versant

NDJ : T°C de novembre-décembre-janvier

FMA : T°C de février-mars-avril

MJJ : T°C de mai-juin-juillet

ASO : T°C de août-septembre-octobre

Tableau 20 : Résultats de la modélisation pour chacune des variables significatives

Source	Valeur	Ecart-type	Khi ² de Wald	Pr > Khi ²	Wald Borne inf. (95%)	Wald Borne sup. (95%)
Constante	-7,745	0,843	84,463	< 0.0001	-9,397	-6,093
ln(Pente+1)	-1,506	0,098	236,549	< 0.0001	-1,698	-1,314
ln(SBV+1)	0,757	0,029	679,388	< 0.0001	0,700	0,813
NDJ	1,194	0,260	21,104	< 0.0001	0,685	1,704
FMA	-1,352	0,286	22,309	< 0.0001	-1,913	-0,791
MJJ	2,021	0,299	45,839	< 0.0001	1,436	2,606
ASO	-1,791	0,284	39,806	< 0.0001	-2,348	-1,235

Le modèle présente une réponse hautement significative (AUC = 0,925) et la valeur seuil calculée est égale à 0,2. 1693 tronçons sont potentiellement favorables à l'implantation du silure glane tandis que 1110 font état de sa présence. Les figures 24, 25, 26, 27, 28 & 29 traduisent cette évolution potentielle à l'échelle des grands bassins hydrographiques.

Dans le bassin Adour-Garonne (fig.24), le silure glane est présent sur l'aval de l'Adour, de la Garonne, du Lot et du Tarn, de la Dordogne et de l'Isle et de la Charente. On le retrouve également en amont du Lot et de la Garonne. Le modèle prédictif montre que le silure sera présent sur les tronçons permettant la jonction entre les tronçons en aval et les tronçons en amont de la Garonne et du Lot où le silure est déjà présent. Il devrait également être présent sur la Leyre et plus en amont de tous les cours d'eau où il est déjà signalé.

Dans le bassin Loire-Bretagne (fig.25), le silure glane est déjà bien représenté, que ce soit sur la Vilaine, la Mayenne, la Vienne, le Cher, l'Allier ou la Loire. Le modèle prédictif montre que le silure glane est susceptible de coloniser les cours d'eau adjacents à ces derniers, mais aussi les tronçons de l'embouchure de la Loire et des fleuves vendéens.

Dans le bassin de la Seine (fig.26), le silure glane est présent en aval de la Seine, de l'Yonne, du Loing et de l'Aube mais également en amont sur la Seine et sur la Marne. Le modèle prédit la colonisation de l'ensemble de la Seine (embouchure exclue), de l'Eure, de l'Oise et de la Marne.

Dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (fig.27), le silure glane occupe déjà tout le linéaire du Rhône aval, de la Saône aval, du Doubs et de l'Oignon. Il est également présent dans l'Hérault et dans l'Aude. Le modèle prédit la présence de cette espèce sur la Durance, l'Isère, et à la source du Rhône et de la Saône.

Le silure glane est également bien implanté dans le bassin Rhin-Meuse (fig.28). Présent sur le Rhin, l'Ill, la Moselle et la Meuse, il est susceptible d'en coloniser de nombreux affluents.

Il n'y a que dans le bassin Artois-Picardie (fig.29) que le silure n'est pas fortement représenté. En effet, il n'est présent que sur l'Escaut et la Sambre mais est toutefois susceptible de coloniser la Somme, la Lys et les parties amont de la Sambre et de la Meuse.

Ce travail de modélisation illustre que le silure glane occupe généralement les secteurs aval des grands cours d'eau et qu'il est probable qu'il colonise l'amont des cours d'eau où il est déjà bien implanté comme la Loire, la Seine ou le Rhône mais aussi leurs affluents de taille plus modeste. D'après le modèle prédictif, et proportionnellement aux autres bassins, c'est le bassin Artois-Picardie qui devrait avoir le plus grand nombre de tronçons de cours d'eau colonisés puisque près de 13% de son linéaire encore dépourvu de silure glane devrait être colonisé (tab. 21). A contrario, sur le linéaire du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, la progression de colonisation du silure glane devrait être la moins importante ; ce qui conforte l'idée d'une phase de colonisation plus avancée sur les bassins du Rhône et de la Saône.

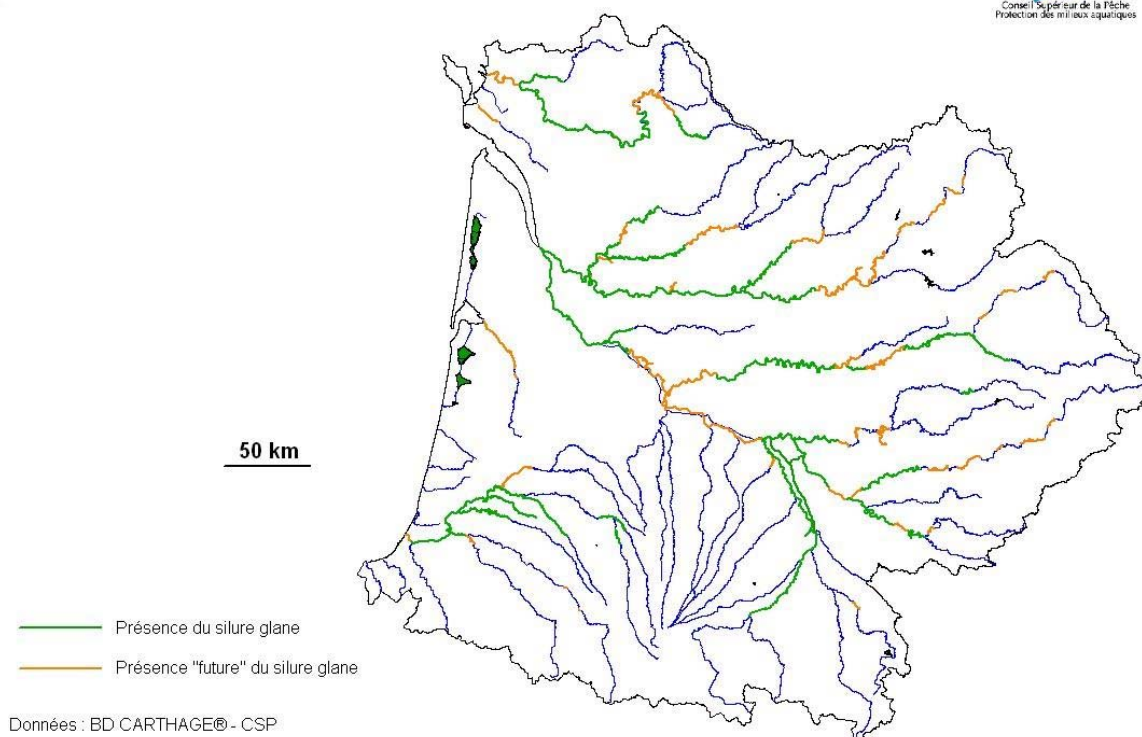
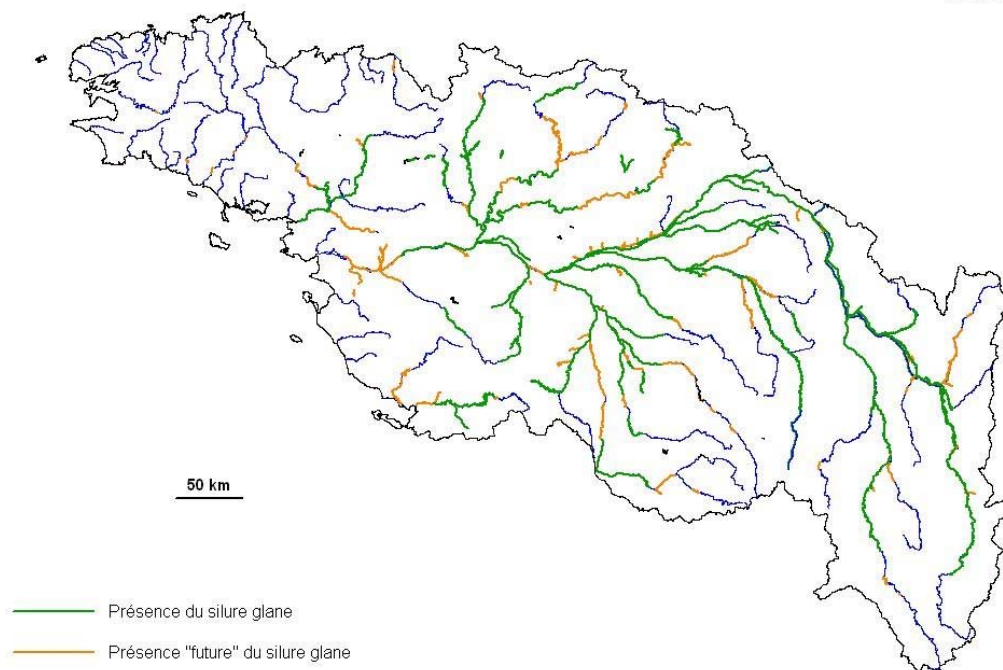
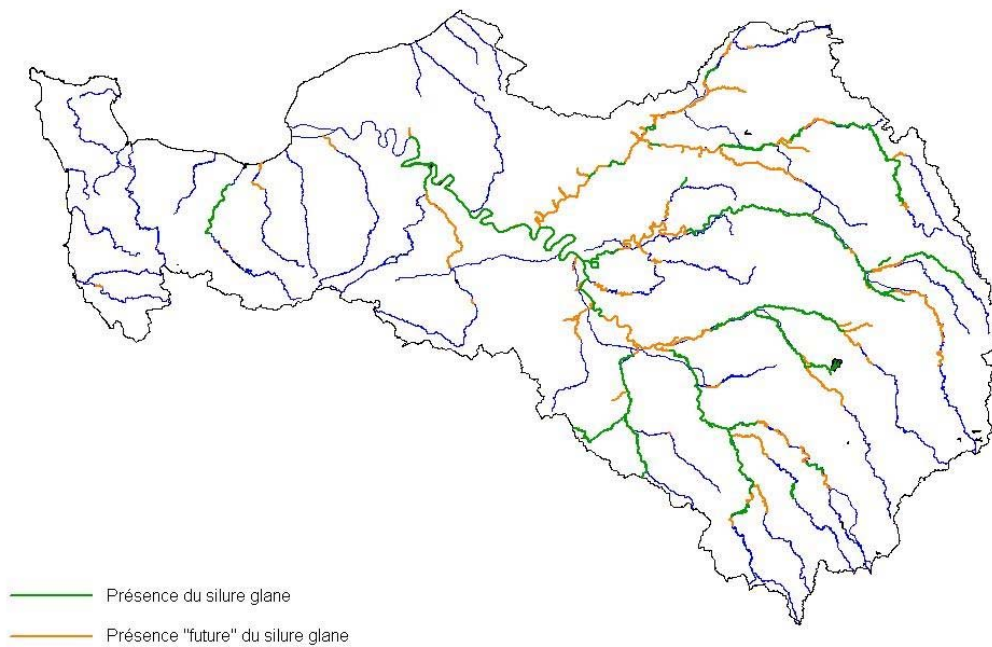


Figure 24 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Adour-Garonne (réalisation : O. Ledouble).



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 25 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Loire-Bretagne (réalisation : O. Ledouble).



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 26 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Seine-Normandie (réalisation : O. Ledouble).

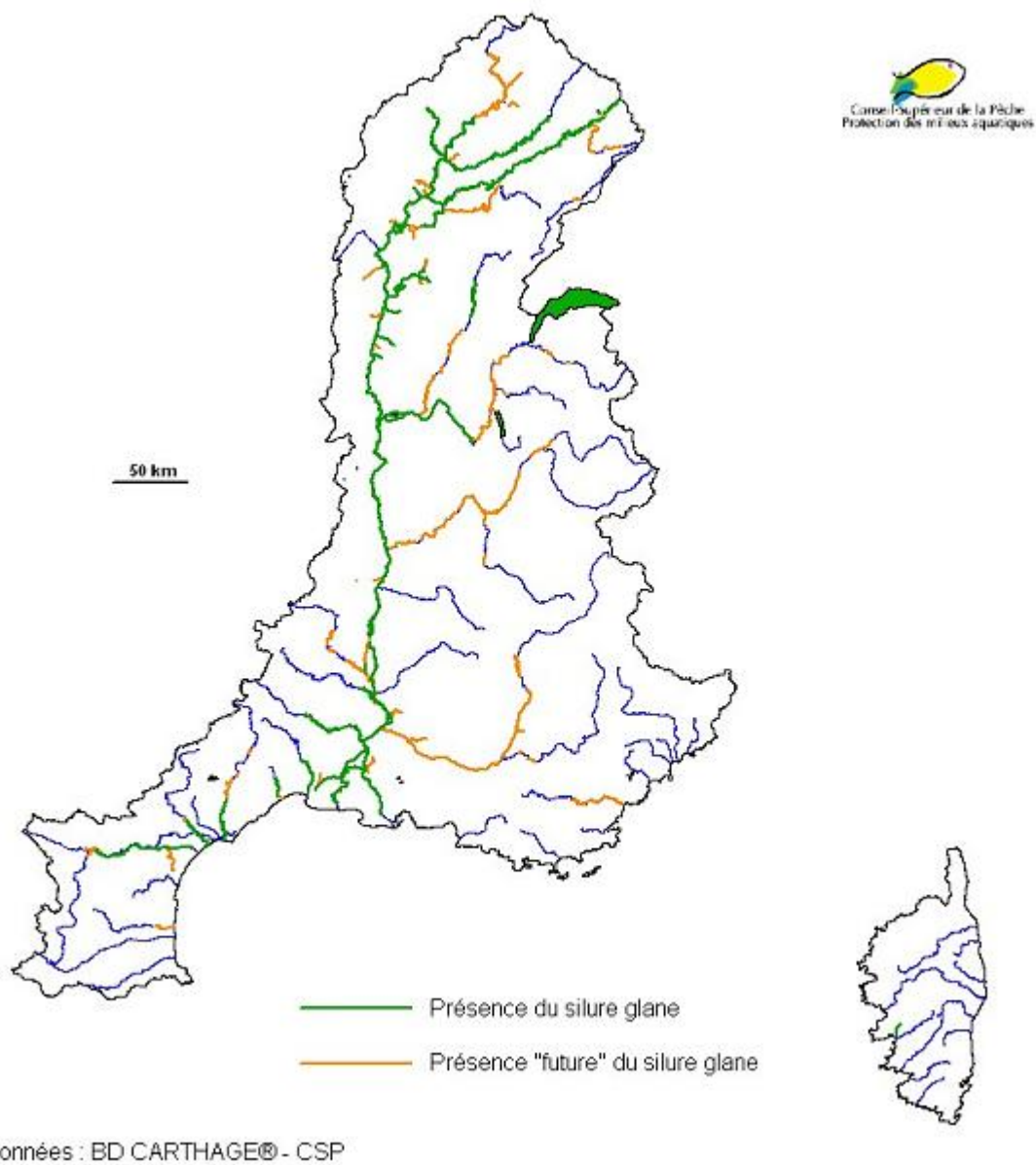


Figure 27 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse (réalisation : O. Ledouble).

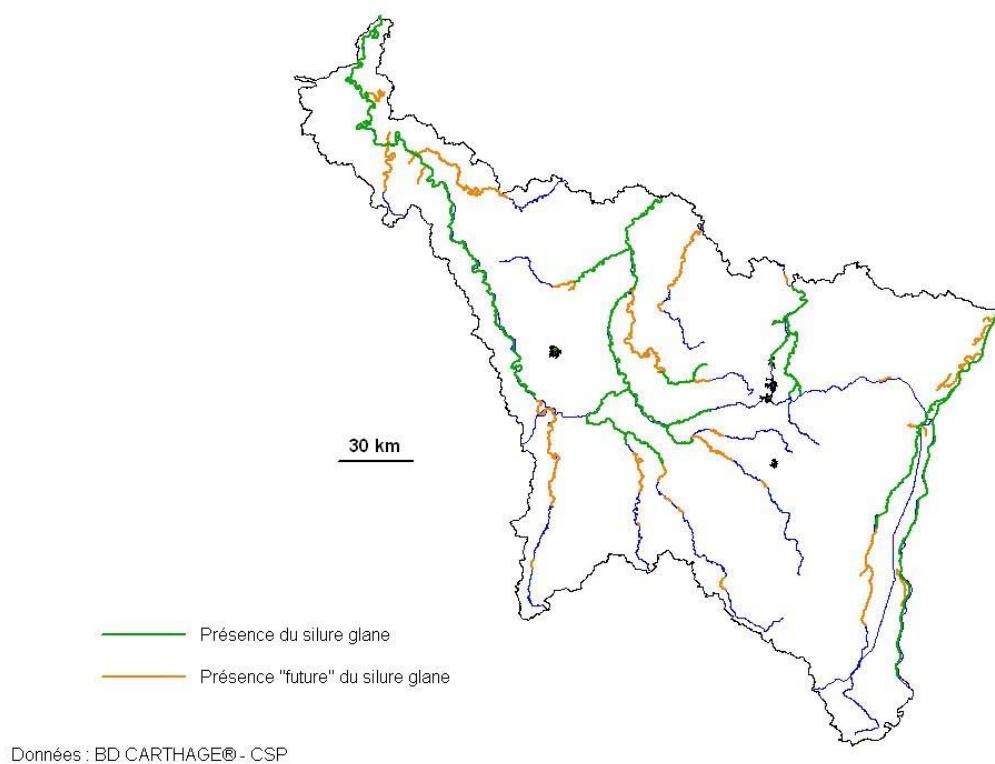


Figure 28 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Rhin-Meuse (réalisation : O. Ledouble).

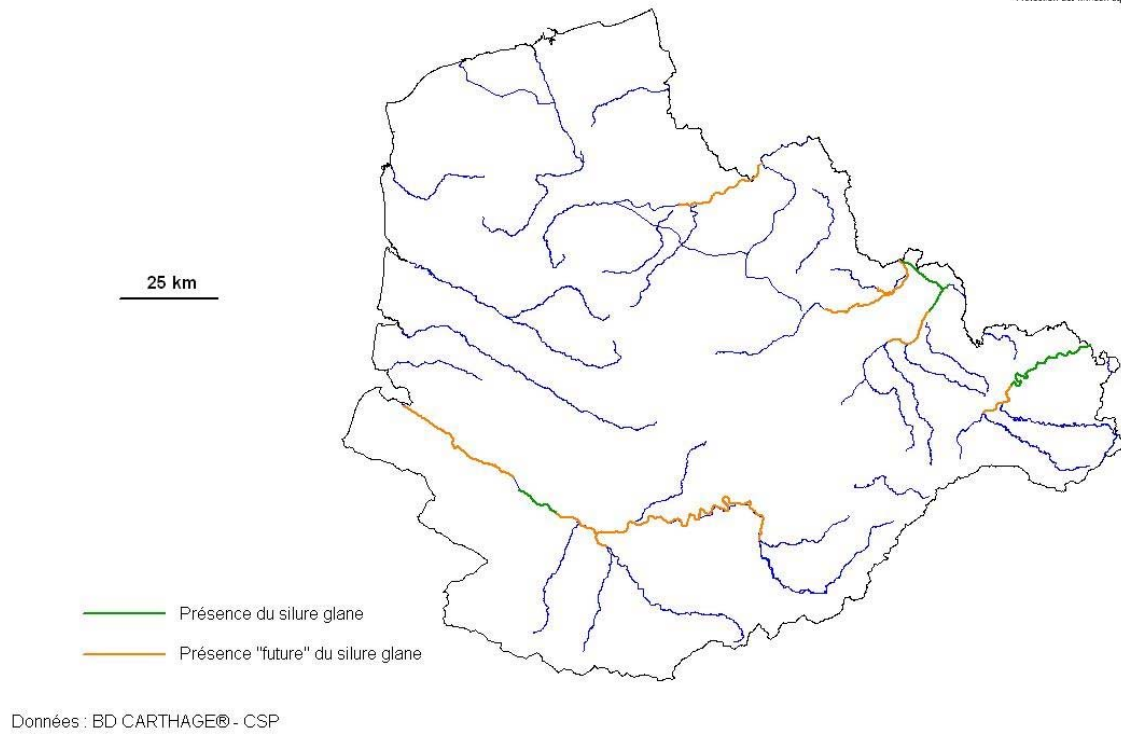


Figure 29 : Répartition actuelle du silure glane et prédiction de cette répartition sur le bassin Artois-Picardie (réalisation : O. Ledouble).

Tableau 21 : Augmentation du nombre de tronçons colonisés selon le modèle de prédiction.

Bassins	Présence du Silure glane			Prédiction du Silure glane		
	Nb tronçons non colonisés	Nb tronçons colonisés	% tronçons colonisés	Nb tronçons non colonisés	Nb tronçons colonisés	% tronçons colonisés
Loire-Bretagne	2177	420	16,17	2091	506	19,48
Seine-Normandie	1118	161	12,59	985	294	22,99
Artois-Picardie	215	9	4,02	186	38	16,96
Adour-Garonne	1288	168	11,54	1201	255	17,51
Rhin-Meuse	659	132	16,69	585	206	26,04
Rhône-Méditerranée-Corse	2290	243	9,59	2140	393	15,52
Total	7747	1133	12,76	7188	1692	19,05

3-4) Mise en parallèle de l'enquête et des données du RHP

Le RHP met-il en évidence la présence de silure glane sur des secteurs où il n'est pas mentionné dans l'enquête ? Inversement, l'enquête ne révèle-t-elle pas la présence de l'espèce sur des secteurs où le RHP n'en a pas échantillonné ? En bref, y a-t-il concordance des résultats entre RHP et enquête 1-en ce qui concerne les présences/absence observées ? 2-en ce qui concerne les prédictions de colonisation ?

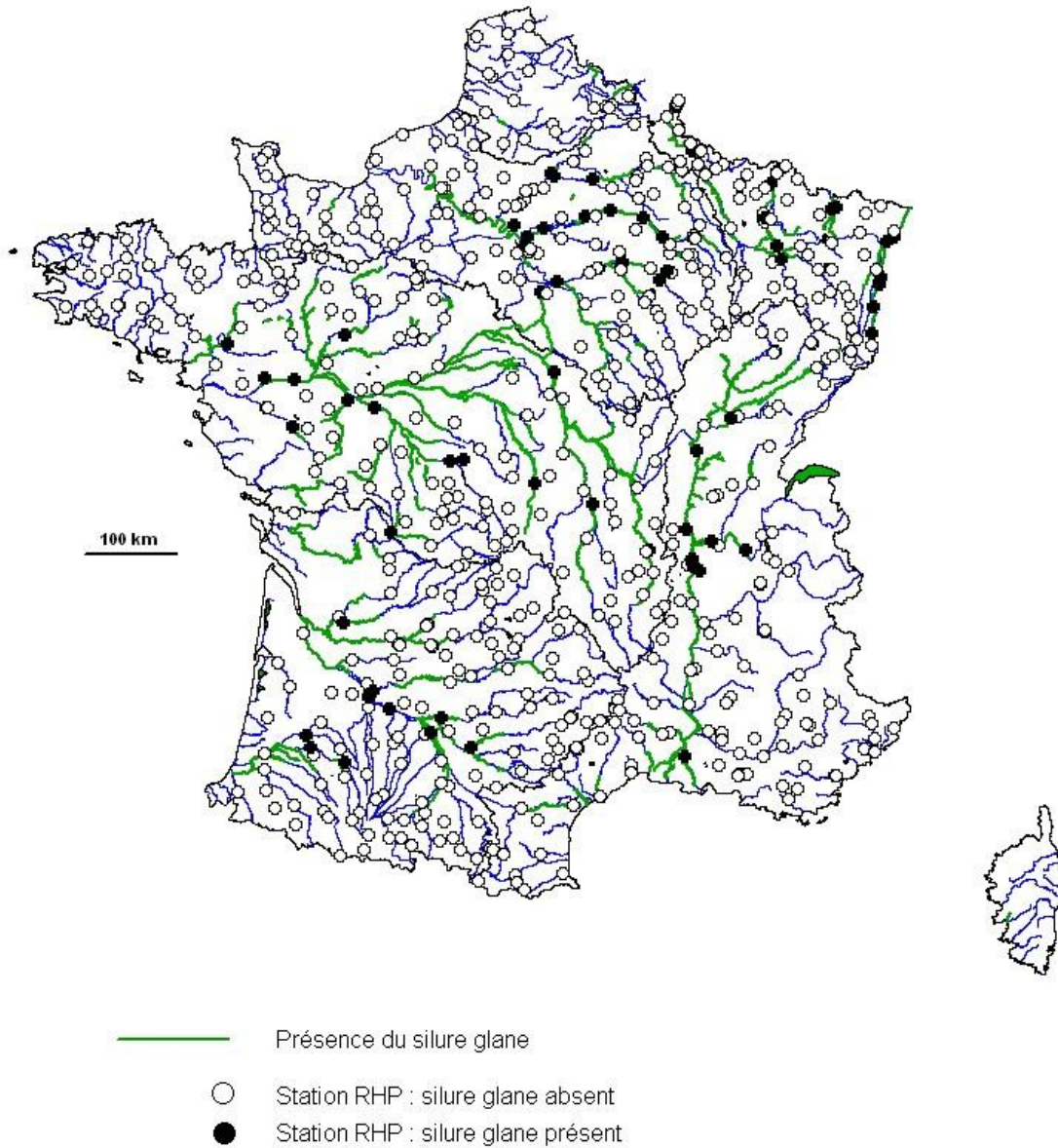
3-4-1) Répartition actuelle du silure glane sur les stations du RHP et sur le réseau hydrographique français

D'après la figure 30, les stations du RHP sur lesquelles le silure glane a été capturé, sont comprises dans le linéaire désigné comme occupé par les brigades départementales. A l'inverse, on constate que sur ce linéaire plusieurs stations du RHP n'indiquent pas de capture du silure glane sans doute en raison d'un défaut d'efficacité de la pêche électrique.

3-4-2) Prédiction de la colonisation du silure glane sur les stations du RHP et sur le réseau hydrographique français

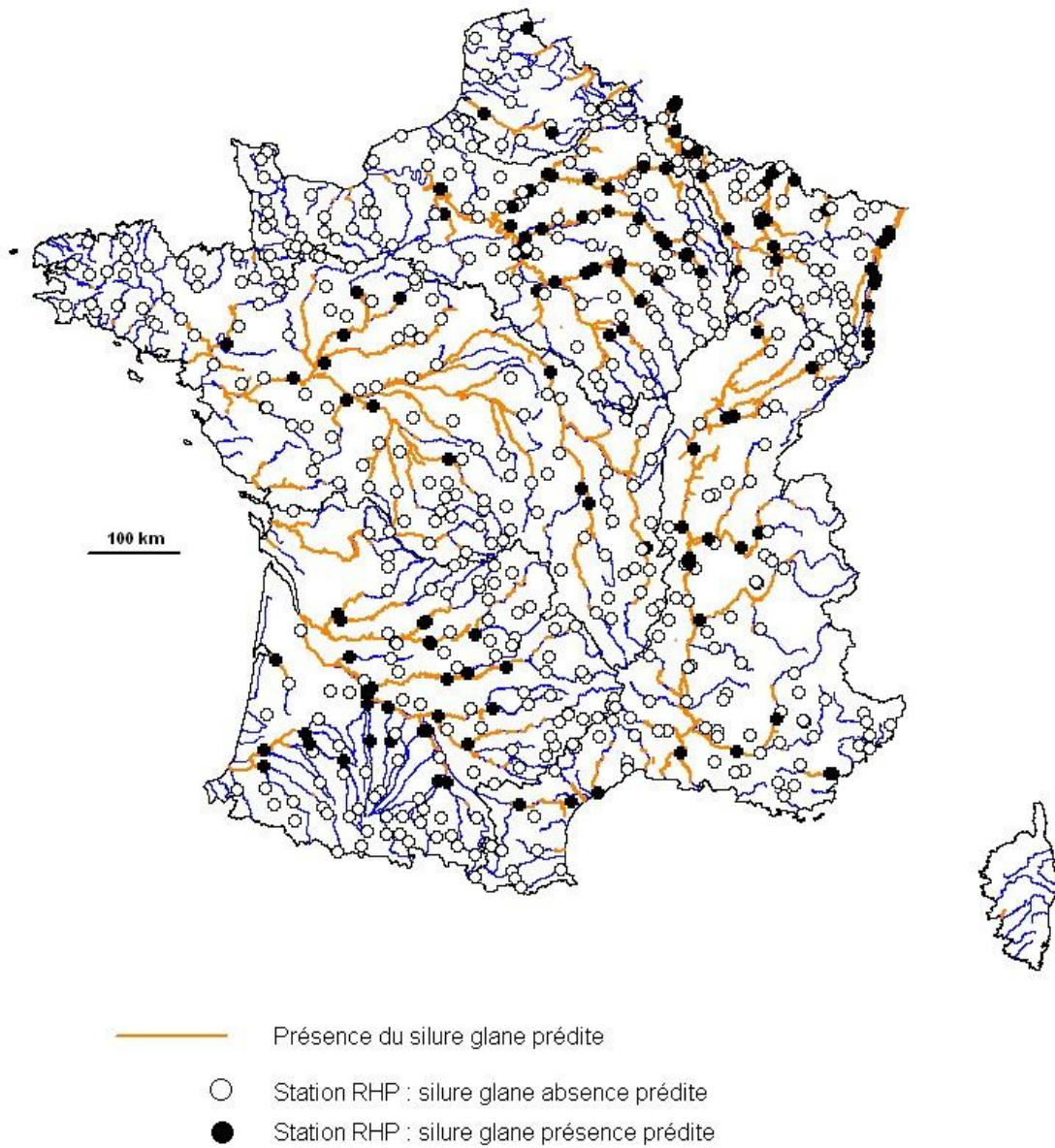
D'après la figure 31, le modèle de prédiction établi à partir des résultats de l'enquête ne prédit pas d'extension de la répartition du silure glane sur le bassin de l'Adour alors que le modèle construit à partir des données du RHP l'indique. Cette exception mise à part, les stations du RHP susceptibles d'être colonisées par le silure glane sont toutes situées sur le linéaire prédit par le modèle élaboré à partir des résultats de l'enquête. Cependant, beaucoup de stations du RHP du Rhône aval ainsi que de la Loire et de ses affluents n'apparaissent pas comme « colonisables », alors qu'elles sont situées sur un linéaire susceptible d'être occupé par le silure glane selon le modèle établi à partir de l'enquête.

Le silure glane est présent sur les grands fleuves français et leurs affluents. Il est actuellement absent dans les cours d'eau des Alpes, du Massif Central, des Pyrénées, de la Bretagne, de la Basse-Normandie et est très peu présent dans le Bassin Artois-Picardie ainsi qu'en Corse. Les modèles prédictifs n'indiquent pas de colonisation de la Bretagne occidentale ni des Pyrénées.



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 30 : Répartition actuelle du silure glane en France selon l'étude faite à partir des données RHP et de l'« enquête silure » (réalisation : O. Ledouble).



Données : BD CARTHAGE® - CSP

Figure 31 : Prédiction sur la répartition du silure glane en France selon l'étude faite à partir des données RHP et de l'« enquête silure » (réalisation : O. Ledouble).

DISCUSSION

La présente étude a permis d'évaluer la distribution récente (données disponibles jusqu'en 2004) du silure glane et de prédire l'extension de son aire de répartition sur le territoire français. Afin de contribuer à la mise en place de plans de gestion piscicole concernant le silure glane, ce travail a été complété par une synthèse de documents relatifs à la biologie et à l'écologie de ce poisson.

Limites et intérêts des différentes méthodes utilisées

Malgré la quantité importante d'informations contenues dans le SNPE l'image qu'elles donnent de la répartition géographique du silure glane est incomplète car elle est tributaire de la répartition et de la spécialisation des pêcheurs aux engins dans les différents secteurs. Lorsqu'il n'est pas ciblé, le silure est une capture accessoire dont la déclaration est aléatoire d'autant plus que son signalement n'est pas demandé explicitement dans les fiches (cas des Lacs alpins). Lorsqu'il est ciblé, c'est généralement qu'il est plus abondant, et les captures déclarées fournissent des CPUE intéressantes pour juger de l'évolution de la population, en particulier dans les grandes classes de taille.

Sachant que le silure glane adulte occupe préférentiellement les zones profondes, au centre des grands cours d'eau (SAAT 2003), l'échantillonnage RHP ne peut donner une image exhaustive de la population puisque la profondeur importante diminue sensiblement l'efficacité de la pêche électrique. Ce sont surtout les jeunes silures de l'année, lorsqu'ils sont situés à proximité des berges, qui sont collectés efficacement. Les données RHP sont donc utiles à déterminer la présence/absence d'une population se reproduisant ainsi que les fluctuations de son recrutement.

L'enquête auprès des brigades départementales du CSP s'appuie sur l'expertise des gardes, qui n'est pas homogène et peut présenter une part de subjectivité. Toutefois, contrairement aux données du SNPE, les données d'enquêtes présentent une couverture intégrale du territoire, sans privilégier des cours d'eau en particulier. Seule la présence de l'espèce dans certains plans d'eau privés marginaux peut éventuellement échapper aux brigades. Contrairement au RHP, les connaissances des brigades présentent l'avantage de ne pas privilégier de stade particulier de la vie du silure. Enfin, le recueil de données systématiquement à l'échelle de tronçon présente un avantage considérable lorsqu'on veut appliquer un modèle prédictif.

L'introduction du silure glane en France

Alors que les populations de silures glanes des bassins hydrographiques du Rhin (LELEK 1987) et de la Meuse (PHILIPPART & DE WOLF 2004) sont des populations autochtones, ces deux bassins frontaliers communiquent avec les autres bassins français via un réseau de canaux construits par l'homme. Ainsi, par exemple, le Rhin est relié à la Saône par le canal Rhin-Rhône via le Doubs et la Saône est reliée à la Loire par le canal du Centre. En plus des introductions volontaires effectuées, l'apparition de cette espèce dans les grands cours d'eau français est donc facilitée, sans qu'il y ait de discontinuité géographique entre le bassin où elle est autochtone et les autres bassins, considérés alors comme « bassins d'acclimatation ». L'extension du silure glane progresse doucement d'Est en Ouest et cette espèce s'acclimate plus ou moins bien selon les caractéristiques des cours d'eau qu'elle fréquente.

Distribution du silure glane sur les bassins français au travers des différents résultats

Au terme de l'étude des données SNPE secteurs des grands cours d'eau, favorables à l'implantation du silure, ont été subdivisés en 3 classes.

Les secteurs de *classe A*, où les populations sont abondantes, appartiennent tous au bassin Rhône-Méditerranée-Corse et les réponses des brigades départementales confirment la présence de silures glanes sur ce bassin excepté dans les Alpes. Par contre, les stations RHP du Rhône aval n'ont pas rapporté de captures de silure glane ; la largeur et la profondeur de ce fleuve peuvent expliquer ces lacunes. La présence du silure glane est relativement ancienne dans ce bassin puisqu'elle remonte à la fin du XIX^{ème} siècle dans le département du Doubs, et à la fin des années 1970 dans le département de la Haute-Saône. D'après les modèles de prédiction, il pourrait s'étendre et coloniser les grands affluents du Rhône, tels la Durance et l'Isère et les cours d'eaux du littoral Languedocien.

Concernant les secteurs de *classe B*, où les populations sont relativement abondante, deux sous-classes peuvent être mises en évidence :

- d'une part, la *sous-classe B1* pour laquelle les résultats du RHP et de l'enquête concordent avec ceux du SNPE et confirment l'abondance des populations de silures glanes. Il s'agit des secteurs du Rhin (essentiellement le Rhin et la Moselle), de la Seine et Somme (essentiellement la Marne), de la Loire aval et de la Garonne amont. Aujourd'hui, le silure glane semble déjà bien implanté dans les bassins de l'est de la France, soit celui du Rhône et du Rhin. D'après les modèles de prédiction, il devrait davantage coloniser la Somme et les grands affluents de la Loire aval, de la Garonne amont et de la Seine.

- d'autre part, il y a la *sous-classe B2* pour laquelle les résultats du SNPE concordent avec ceux de l'enquête mais pas avec ceux du RHP. Les secteurs concernés sont la Loire moyenne, la Loire amont et Allier, la Dordogne amont, la Dordogne aval. Il semble donc que le silure glane tende à coloniser l'amont du bassin de la Loire après avoir réussi son acclimatation en aval tout comme il semble s'adapter progressivement aux cours d'eau du bassin Adour-Garonne dans le Sud-Ouest de la France.

L'enquête auprès des brigades ne confirme pas la présence du silure glane dans le secteur des fleuves vendéens, ni dans celui de l'Isle amont mais ces cours d'eau sont susceptibles d'être colonisés prochainement.

Les résultats du RHP et de l'enquête confirment la présence du silure glane sur les secteurs de *classe C* du SNPE, excepté en Loire estuaire.

Le statut du silure glane en France

Le silure glane, considéré comme un poisson eurytope (WOLTER & VILCINSKAS 1996), et pour lequel les modèles de prédiction indiquent une colonisation quasi-totale des cours d'eau de taille moyenne et importante, excepté dans le Finistère, la Manche, et sur les massifs montagneux, ne semble pas avoir colonisé rapidement le territoire français. Par exemple, on observe un décalage entre la fin des années 1960, date de première apparition du silure glane en Loire moyenne et l'apparition de l'espèce en Loire aval et dans ses affluents dans les années 1990. Cela suppose soit que les premières introductions n'ont pas été concluantes (population introduite insuffisante, fréquence d'introduction faible), soit que le développement des populations est lent. L'accélération récente de l'augmentation de l'aire de répartition du silure glane peut aussi être liée aux incidences du réchauffement climatique sur les cours d'eau français, le silure glane étant une espèce thermophile dont la reproduction ne peut se faire dans des eaux dont la température est inférieure à 20°C au début de l'été.

Les facteurs qui déterminent le potentiel colonisateur d'un organisme incluent à la fois les traits de vie de l'espèce considérée et les caractéristiques de l'habitat colonisé. Ainsi, l'acclimatation est généralement facilitée dans des milieux altérés par les activités anthropiques ou initialement pauvres en espèce (ROSS 1991). La dégradation de la qualité de l'habitat, par modification des conditions hydrauliques (construction de barrages) par exemple, facilite la colonisation des secteurs aval des grands cours d'eau français par le silure glane ; un régime d'inondation naturel ralenti ou prévient l'établissement d'espèces

allochtones (MOYLE 1995). L'altération des habitats profite également à d'autres espèces exotiques pouvant alors constituer une nouvelle ressource trophique susceptible d'augmenter la probabilité « d'invasion biologique » (SIMBERLOFF & VON HOLLE 1999). Par exemple, l'implantation de l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*), pourrait induire une interaction facilitative au profit du silure glane. Ce dernier, qui préfère les tronçons de cours d'eau de basse altitude (comme ceux des plaines de l'Est de l'Europe), éloignés de la source, dont la largeur du lit est supérieure à 40 m, et se situant sur des bassins versant dont la superficie est supérieure à 1300 km², intègre aujourd'hui un peuplement piscicole comparable à celui de son aire d'origine (l'ichtyofaune française étant contenue dans celle du bassin du Danube). Ceci contribue d'autant plus à favoriser son implantation puisque la dispersion est facilitée lorsqu'une espèce colonise un environnement proche de celui de son aire d'origine (HENGEVELD & VAN DEN BOSCH 1996). Enfin, la plasticité phénotypique (tolérance physiologique) de cette espèce ainsi que son appartenance à la guildes reproductrice des « gardiens » (PROTEAU *et al.* sous presse), absente chez les espèces autochtone d'Europe occidentale, semblent être deux caractéristiques biologiques fondamentales dans le succès de colonisation d'une espèce en phase d'acclimatation (MARCHETTI *et al.* 2004).

CONCLUSION

En quarante ans, le silure glane a colonisé la majeure partie du territoire français, et peut localement former des populations très abondantes. Les modèles prédictifs établis à partir du RHP et de l'enquête auprès des brigades concordent pour indiquer une colonisation des secteurs amont de grands cours d'eau et de leurs affluents. La présence de cette espèce, ou son arrivée annoncée, nécessite la mise en place de plans de gestion adaptés sachant que l'information et l'éducation sont des préalables indispensables à toute mise en œuvre d'une politique de prévention de la dispersion d'une espèce introduite (ELVIRA 2001).

Prédateur opportuniste, le silure glane dispose dans les grands cours d'eau français, souvent eutrophe, de la zone à brème, d'une ressource alimentaire abondante, constituée non seulement d'espèces fourrage native mais aussi d'autres espèces exotiques envahissantes comme le poisson-chat ou l'écrevisse américaine. Son potentiel pour contrôler les cyprinidés (RAAT 1990) et l'écrevisse en fait un candidat de choix dans les projets de biomanipulation en plan d'eau (MEHNER *et al.* 2001). Toutefois, peu de travaux concernent les relations interspécifiques qu'entretient le silure glane en dehors de son aire de distribution naturelle.

L'enquête a permis de constater que les réactions des pêcheurs au sujet du silure glane sont partagées. Il en ressort cependant une inquiétude générale qu'on peut interpréter comme une conséquence du manque d'expertise scientifique alors que l'espèce est désormais bien acclimatée et en extension sur la plupart des bassins hydrographiques français. Par exemple, les pêcheurs du littoral atlantique s'inquiètent de l'impact d'une prédation potentielle du silure sur les espèces d'intérêt halieutiques (ex : l'anguille) qui pourrait induire des dommages économiques conséquents, alors qu'aucun élément scientifique n'a été établi dans ce sens.

Le maintien de la surveillance de l'espèce semble un minimum à assurer. Les résultats de notre étude nous autorisent à faire plusieurs propositions. D'abord on pourra suivre l'extension de son aire de répartition au travers du RHP et d'enquêtes ponctuelles ciblées sur les tronçons signalés par les modèles prédictifs. Ensuite on étudiera sa dynamique de population au travers du SNPE en recueillant si possible des poids et des tailles individuels ainsi que des pièces osseuses nécessaires pour établir une clef taille âge. Enfin, il faudra compléter cette surveillance par des évaluations d'impact sur les peuplements en place, notamment en

poursuivant les rares études de contenus stomacaux déjà réalisées sur le bassin de la Saône et en y ajoutant d'autres à réaliser de préférence dans des secteurs à peuplements très différents (zones très amont ou très aval et estuaires) ou mieux maîtrisés (plan d'eau).

BIBLIOGRAPHIE

- ABDULLAYEV, M. A., B. KHAKBERDIEV and D. URCHINOV (1978). "Biology of the catfish *Silurus glanis* from some lakes in the lower Zarafshan River and in the Khorezm district." J. Ichthyology 17(3): 487-491.
- ALP, A., C. KARA and H. M. BUYUKCAPAR (2004). "Reproductive Biology in a Native European Catfish *Silurus glanis* L., 1758, Population in Menzelet Reservoir." Turk. J. Vet. Amin. Sci. 28: 613-622.
- BARAN, P. and P. ROCHE (2006). Exploitation des carnassiers sur la Saône. Etats des stocks et biologie de la reproduction du sandre, Conseil Supérieur de la Pêche: 57 p.
- BARLA, C. (1998). Le surdoué opportuniste. Le Pêcheur de France. 40: 10-12.
- BOBORI, D. C., P. S. ECONOMIDIS and E. G. MAURAKIS (2001). "Freshwater fish habitat science and management in Greece." Aquatic Ecosystem Health and Management 4: 381-391.
- BOUDOURESQUE, C. F. (2003). Les espèces introduites en milieu marin, faut-il s'en inquiéter?
- BOUGHEDIR, W. (2006). Etude de l'ecobiologie du Silure (*Silurus glanis*, L. 1778) dans la retenue du barrage de Sidi Dalem. Tunis, Institut National Agronomique de Tunisie: 81 p.
- BOUJARD, T. (1995). "Diel Rhythms of Feeding Activity in the European Catfish, *Silurus glanis*." Physiology & Behavior 58(4): 641-645.
- BOUJARD, T. (1999). "Les rythmes circadiens d'alimentation chez les téléostéens." Cybium 23(1): 89-112.
- BRUSLE, J. and J. P. QUIGNARD (2001). Les silures. In Biologie des poissons d'eau douce européens. Paris, Lavoisier Tech & Doc: 48-53.
- BRUTON, M. N. (1996). "Alternative life-history strategies of catfishes." Aquatic living resources 9: 35-41.
- CARREL, G., D. PONT and B. RIVIER (1995). Variabilité temporelle des peuplements piscicoles dans la section médiane du Bas-Rhône. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture. 337: 101-112.
- CEMAGREF and C.S.P. (1987). Le silure glane (*Silurus glanis*, L. 1766) dans la Seille. Lyon, Conseil Supérieur de la Pêche: 17 p.
- CHANCEREL, F. (2003). Le Brochet : biologie et gestion. Mise au point. Paris, Conseil Supérieur de la Pêche.
- CHANGEUX, T. (2004). Synthèse nationale du Suivi national de la pêche aux engins pour la période 1999 à 2002.
- CHANGEUX, T., J. C. BOUVET and J. LEFFRAY (2003). La pêche aux engins dans le bassin Rhône-Saône - Statistiques 1988 – 2001. Données fournies par les pêcheurs aux engins sur le Rhône, la Saône et le Doubs.
- CHEVALIER, J. (2004). Le silure glane en saône aval: perspectives pour la pêche professionnelle. Utilité de la pêche professionnelle pour le suivi des populations. Chevroux, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales (BTA Gestion de la Faune Sauvage Aquatique): 30 p.
- COAD, B. W. and J. HOLCIK (2000). "On *Silurus* species from Iran (Actinopterygii: Siluridae)." Folia Zoologica, Prague 49(2): 139-148.
- COLAUTTI, R. I. and H. J. MACISAAC (2004). "A neutral terminology to define 'invasive' species." Diversity and Distribution 10(2).
- CSP (2004). Rapport technique de l'année 2003. Paris, Conseil Supérieur de la Pêche.
- CZARNECKI, M., W. ANDRZJEWSKI and J. MASTYNSKI (2003). "The feeding selectivity of wels (*Silurus glanis* L.) in Goreckie Lake (Poland)." Archiwum Rybactwa Polskiego 11(1): 141-147.
- DAMIEN, J. P. (1996). Le silure glane (*Silurus glanis*, L.) dans le bassin de la Loire. Tours, Université de Tours (Maîtrise Sciences et Techniques, Ingénierie des Milieux Aquatiques et des corridors fluviaux): 9 p.
- DOGAN BORA, N. and A. GÜL (2004). "Feeding Biology of *Silurus glanis* (L., 1758) living in Hirfanli Dam Lake." Turk J Vet Anim Sci 28: 471-479.

- EAUFRANCE (2000). SITUATION des MILIEUX AQUATIQUES au 13 septembre 2000, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.
- ECONOMIDIS, P. S., E. DIMITRIOU, R. PAGONI, E. MICHALOUDI and L. NATSIS (2000). "Introduced and translocated fish species in the inland waters of Greece." Fish. Manage. Ecol. 7: 239-250.
- ELVIRA, B. (2001). Identification of non-native freshwater fishes established in Europe and assessment of their potential threats to the biological diversity. Convention on the conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Strasbourg, France, Conseil de l'Europe.
- ELVIRA, B. and A. ALMODOVAR (2001). "Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century." Journal of fish Biology 59(Supplement A): 323-331.
- FIERS, V., B. GAUVRIT, E. GAVASSI, P. HAFFNER and H. MAURIN (1997). Statut de la faune de France Métropolitaine: statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques. Réserves naturelles de France. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- GAUDANT, J. (1981). Contribution de la paléichtyologie continentale à la reconstitution des paléoenvironnements cénozoïques d'Europe occidentale. Approche systématique, paléocéologique, paléogéographique et paléoclimatologique, Université Paris 6. Doctorat: non publiée.
- GAUDANT, J. (1994). "L'ichtyofaune du Pannonien supérieur de Götzendorf et de Leitha (Basse autriche)." Ann. Naturh. Mus. Wien 96(A): 117-131.
- GAYET, M. and F. J. MEUNIER (2003). Palaontology and Palaeobiogeography of Catfishes. In Catfishes. E. (NH). USA, Sciences publishers Inc. Vol. 3: 491-522.
- GEISTDOERFER, P. and M. GOYFFON (1991). Animaux aquatiques dangereux. Encycl. Méd. Chir. - Paris.
- GUDGER, E. W. (1945). "Is the giant catfish, *Silurus glanis*, a predator on man?" The Scientific Monthly 61(6): 451-454.
- HARKA, Á. (1984). "Studies on the growth of sheatfish (*Silurus glanis* L.) in river Tisza." Aquacultura Hung. 4: 135-144.
- HENGEVELD, R. and F. VAN DEN BOSCH (1996). "Predicting the rate of spread of introduced animals and plants." Wildlife Biology 2: 151-158.
- HILGE, V. (1985). "The influence of temperature on the growth of the European catfish (*Silurus glanis* L.)." Z. Angew. Ichthyol. J. appl. Ichthyol. 1: 27-31.
- HLADIK, M. and J. KUBECKA (2003). "Fish migration between a temperate reservoir and its main tributary." Hydrobiologia 504(special): 251-266.
- HORVATH, L. (1977). "Improvement of the method for propagation, larval and post-larval rearing of the Wels (*Silurus glanis*)." Aquaculture 10(2): 161-167.
- I.U.C.N. (2006). Initiative sur les espèces exotiques envahissantes dans les collectivités françaises d'outre-mer. Paris, IUCN: 6 p.
- KEITH, P. and J. ALLARDI (1997). "Bilan des introductions de poissons d'eau douce en France." Bull. Fr. Pêche Piscic. 344/345: 181-191.
- LE PÊCHEUR DE FRANCE (2006). Le Pêcheur de France. n° 271.
- LEDOUBLE, O. (2003). Mesure de l'efficacité des modèles prédictifs en Ecologie. Application à la modélisation des espèces piscicoles du bassin de la Seine. DESS Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques. Pau, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UFR Sciences et Techniques): 24 p.
- LELEK, A. (1987). Siluridae. In The Freshwater Fishes of Europe: Threatened Fishes of Europe. Vol. 9: 259-263.
- LUSK, S., L. HANEL and V. LUSKOVA (2004). "Red list of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status." Folia Zool. 53(2): 215-226.

- MA, X., X. BANGXI, W. YINDONG and W. MINGXUE (2003). "Intentionally introduced and transferred fishes in China's inland waters." Asian Fish. Sci. 16(3&4): 279-290.
- MARCHETTI, M. P., P. B. MOYLE and R. LEVINE (2004). "Invasive species profiling? Exploring the characteristics of non-native fishes accros invasion stages in California." Freshwaters Biology 49: 646-661.
- MASSABUAU, J. C. and J. FORGUE (1995). "Les capacités d'adaptation du silure glane en hypoxie: un cas exemplaire d'homéostasie du milieu intérieur." Aquat. Living Resour. 8(4): 423-430.
- MAURIN, H., P. HAFNER and P. KEITH (1994). Bilan des introductions et réintroductions de vertébrés sauvages en france métropolitaine depuis le début du siècle. Des animaux introduits par l'homme dans la faune de l'Europe, Université de Liège.
- MEHNER, T., P. KASPRZAK, K. WYSUJACK, U. LAUDE and R. KOSCHEL (2001). "Restoration of a stratified lake (Feldberger Haussee, Germany) by a combination of nutrient load reduction and long-term biomanipulation." International Review of Hydrobiology 86: 253-265.
- MOYLE, P. B. (1995). "Conservation of native freshwater fishes in the Mediterranean-type climate of California, USA: a review." Biological Conservation 72: 271-279.
- MUUS, B. J. and P. DAHLSTROM (1999). Freshwater fish. Scandinavian fishing year book. Denmark: Hedehusene.
- NATHANSON, J. E. (1987). Distribution of the sheatfish (*Silurus glanis*) in Sweden. Drottningholm, Institut of freshwater research: 70 p.
- NEPVEU, C. (2002). Jeu de fiches descriptives des espèces animales exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie, Agence de l'eau Artois-Picardie: pp. 70-73.
- OMAROV, O. P. and O. A. POPOVA (1985). "Feeding behaviour of pike, *Esox lucius*, and catfish, *Silurus glanis*, in the Arakum Reservoirs of Dagestan." J. Ichtyol. 25: 25-36.
- ORLOVA, E. L. (1988). "Peculiarities of growth and maturation of the catfish, *Silurus glanis*, in the Volga Delta under regulated flow conditions." Journal of Ichthyology 28(3): 35-45.
- ORLOVA, E. L. and A. POPOVA (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." J. Ichthyology 16(1): 75-87.
- ORLOVA, E. L. and O. A. POPOVA (1986). "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.
- PENIL, C. (2004). Le silure glane n'est pas un monstre. Eaux Libres. 38: 19-21.
- PERSAT, H. and P. KEITH (1997). "La répartition géographique des poissons d'eau douce en France: qui est autochtone et qui ne l'est pas?" Bull. Fr. Pêche Piscic. 344/345: 15-32.
- PHILIPPART, J. C. (1999). Le Silure glane (*Silurus glanis*): une espèce de poisson en extension démographique dans la Meuse en Wallonie? Liège, Institut de Zoologie (Laboratoire de démographie des Poissons de l'Aquaculture): 14 p.
- PHILIPPART, J. C. and P. DE WOLF (2004). Pêche et conservation de la Nature en région wallonne: espèces indigènes et non indigènes. Colloque GIPPA. Liège.
- POHLMANN, K., F. W. GRASSO and T. BREITHAUPT (2001). "Traking wakes: The nocturnal predatory strategy of piscivorous catfish." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 98(13): 7371-7374.
- PORTRAT, O. (1998). Le silure en Europe. Le Pêcheur de France. 40: 16-19.
- POULET, N. (2004). Le sandre (*Sander lucioperca*, L.): biologie, comportement et dynamique des populations en Camargue (Bouches du Rhône, France). Cemagref, UR Ressources Ichtyologiques et Plans d'eau. Toulouse, Université Toulouse III - Paul Sabatier -. Doctorat: 300 p.

- POUYET, C. (1987). Etude des relations trophiques entre poissons carnassiers dans une rivière de seconde catégorie, référence particulière au silure glane (*Silurus glanis*, Siluridae). Lyon, Université Catholique de Lyon.
- PROTEAU, J. P., P. ELIE and O. SCHLUMBERGER (sous presse). Le silure glane : biologie, écologie, élevage.
- PROTEAU, J. P., O. SCHLUMBERGER and C. ALBIGUES (1993). Silure et sandre. Aqua revue. 47: 18-19.
- RAAT, A. J. P. (1990). "Production, consumption and prey availability of northern pike (*Esox lucius*), pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) and European catfish (*Silurus glanis*) : a bioenergetics approach." Hydrobiologie 200-201: 497-509.
- RIEHL, R. and R. A. PATZNER (1998). "Minireview : The mode of egg attachment in teleost fishes." Ital. J. Zool. 65(Suppl.): 415-420.
- ROSS, S. T. (1991). "Mechanisms structuring stream fish assemblages: are there lessons from introduced species?" Environmental Biology of Fishes 34: 687-705.
- SAAT, T. (2003). Wels, sheatfish, *Silurus glanis* L. In Fishes of Estonia, Estonian Academy Publishers: 252-254.
- SAL'NIKOV, V. B. (1998). "Anthropogenic migration of fish in Turkmenistan." J. Ichthvol. 38(8): 591-602.
- SCHAFFNER, U. (2005). What' makes a species invasive? Environmental Documentation. Berne, Swiss Agency for the environment, Forest and Landscape. 191: 92 p.
- SCHLUMBERGER, O. and J. P. PROTEAU (2001). Le silure glane. In Atlas des poissons d'eau douce de France. KEITH P. and ALLARDI J., Museum National d'Histoire Naturelle. Vol. 47: 218-221.
- SCHLUMBERGER, O., M. SAGLIOCCO and J. P. PROTEAU (2001). "Biogéographie du silure (*Silurus glanis*) : causes hydrographiques, climatiques et anthropiques." Bull. Fr. Pêche Piscic. 359: 485-498.
- SHIKHSHABEKOV, M. M. (1979). "The sexual cycles of the catfish *Silurus glanis* , the pike, *Esox lucius*, the perch *Perca fluviatilis*, and the pike-perch, *Lucioperca lucioperca*." J. Ichthyology 18(3): 457-468.
- SIMBERLOFF, D. and B. VON HOLLE (1999). "Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown?" Biological Invasions 1: 21-32.
- SPELLMANN, C. J. (1961). Famille des Siluridae. In Faune de France, poissons d'eau douce. P. Lechevalier. Paris. Vol. 65: 166-168.
- STOLYAROV, I. A. (1985). "Dietary features of catfish, *Silurus glanis*, and pike-perch *Stizostedion lucioperca*, in Kyzlyarsk Bay, northern Caspian Sea." J. Ichthvol. 25(2): 140-145.
- TIXIER, P. (1998). Le silure glane (*Silurus glanis* L.) : biologie, colonisation et impacts. Paris, Université de Paris IV.
- UNEP (1994). Convention on Biological Diversity. Text and annexes. Geneva, Switzerland, The Interim Secretariat for the Convention on Biological Diversity.
- WILLIAMSON, M. H. (1996). Biological Invasions. Population and community biology series. London, Chapman and Hall.
- WOLTER, C. and A. BISCHOFF (2001). "Seasonal changes of fish diversity in the main channel of the large lowland river oder." Regulated rivers 17(4-5): 595-608.
- WOLTER, C. and A. VILCINSKAS (1996). "Fish fauna of the Berlinean waters - their vulnerability and protection - ." Limnologica. Jena 26(2): 207-213.

ANNEXE I

POPULATION DE SILURE ET BIOMASSE DE PROIES DISPONIBLES LE CAS DE LA SAONE

Note technique

1. Contexte

Le silure est largement représenté sur l'axe Saône depuis plus de 20 ans. Son aire de répartition et ses effectifs ont fortement progressé. Dans ce grand cours d'eau, il cohabite avec 4 autres carnassiers : le sandre, le brochet, la perche et la lote.

La présente note vise à fournir quelques éléments sur la disponibilité en proies dans la Saône pour les carnassiers ainsi que sur les potentialités de compétition alimentaire entre ces différentes espèces.

2. Biomasses de proies disponibles.

Avec plus de 25 espèces autres que carnassiers, la Saône dispose d'un fort potentiel d'espèces proies sachant que les carnassiers constituent également des proies le plus souvent pour leur propre espèce.

La richesse en espèces permet de couvrir toutes les disponibilités en taille (des juvéniles de gardons, d'ablettes, de rotengle de moins de 5 cm, aux adultes de brêmes ou de carpes de plus de 500 g). Elle assure la présence des proies dans tous les compartiments de l'habitat dans lesquels les différents carnassiers sont susceptibles d'évoluer :

- les habitats de bordure (bouvière, perche-soleil, rotengle),
- les habitats de haut fond et d'herbiers (gardons, perches, chevaine),
- les habitats de pleine eau (ablette),
- les habitats de fond (poissons-chats, écrevisse, tanche),

Cette disponibilité dans tous les habitats permet aux carnassiers de sélectionner des biotopes variés et différents limitant ainsi les compétitions potentielles pour l'espace.

En terme quantitatif, même si nous ne disposons pas d'estimation fiable de la biomasse de poissons et encore moins de la production dans la Saône, il est tout à fait possible de comparer des chiffres provenant soit du Suivi National de la Pêche aux Engins soit du Suivi du Réseau Hydrobiologique et Piscicole. Au travers de ces suivis, il est possible de comparer les biomasses des différentes catégories de poissons.

SNPE

- 18 années de suivi, les 2 catégories de pêcheurs ont capturé 1 584 tonnes de poissons sur l'ensemble de la Saône toutes espèces confondues soit une moyenne de 688 tonnes/an. Ramené à la surface de Saône exploitée cela correspond à des rendements de pêche de 25.2 kg de poissons par an et par ha de rivière pour les pêcheurs professionnels.
- Parmi ces 1584 tonnes, les carnassiers (toutes espèces confondues) représentent 423 tonnes (23,5 t/an) soit 26% de la biomasse totale de poissons exploités sur la Saône.

Ces chiffres ne sont pas le reflet des stocks en place. Ils maximisent les carnassiers qui sont des espèces beaucoup plus recherchées que les autres poissons.

- Concernant le silure, il représente 6% de la biomasse totale de poissons capturés depuis 18 ans et 16% depuis les 6 dernières années.

RHP

Les données du RHP qui correspondent à des investigations par pêche électriques dans des habitats ciblés permettent d'obtenir des chiffres de biomasses par unité de surface prospectées.

De 1998 à 2005, les échantillonnages relèvent des valeurs de 1400 kg de poissons/ha d'habitats prospectés. Sur cette quantité, les carnassiers représentent 27% et le silure 21%.

Ainsi, au travers des estimateurs dont on dispose, on constate que les carnassiers sur la Saône ne sont pas en situation de surexploitation du stock de proies. La disponibilité en biomasse reste suffisante pour assurer la coexistence des différentes espèces.

ANNEXE II

Instruction sous le logiciel R (gratuit).

```
> CPUE.Secteur.Annee.Statut<-read.csv2("D:/Mes documents/CSF/Silure/SilureTC/CPUE-Secteur-
Annee-Statut.csv")
> summary(CPUE.Secteur.Annee.Statut)

      SECTEUR      ANNEE      STATUT      CPUE
Adour      : 8  Min.   :1999      AMA:96      Min.   :0.0000
Charentes  : 8  1st Qu.:1999      PRO:94      1st Qu.:0.0000
Dordogne amont : 8  Median :2000                      Median :0.0745
Dordogne aval  : 8  Mean   :2000                      Mean   :0.4815
Doubs       : 8  3rd Qu.:2001                      3rd Qu.:0.5125
Estuaires girondins: 8  Max.   :2002                      Max.   :4.9090
(Other)      :142

> attach(CPUE.Secteur.Annee.Statut)
> Cpue.lm<-lm(CPUE~STATUT*SECTEUR*ANNEE) > Cpue.lm2<-stepAIC(Cpue.lm, trace=FALSE)
> Cpue.lm2$anova
Stepwise Model Path
Analysis of Deviance Table
Initial Model:
CPUE ~ STATUT * SECTEUR * ANNEE
Final Model:
CPUE ~ STATUT + SECTEUR + ANNEE + STATUT:SECTEUR + STATUT:ANNEE
      Step Df Deviance Resid. Df Resid. Dev      AIC
1          1  7.757      94 32.58360 -143.0108
2 - STATUT:SECTEUR:ANNEE 22 6.207748      116 38.79135 -153.8771
3   - SECTEUR:ANNEE 24 4.363404      140 43.15476 -181.6240
> anova(lm(CPUE~STATUT + SECTEUR + ANNEE + STATUT:SECTEUR + STATUT:ANNEE))
Analysis of Variance Table
Response: CPUE
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
STATUT      1  7.757    7.757 25.1642 1.570e-06 ***
SECTEUR     24 68.981    2.874  9.3243 < 2.2e-16 ***
ANNEE       1  0.063    0.063  0.2039  0.6523
STATUT:SECTEUR 22 28.978    1.317  4.2732 5.465e-08 ***
STATUT:ANNEE  1  0.652    0.652  2.1141  0.1482
Residuals   140 43.155    0.308
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> FactorAnnee<-as.factor(ANNEE)
> summary(FactorAnnee)
1999 2000 2001 2002
  49  48  47  46
> CpueFactorAnnee.lm<-lm(CPUE~STATUT*SECTEUR*FactorAnnee)
> CpueFactorAnnee.lm2<-stepAIC(CpueFactorAnnee.lm, trace = FALSE)
> CpueFactorAnnee.lm2$anova
Stepwise Model Path
Analysis of Deviance Table
Initial Model:
CPUE ~ STATUT * SECTEUR * FactorAnnee
Final Model:
CPUE ~ STATUT * SECTEUR * FactorAnnee
      Step Df Deviance Resid. Df Resid. Dev      AIC
1          1  4.5e-06      1  4.5e-06 -2958.107
> anova(lm(CPUE~STATUT*SECTEUR*FactorAnnee))
Analysis of Variance Table
Response: CPUE
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
STATUT      1  7.757    7.757 1723737 0.0004849 ***
SECTEUR     24 68.981    2.874  638710 0.0009880 ***
FactorAnnee  3  2.513    0.838  186112 0.0017040 **
STATUT:SECTEUR 22 28.942    1.316  292341 0.0014590 **
STATUT:FactorAnnee  3  1.748    0.583  129473 0.0020430 **
SECTEUR:FactorAnnee  72 20.504    0.285  63284 0.0031607 **
STATUT:SECTEUR:FactorAnnee 63 19.141    0.304  67518 0.0030585 **
Residuals     1  4.5e-06    4.5e-06
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANNEXE III

Annexe III.a : Evolution de la part prise par le silure glane dans les captures des pêcheurs pour les amateurs et les professionnels de la Saône amont entre 1988 à 2005.

	Saône amont					
	amateurs			professionnels		
	Poids des captures de silures	Poids estimé des captures	%	Poids des captures de silures	Poids estimé des captures	%
1988	0	9 940	0,00%	0	1 894	0,00%
1989	0	11 527	0,00%	0	421	0,00%
1990	20	12 009	0,17%	17	2 350	0,72%
1991	40	9 619	0,42%	72	6 704	1,07%
1992	21	10 446	0,20%	89	5 524	1,61%
1993	127	10 404	1,22%	92	8 251	1,12%
1994	116	4 963	2,34%	33	4 115	0,80%
1995	327	6 399	5,11%	76	2 378	3,20%
1996	179	5 676	3,15%	497	8 096	6,14%
1997	292	4 504	6,48%	279	3 868	7,21%
1998	269	6 022	4,47%	212	3 492	6,07%
1999	411	5 257	7,82%	345	2 724	12,67%
2000	359	4 915	7,30%	708	8 036	8,81%
2001	533	5 796	9,20%	560	9 476	5,91%
2002	1 571	6 182	25,41%	598	8 921	6,70%
2003	1 160	5 763	20,13%	755	10 647	7,09%
2004	1 952	6 984	27,95%	830	7 162	11,59%
2005	3 067	7 147	42,91%	1 632	10 053	16,23%

Annexe III.b : Evolution de la part prise par le silure glane dans les captures des pêcheurs pour les amateurs et les professionnels de la Saône aval entre 1988 à 2005.

	Saône aval					
	amateurs			professionnels		
	Poids des captures de silures	Poids estimé des captures	%	Poids des captures de silures	Poids estimé des captures	%
1988	1 275	18 764	6,79%	741	32 866	2,26%
1989	1 440	26 254	5,48%	947	42 812	2,21%
1990	2 123	27 648	7,68%	504	39 134	1,29%
1991	1 833	24 660	7,43%	780	42 166	1,85%
1992	2 820	20 256	13,92%	698	46 404	1,50%
1993	2 390	17 191	13,90%	894	39 151	2,28%
1994	3 970	18 873	21,03%	4 820	60 462	7,97%
1995	4 708	17 777	26,48%	4 354	47 902	9,09%
1996	4 488	14 790	30,34%	4 302	40 889	10,52%
1997	2 961	13 887	21,32%	5 263	47 158	11,16%
1998	2 708	9 264	29,24%	8 613	44 866	19,20%
1999	3 457	14 435	23,95%	7 872	43 051	18,29%
2000	3 617	14 838	24,37%	4 103	37 319	10,99%
2001	3 582	13 808	25,95%	3 095	30 112	10,28%
2002	4 632	14 386	32,20%	3 537	29 256	12,09%
2003	3 741	16 469	22,72%	3 574	38 689	9,24%
2004	5 961	19 024	31,34%	3 345	34 902	9,58%
2005	3 654	11 218	32,57%	7 135	29 677	24,04%

ANNEXE IV



Questionnaire destiné aux brigades départementales du C.S.P.

*Contribution à l'étude sur l'analyse de l'extension de l'aire de répartition du silure glane
sur le territoire français
réalisée par la Direction Scientifique et Technique du C.S.P.*

MERCI DE RENVOYER CE QUESTIONNAIRE AU PLUS TARD LE 01/09/2006

à l'adresse suivante :

Conseil Supérieur de la pêche - Direction Scientifique et Technique, « Enquête silure » -
16 avenue Louison Bobet - 94132 Fontenay-sous-Bois cedex -

I- Historique :

D'après l'histoire piscicole de votre département ou votre propre expérience :

1-1 : A quel moment avez-vous vu ou entendu parlé du 1^{er} silure glane de votre département ?

.....
.....
.....

1-2 : A quel endroit le 1^{er} silure glane a-t-il été pris ou vu pour la première fois dans votre département ?

.....
.....
.....

1-3 : Selon vous, il y a dix ans, comment était la population de silures glane dans votre département ?

absente

la même

moins importante

plus importante

II- Les réactions des pêcheurs :

2-1 : Donner une approximation du nombre de pêcheurs professionnels qui pêchent le silure dans votre département.

.....

2-2 : Donner une approximation du nombre de pêcheurs amateurs qui pêchent le silure dans votre département.

.....

2-3 : Toutes catégories de pêcheurs confondues, l'effectif du nombre de pêcheurs qui pêchent le silure glane a-t-il augmenté depuis dix ans ?

- oui non ne sait pas

2-4 : En général, quelle est la réaction des pêcheurs envers le silure glane ?

- plutôt contents indifférents
 plutôt mécontents inquiets

III - L'écologie du silure glane :

3-1 : Selon vous, quels milieux privilégie le silure glane dans votre département ?

.....
.....
.....

3-2 : Selon vous, existe-t-il une saisonnalité quant à la présence du silure glane dans votre département ? Si oui, merci de bien vouloir préciser :

- oui non ne sait pas

Précision :

.....
.....
.....

3-3 : Selon vous et dans votre département, le silure glane a-t-il un impact sur les populations suivantes :

- sandre
- oui
- non
- ne sait pas

- tanche
- oui
- non
- ne sait pas

si oui, expliquez :

.....

.....

si oui, expliquez :

.....

.....

- brochet
- oui
- non
- ne sait pas

- écrevisses
- oui
- non
- ne sait pas

si oui, expliquez :

.....

.....

si oui, expliquez :

.....

.....

- poisson-chat
- oui
- non
- ne sait pas

- perche
- oui
- non
- ne sait pas

si oui, expliquez :

.....

.....

si oui, expliquez :

.....

.....

autre espèce (à préciser si impact constaté) :

expliquez : :

.....

4 - Ci joint, une carte de votre département avec ses cours d'eau. Merci de bien vouloir indiquer, le plus précisément possible, les endroits où l'on trouve des silures glane.

Si cela est possible, vous pouvez également localiser les endroits de *zones de reproduction*, *d'habitat des jeunes de l'année* et de *secteurs privilégiés pour l'alimentation des adultes* du silure glane en utilisant des couleurs particulières.

Pour toutes questions relatives à cette étude, merci de contacter :

M. Romuald BERREBI
Tel : 01.45.14.36.41