

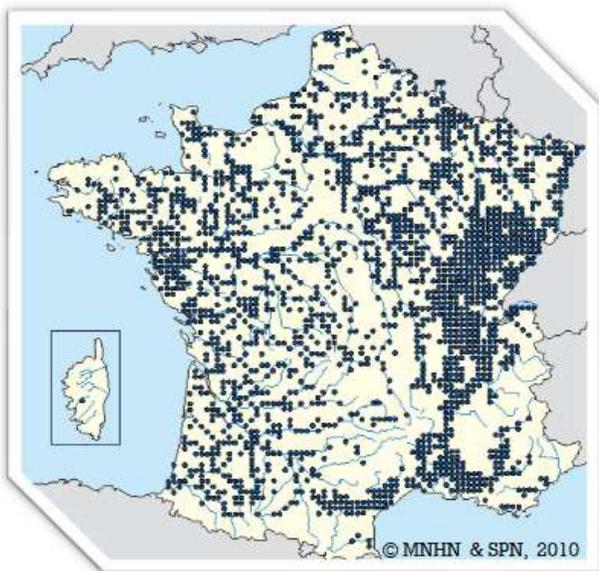
Cartographie des espèces de brochet récemment recensées en France : le brochet aquitain *Esox aquitanicus* et le brochet italien *Esox cisalpinus*

Gaël DENYS UMS PatriNat 2006 (MNHN - AFB - CNRS)
Théo LAUGA



Le brochet

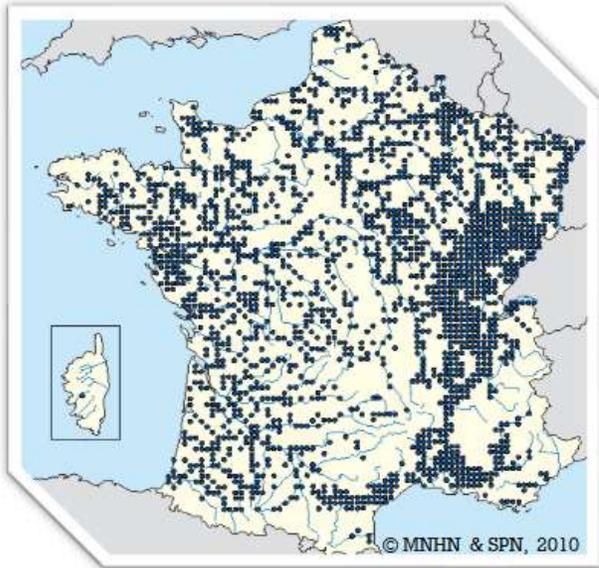
- **GENRE** : *Esox*
- **LOCALISATION** : tous les bassins versants de France





Le brochet

- **GENRE** : *Esox*
- **LOCALISATION** : tous les bassins versants de France

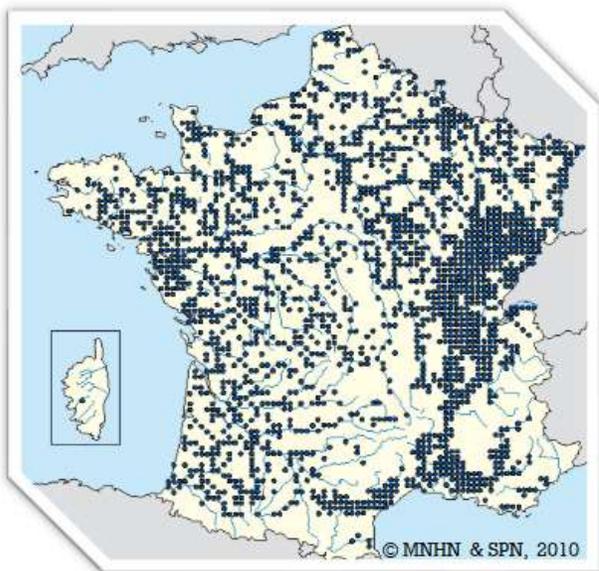


- **INTÉRÊTS** : Fort enjeu halieutique pour la pêche récréative avec retombées économiques importantes
24 % des 1 400 000 pêcheurs recherchent le brochet et le sandre → 681€/an/pêcheur en moyenne en investissement (FNPF, 2015)



Le brochet

- **GENRE** : *Esox*
- **LOCALISATION** : tous les bassins versants de France



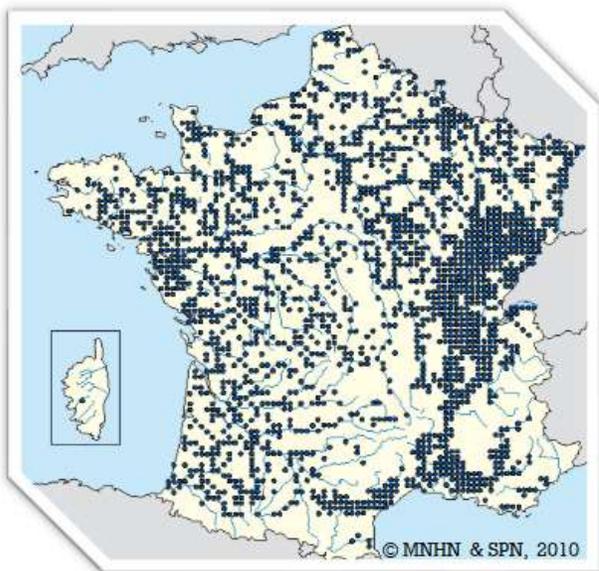
- **INTÉRÊTS** : Fort enjeu halieutique pour la pêche récréative avec retombées économiques importantes
24 % des 1 400 000 pêcheurs recherchent le brochet et le sandre → 681€/an/pêcheur en moyenne en investissement (FNPF, 2015)
- **STATUT LISTE ROUGE UICN** : **vulnérable**





Le brochet

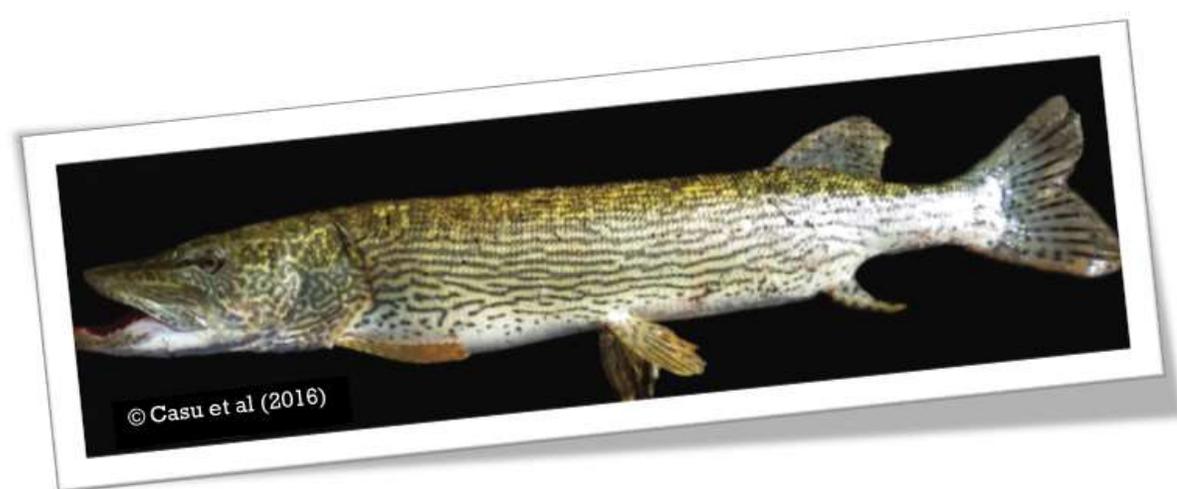
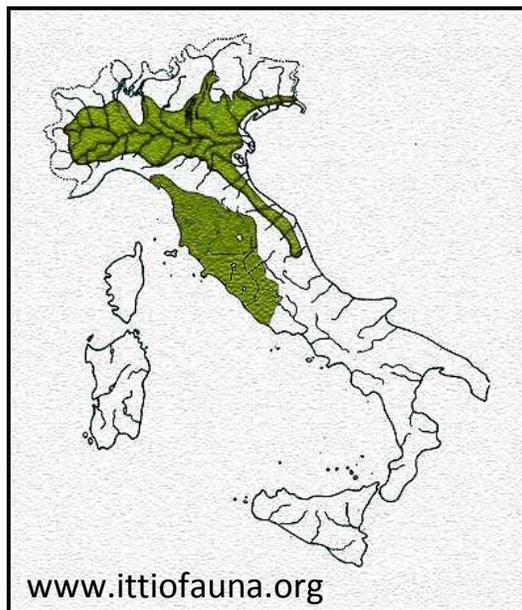
- **GENRE** : *Esox*
- **LOCALISATION** : tous les bassins versants de France



- **NOMBRE D'ESPÈCES EN FRANCE** : 3 (Denys et al., 2014)
 - *Esox lucius* Linnaeus, 1758
 - *Esox cisalpinus* Bianco & Delmastro, 2011
 - *Esox aquitanicus* Denys, Dettai, Persat, Hautecoeur & Keith, 2014

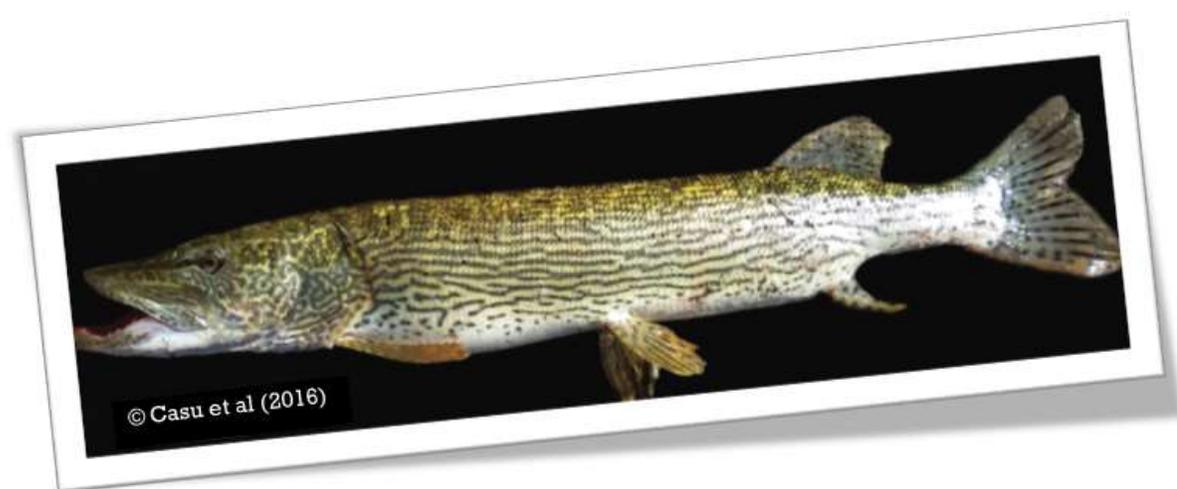
Le brochet italien

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *cisalpinus*
- **LOCALISATION** : moitié Nord de l'Italie



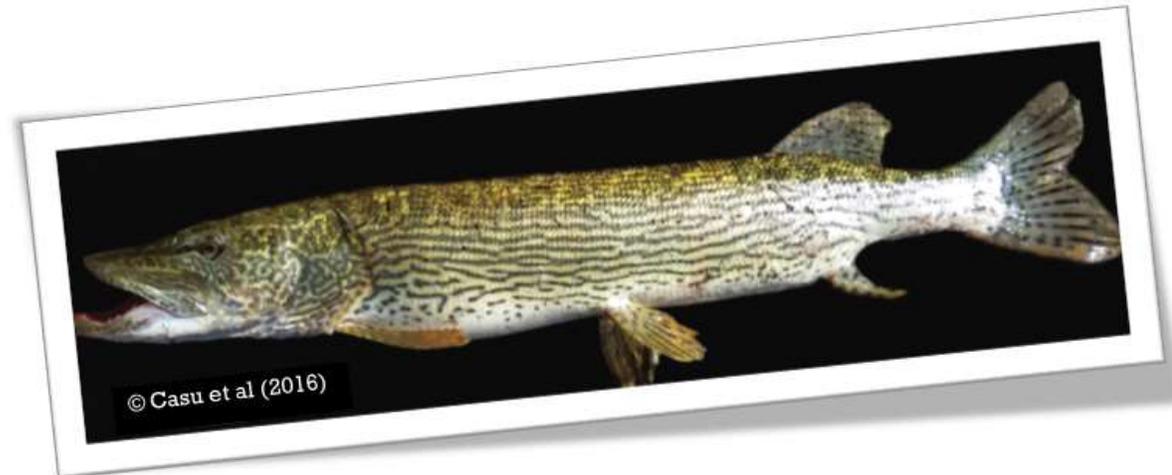
Le brochet italien

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *cisalpinus*
- **LOCALISATION** : moitié Nord de l'Italie



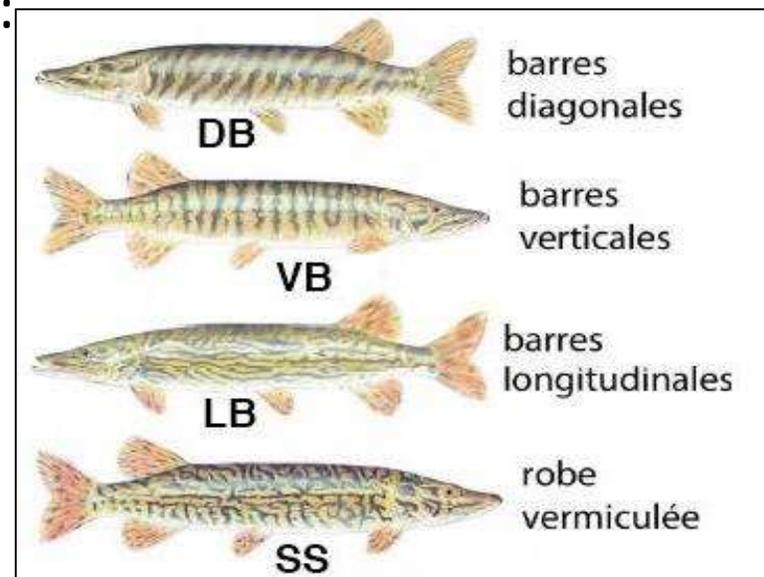
Le brochet italien

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *cisalpinus*
- **LOCALISATION** : moitié Nord de l'Italie



- **SIGNES DISTINCTIFS** :

- Patrons de robes

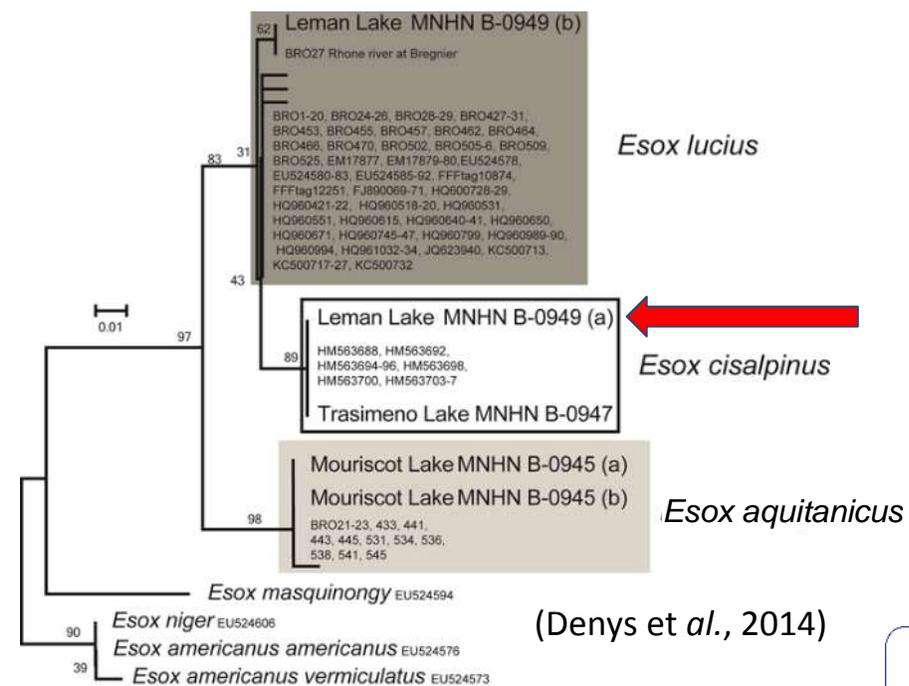
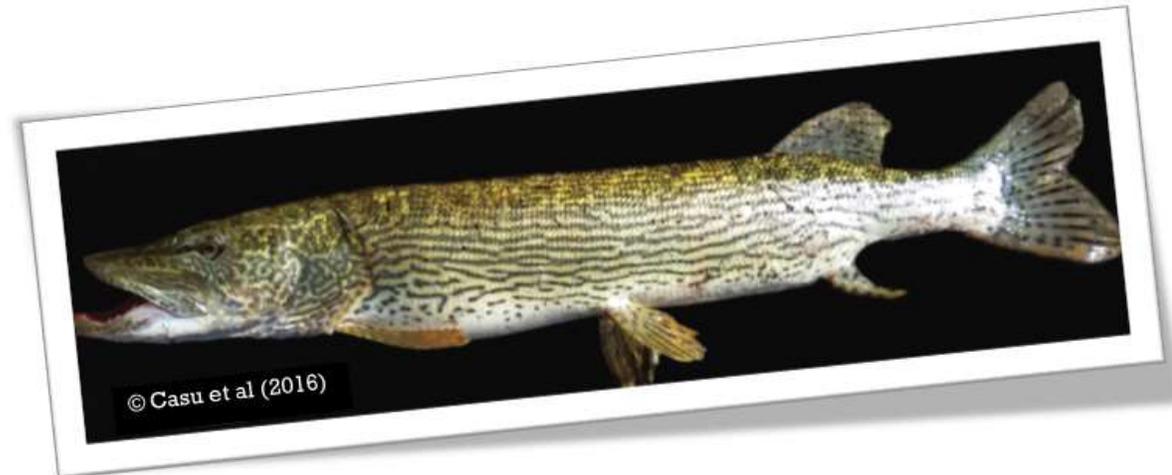


Adaptée de Lucentini et al. (2011)

- 95 à 115 écailles sur la ligne latérale
(Bianco & Delmastro, 2011; Lucentini et al., 2011)

Le brochet italien

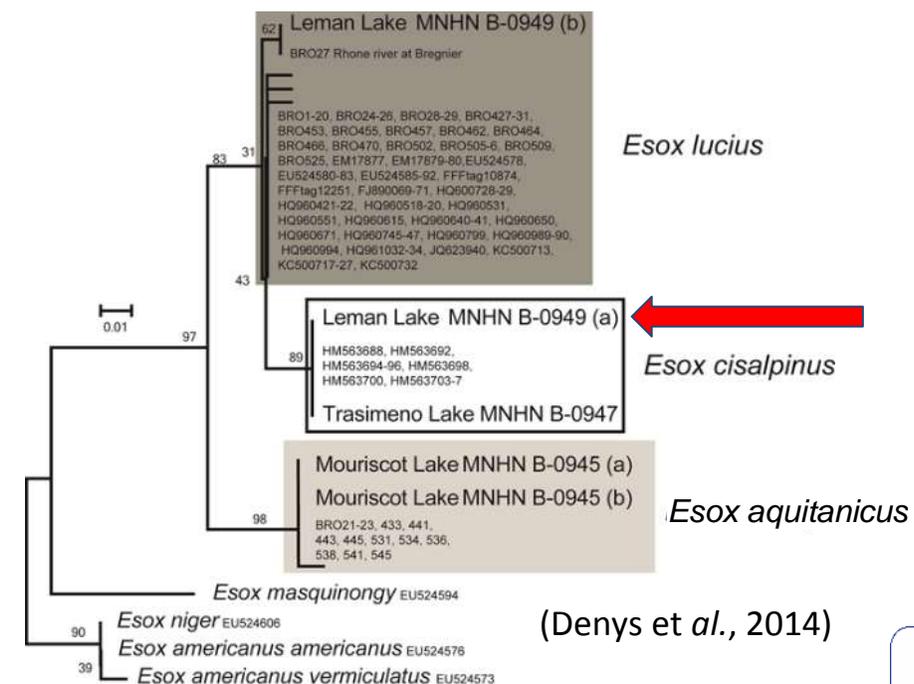
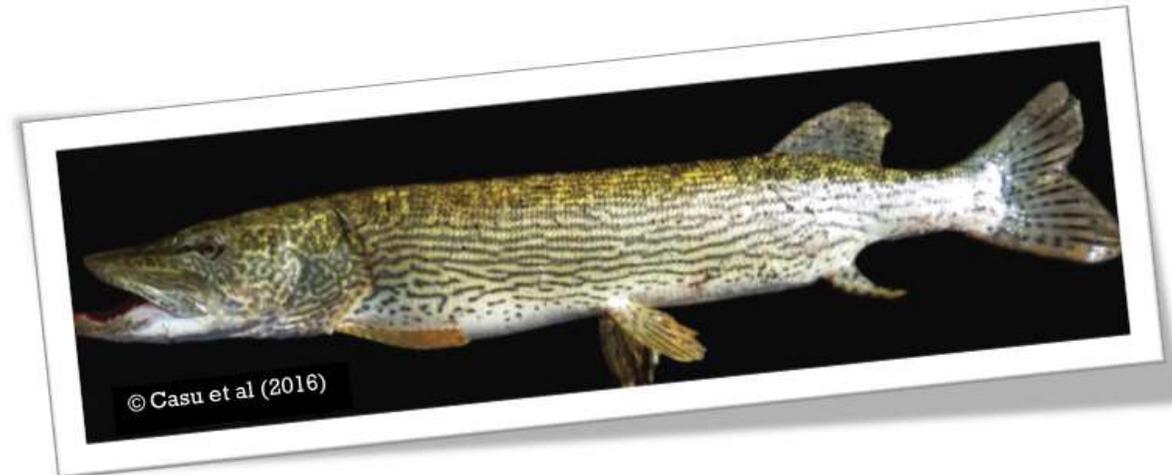
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *cisalpinus*
- **DERNIERS SIGNALEMENTS** : Léman (XIXème siècle) + Lac Saint André (1920)



(Denys et al., 2014)

Le brochet italien

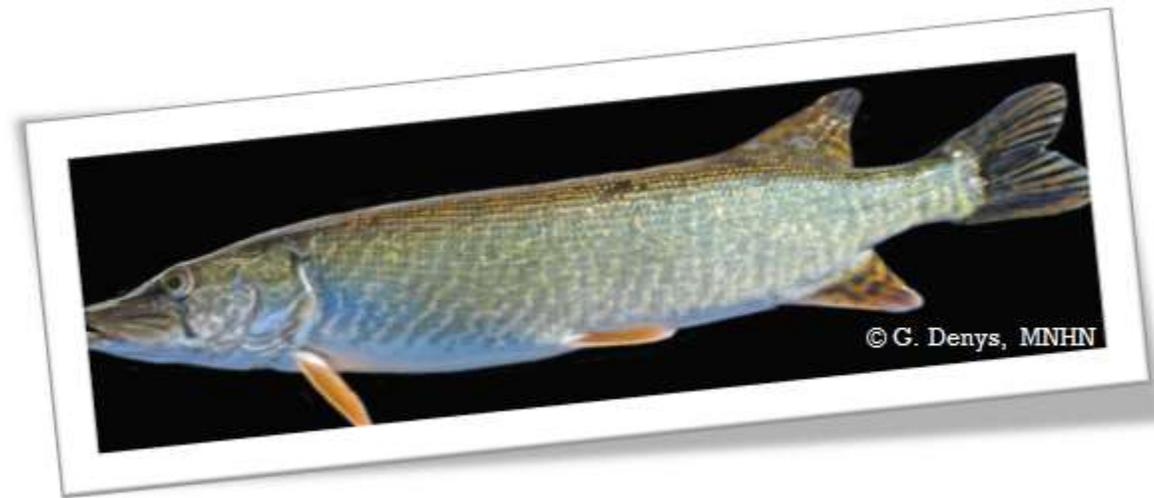
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *cisalpinus*
- **DERNIERS SIGNALEMENTS** : Léman (XIXème siècle) + Lac Saint André (1920)



- exporté en France (Bianco, 2014)

Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)



Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

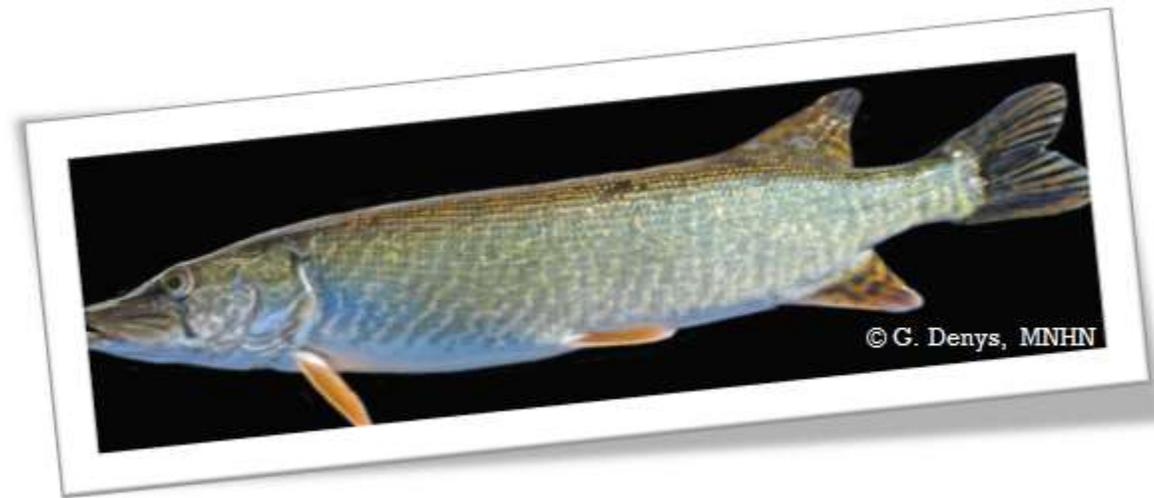
ENDÉMIQUE



Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



• **SIGNES DISTINCTIFS :**

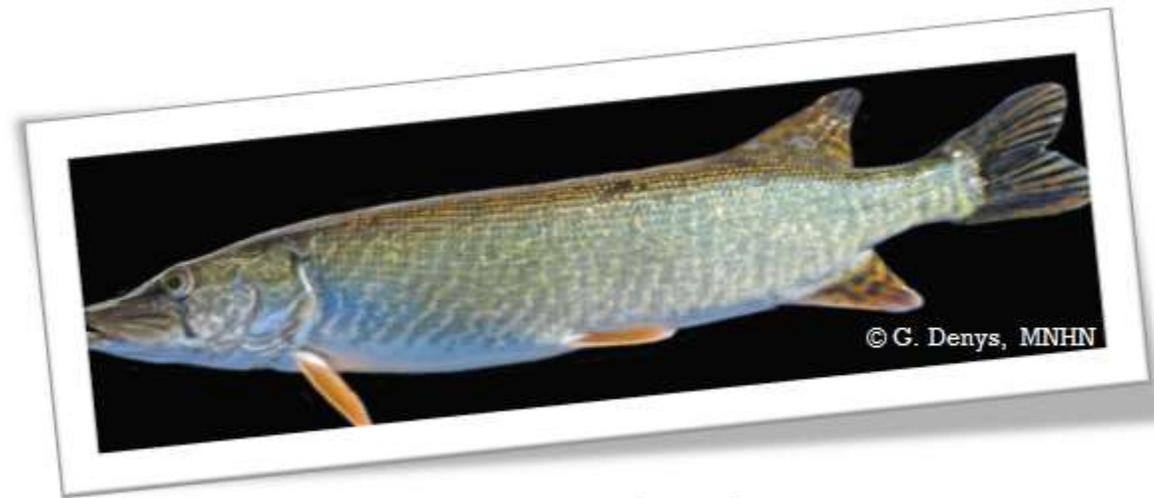
- Robe marbrée



Le brochet aquitain

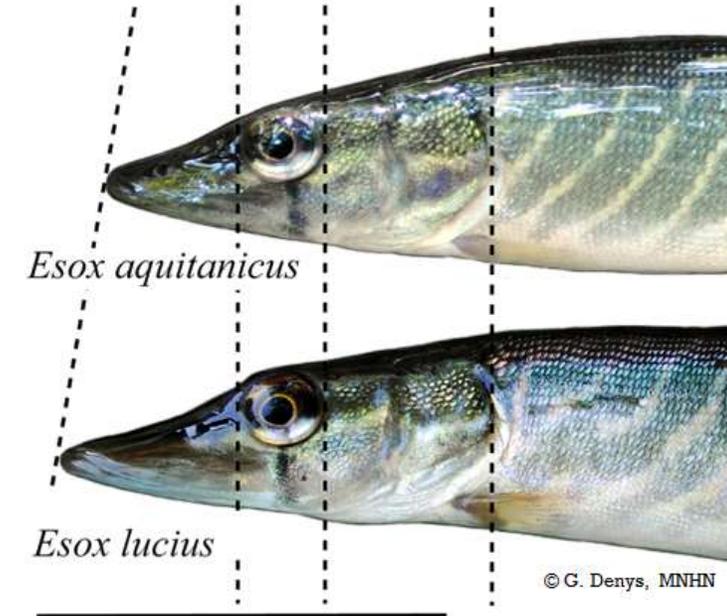
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



• SIGNES DISTINCTIFS :

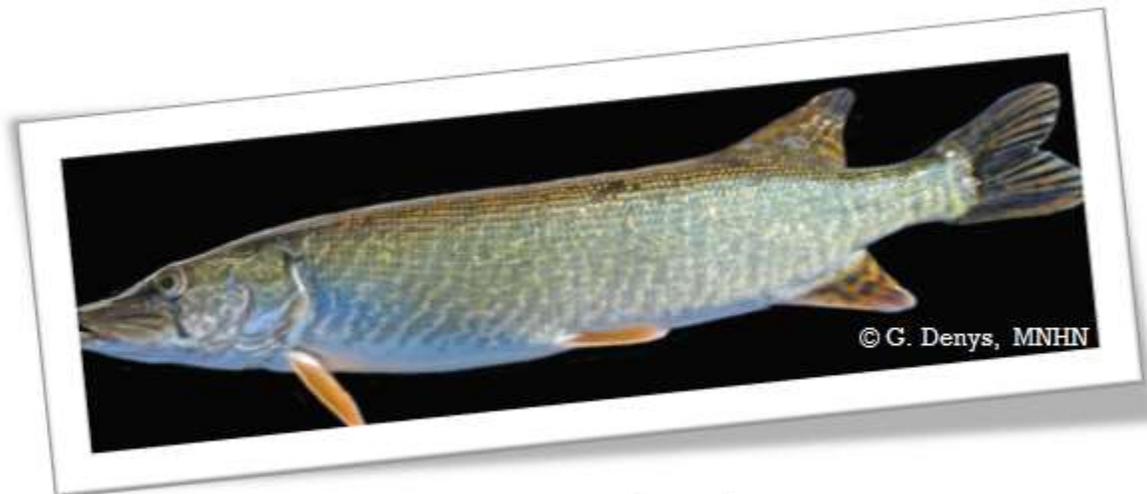
- Robe marbrée
- Museau plus court que l'opercule



Le brochet aquitain

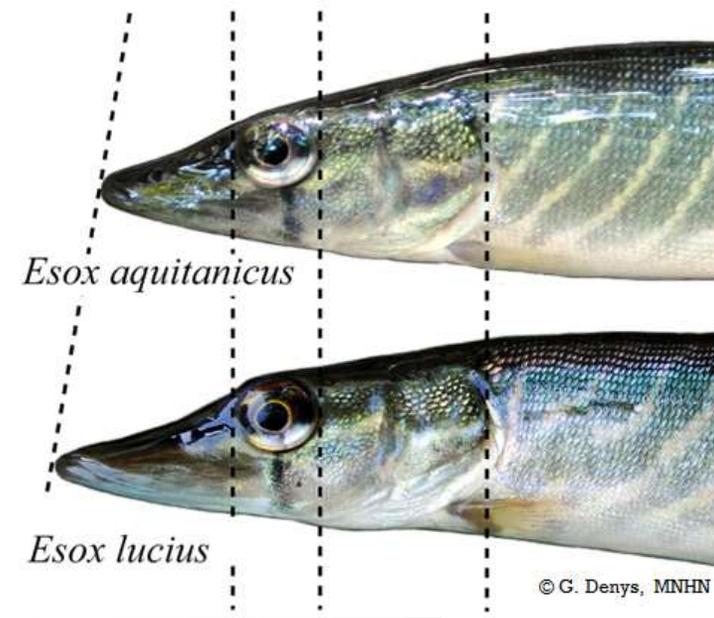
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



• **SIGNES DISTINCTIFS :**

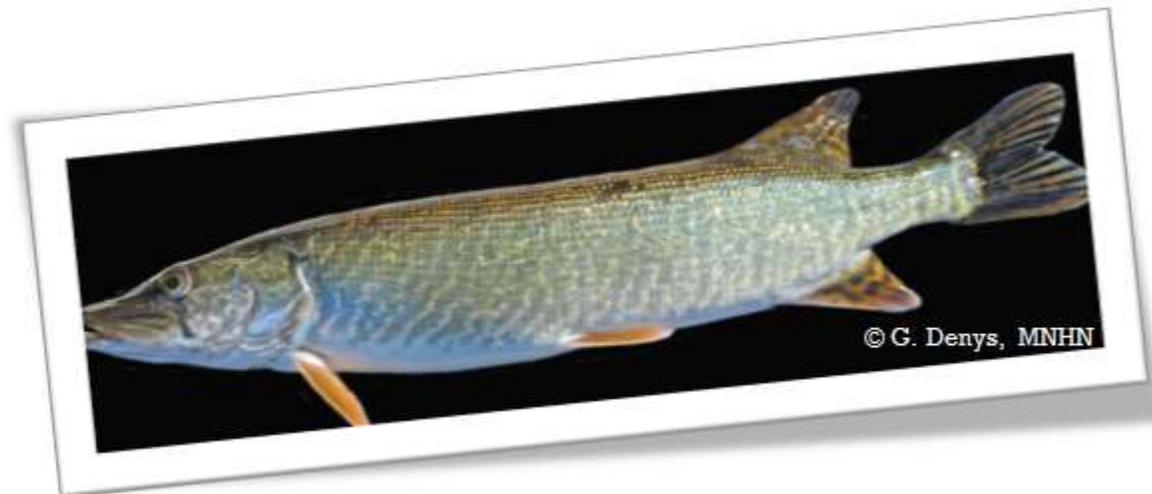
- Robe marbrée
- Museau plus court que l'opercule
- 101 à 121 écailles sur la ligne latérale (vs. 117 à 148 chez *E. lucius*) (Denys et al., 2014)



Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE

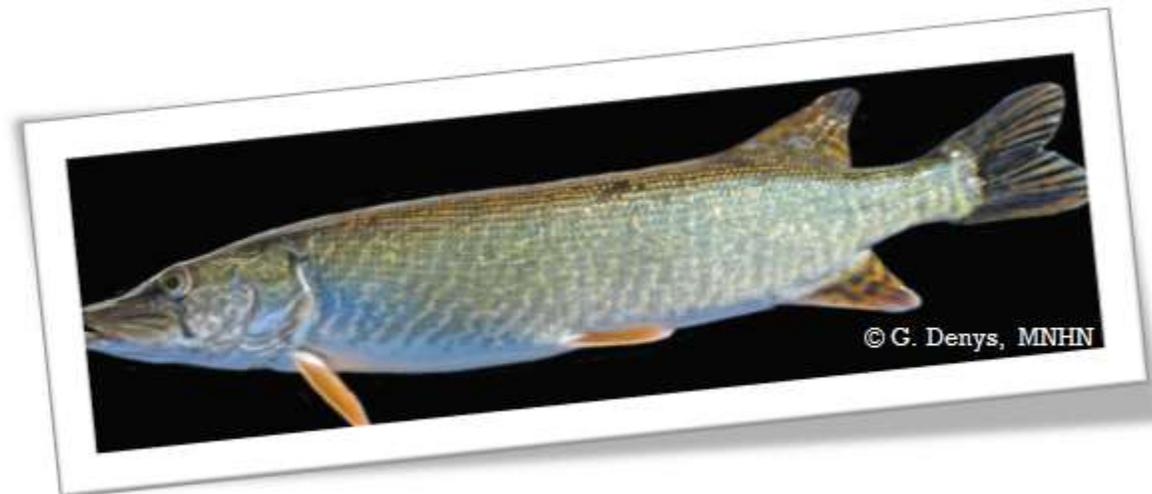


- **BIOLOGIE** :
- **ÉCOLOGIE** :

Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



- **BIOLOGIE** : **INCONNUE**
- **ÉCOLOGIE** : **INCONNUE**

Le brochet aquitain

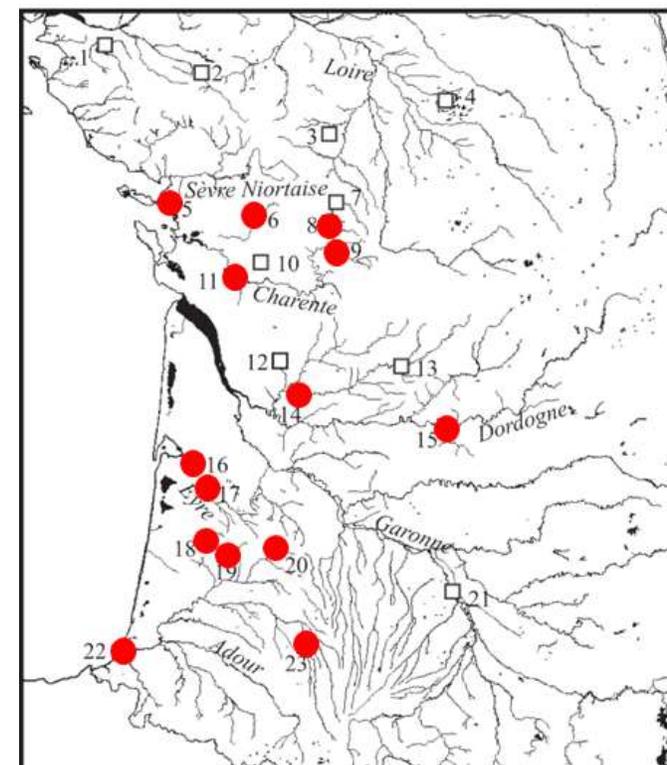
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



© G. Denys, MNHN

- **SEULS SIGNALEMENTS :**
- 14 signalements



Adaptée de Denys et al. (2014)

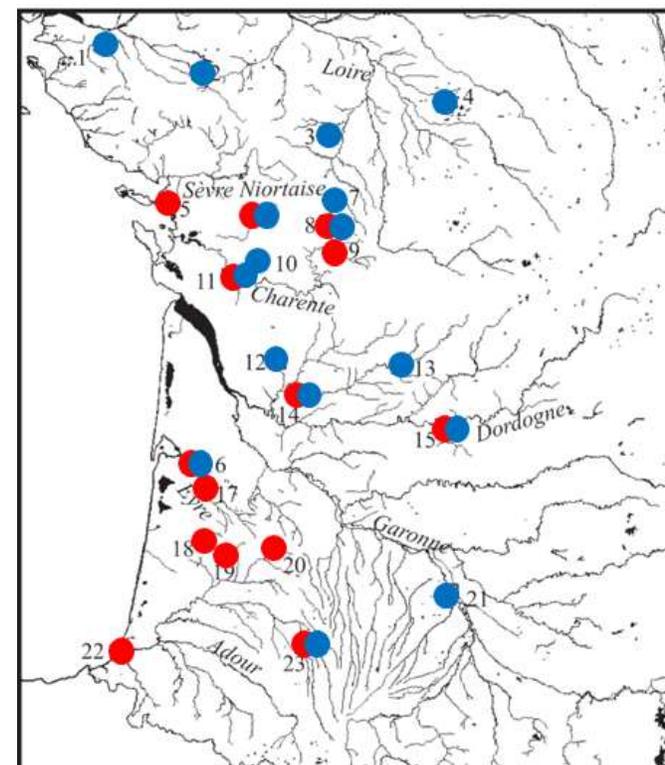
Le brochet aquitain

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *aquitanicus*
- **LOCALISATION** : Sud-Ouest de la France (bassins de la Charente, de la Garonne, de la Leyre et de l'Adour)

ENDÉMIQUE



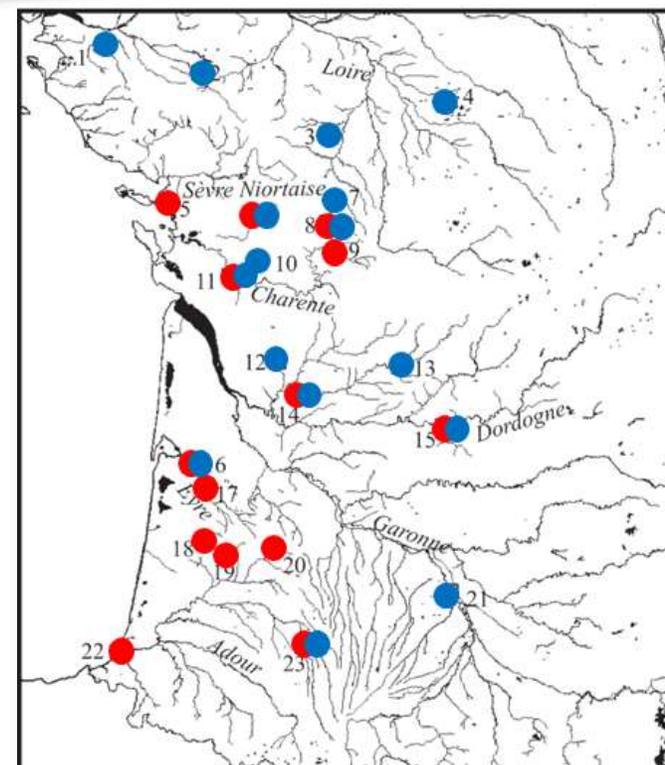
- **SEULS SIGNALEMENTS :**
- 14 signalements



Adaptée de Denys et al. (2014)

Le brochet commun

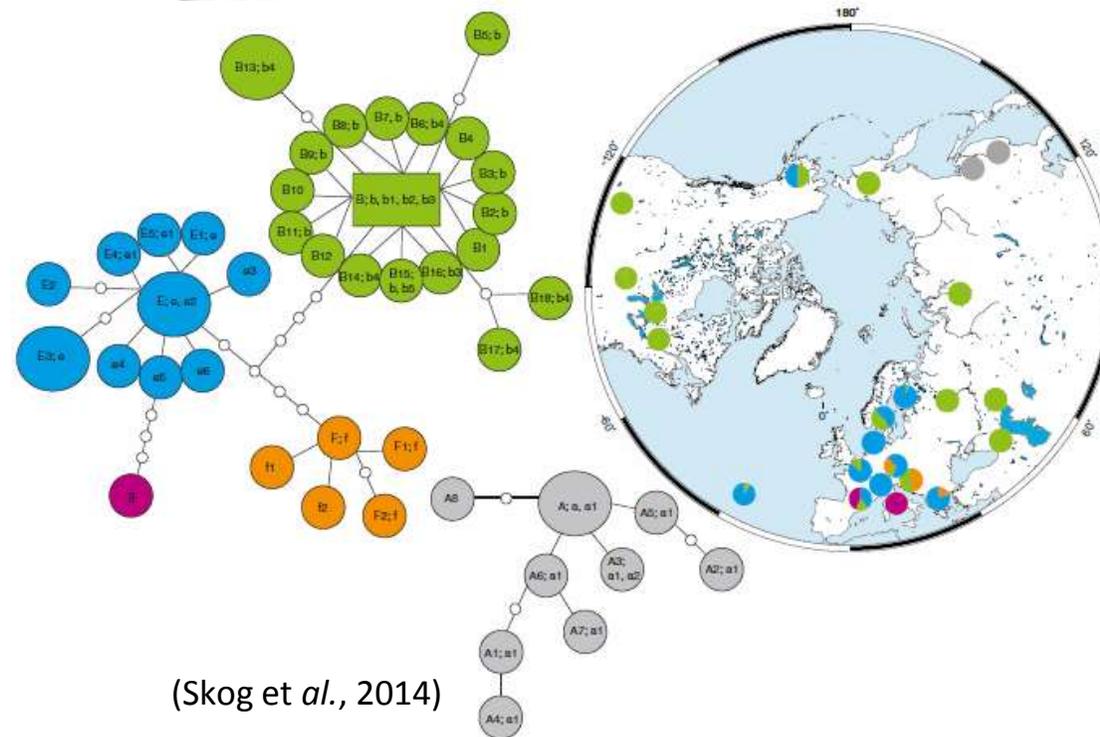
- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *lucius*
- **STATUT DANS LA ZONE D'ÉTUDE** : **INTRODUIT**



Adaptée de Denys et al. (2014)

Le brochet commun

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *lucius*
- **STATUT DANS LA ZONE D'ÉTUDE** : **INTRODUIT**
- **ORIGINE** : multiple voire inconnue
3 lignées :
 - nordique (bleu)
 - danubienne (orange)
 - circumpolaire (vert)



Le brochet commun

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *lucius*
- **STATUT DANS LA ZONE D'ÉTUDE** : **INTRODUIT**
- **ORIGINE** : multiple voire inconnue



- **CONSÉQUENCE** : **Hybridation** avec le brochet aquitain (Denys *et al.*, 2014, 2018; Jeanroy & Denys, 2019)



Hybride *E. aquitanicus* X *E. lucius*

Le brochet commun

- **GENRE** : *Esox*
- **ESPÈCE** : *lucius*
- **STATUT DANS LA ZONE D'ÉTUDE** : **INTRODUIT**
- **ORIGINE** : multiple voire inconnue



- **CONSÉQUENCE** : **Hybridation** avec le brochet aquitain (Denys *et al.*, 2014, 2018; Jeanroy & Denys, 2019)



Objectifs du projet ATLASOXX 2016-2018

PROJET
ATLASOXX

- Détecter la présence de brochet italien dans la région des lacs péri-alpins
- Affiner l'aire de répartition du brochet aquitain et identifier les populations non impactées par la présence du brochet commun





A la recherche du brochet italien

Théo LAUGA



ASSOCIATION RÉGIONALE DE PÊCHE
AUVERGNE RHÔNE-ALPES

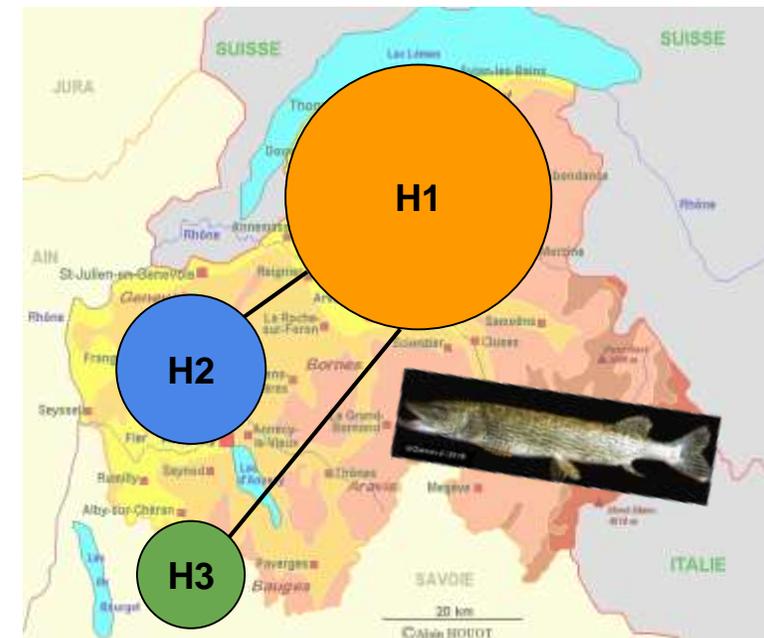
AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



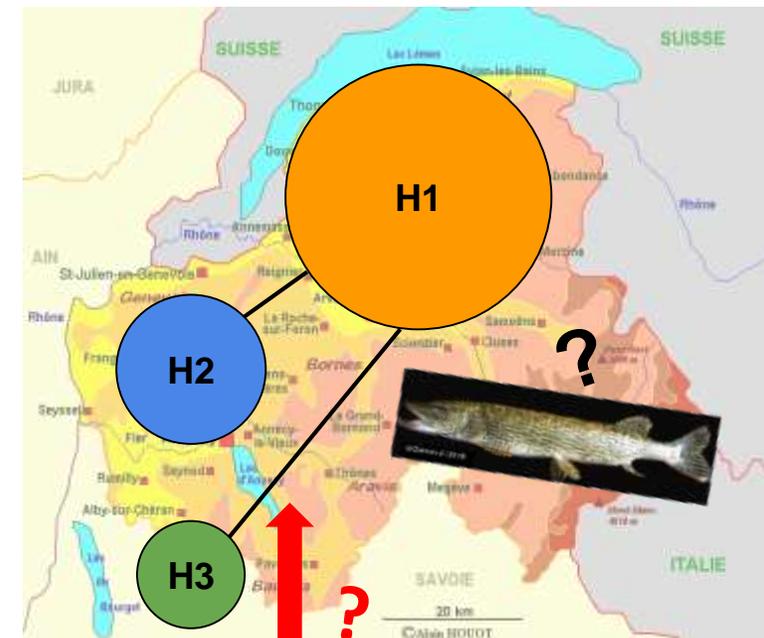
Objectifs de l'étude

- Caractérisation génétique des brochets de la région des lacs péri-alpins



Objectifs de l'étude

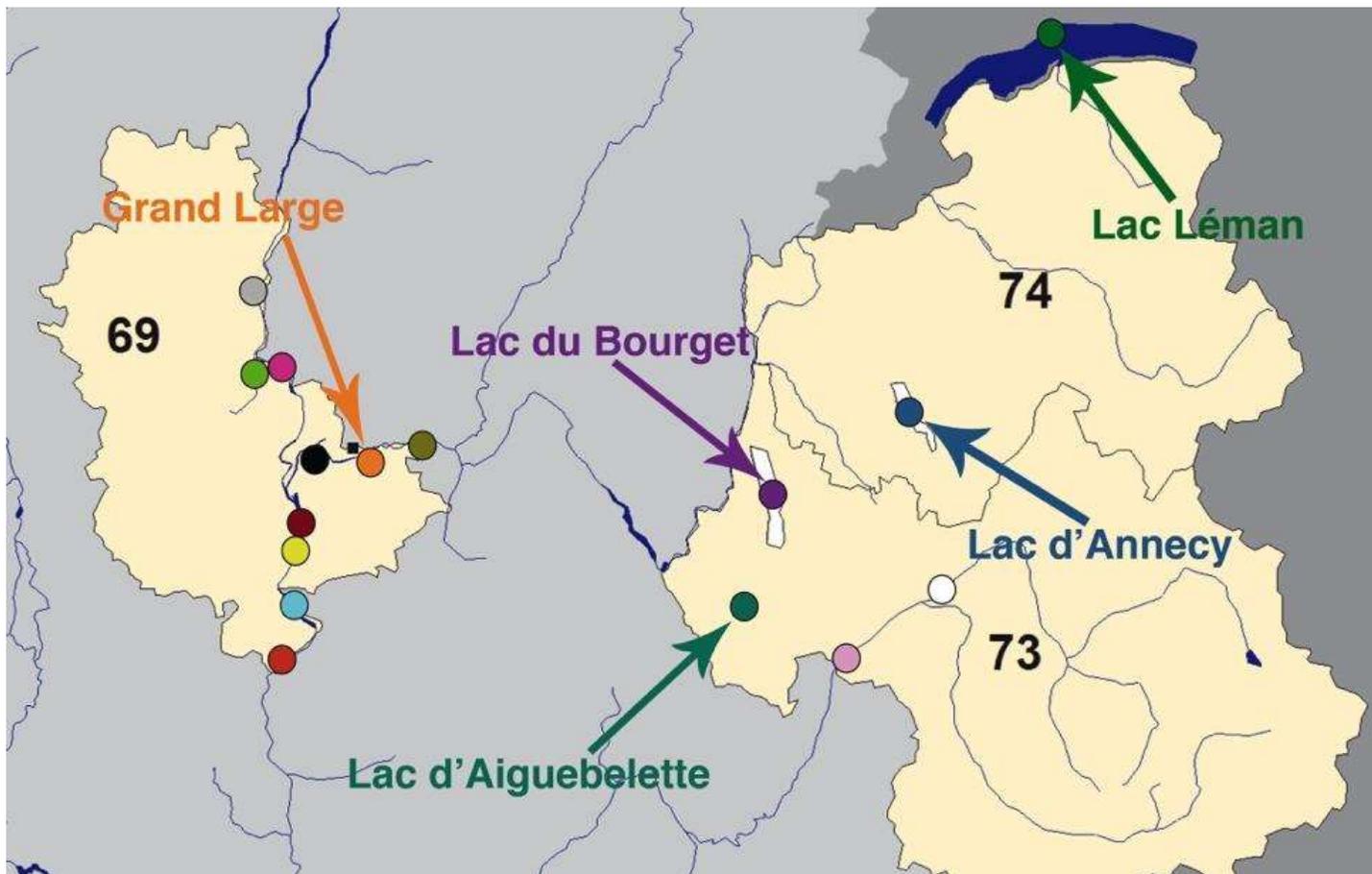
- Caractérisation génétique des brochets de la région des lacs péri-alpins
- Vérifier la corroboration entre les caractères moléculaires et morphologiques



Matériel & Méthodes

- Échantillonnage (2016)

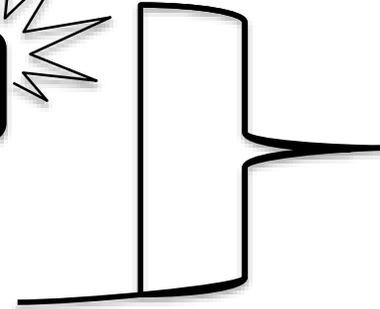
➔ Pêches d'inventaires +
Sciences Participatives



16 stations dont 5 en lac

Matériel & Méthodes

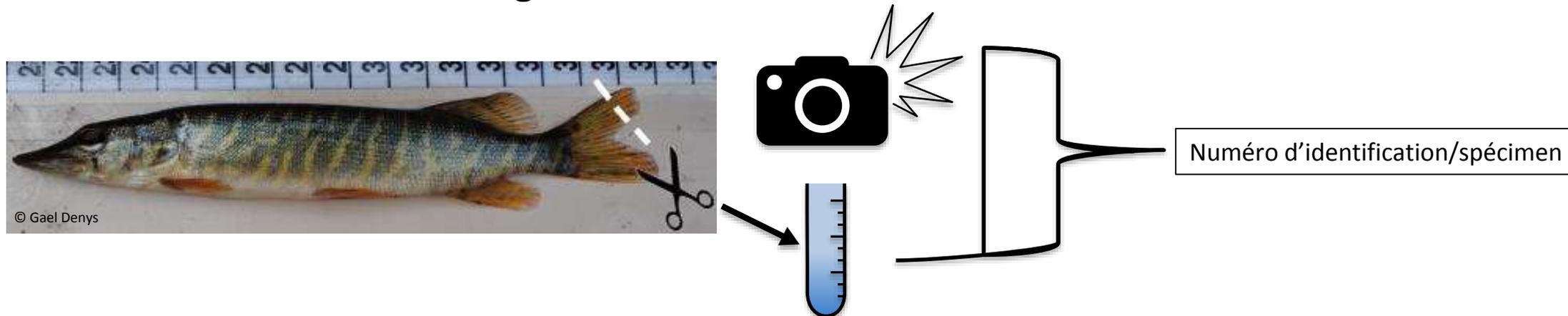
- Protocole d'échantillonnage destiné aux FDPPMAs



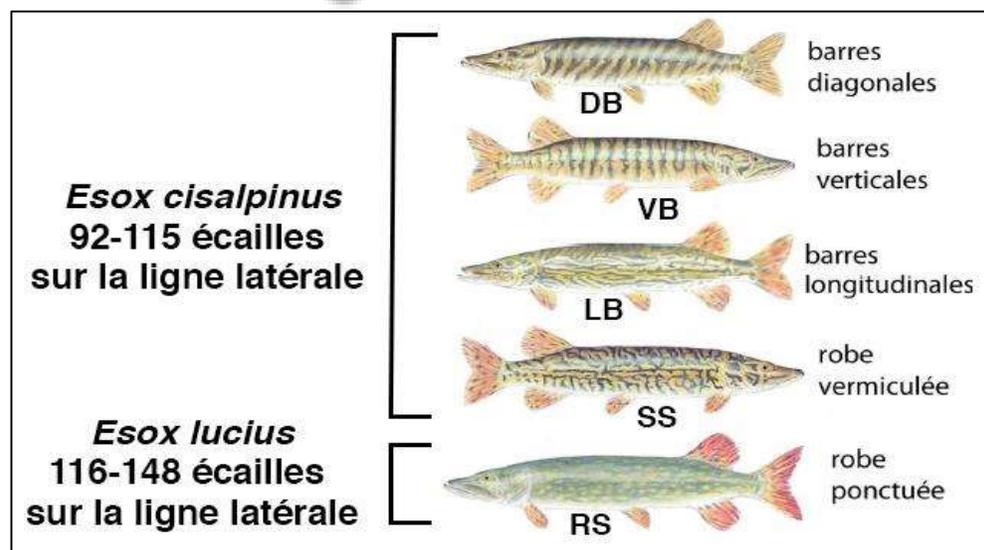
Numéro d'identification/spécimen

Matériel & Méthodes

- Protocole d'échantillonnage destiné aux FDPPMAs



- Identification morphologique

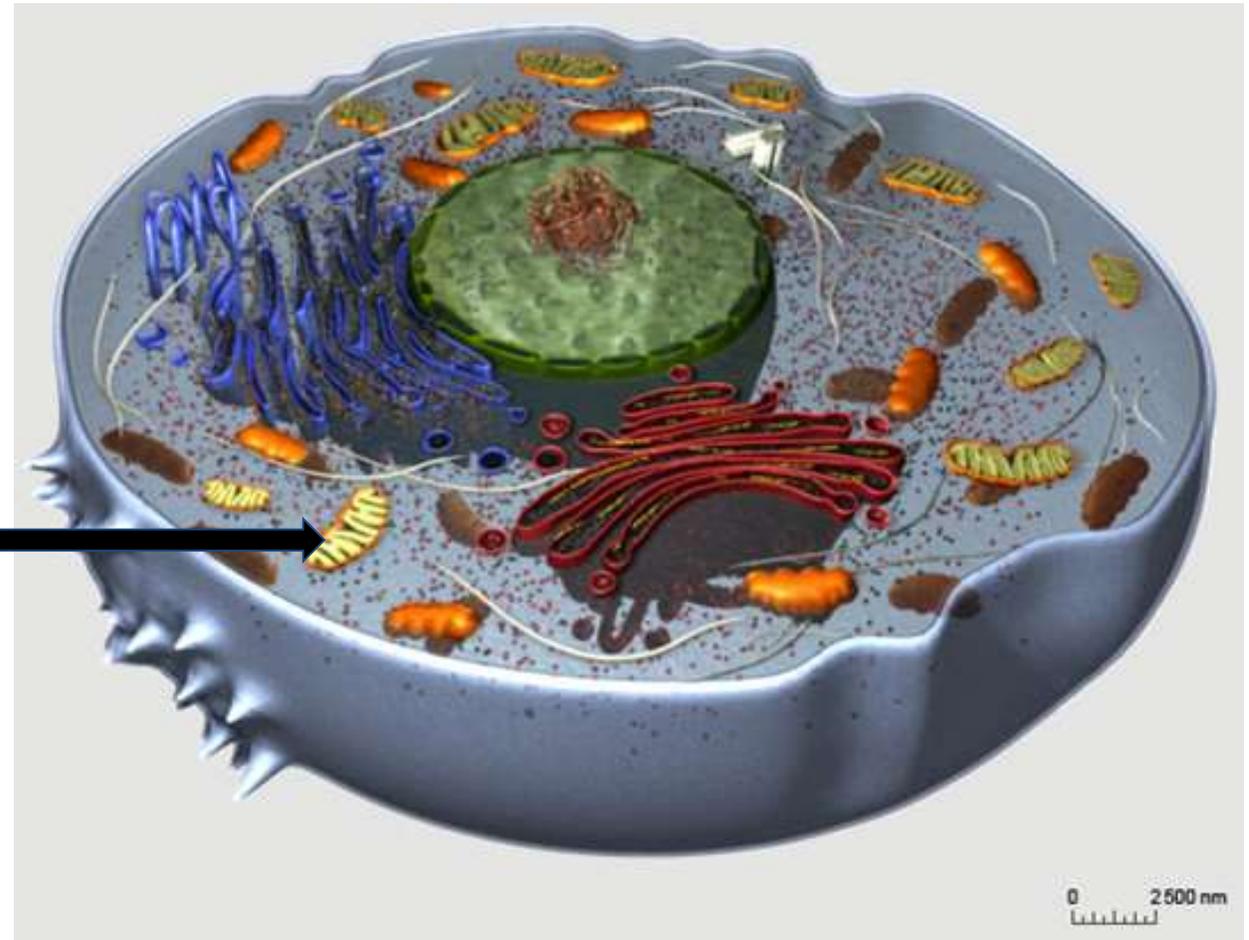


Adaptée de Bianco & Delmastro 2011 et Lucentini et *al.* 2011

Matériel & Méthodes

- Identification moléculaire

1 marqueur
mitochondrial (Cyt b)
le plus utilisé dans les
études sur le brochet
italien

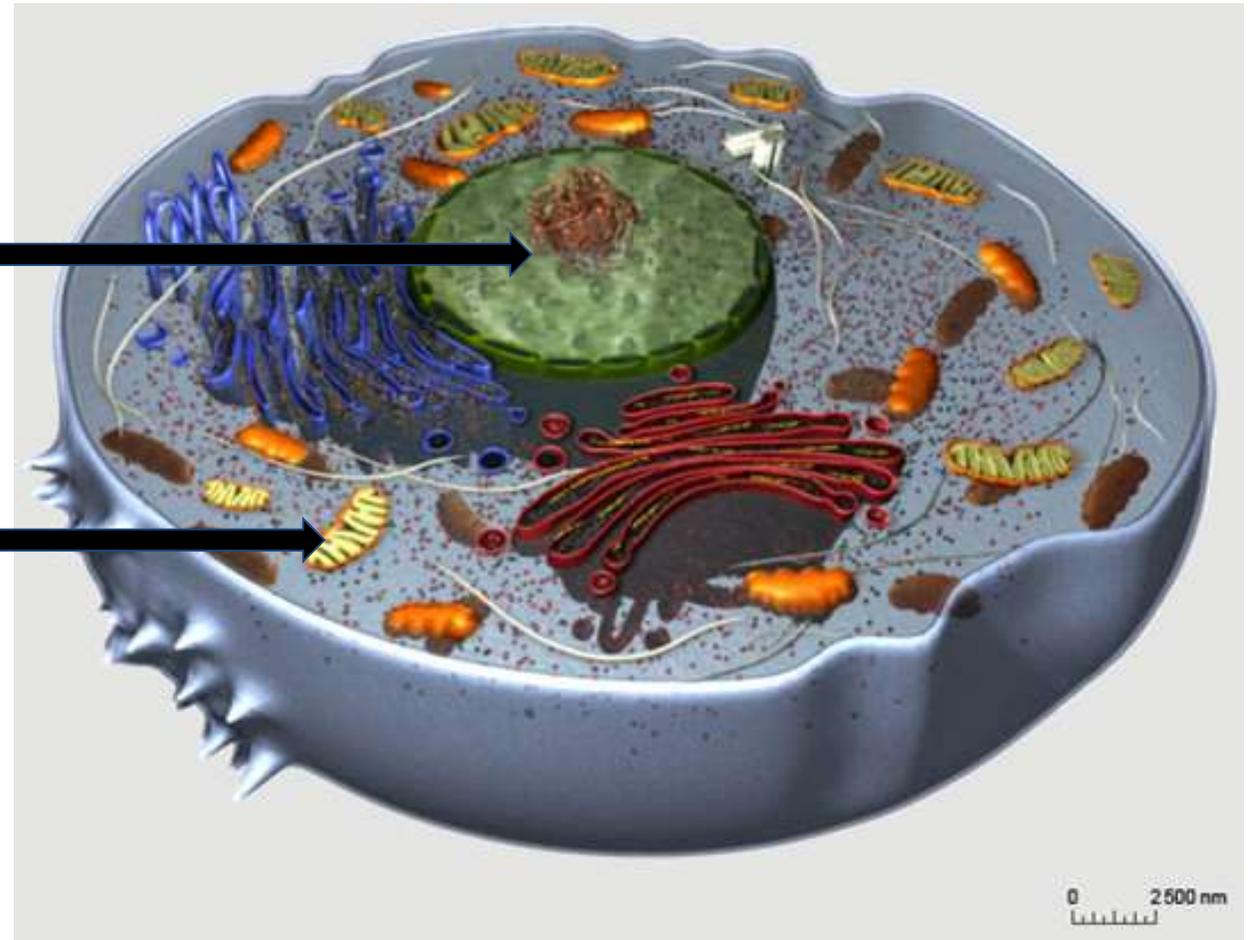


Matériel & Méthodes

- Identification moléculaire

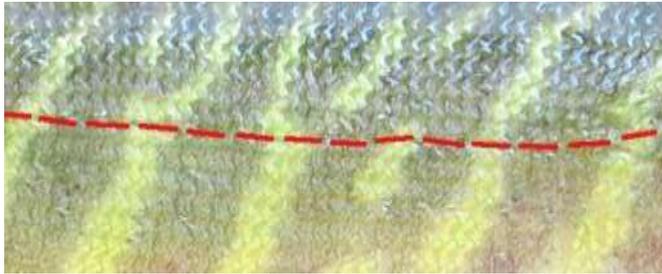
1 marqueur nucléaire
(S7) qui permet de
détecter les hybrides

1 marqueur
mitochondrial (Cyt b)
le plus utilisé dans les
études sur le brochet
italien

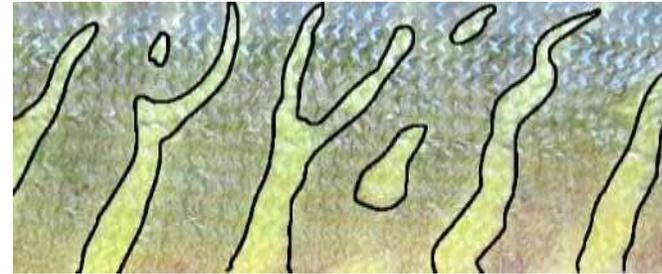


Résultats

- Identification morphologique
- 120 photos exploitables pour au moins un caractère



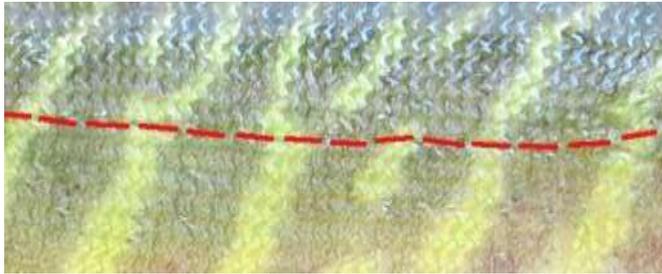
n=76



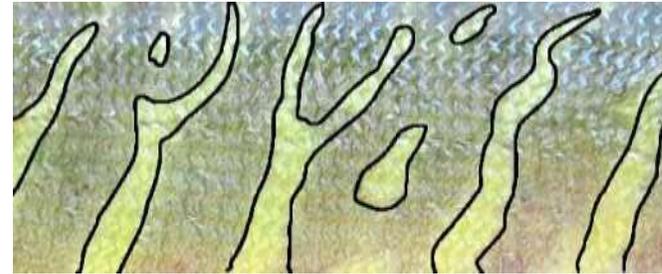
n=77

Résultats

- Identification morphologique
- 120 photos exploitables pour au moins un caractère

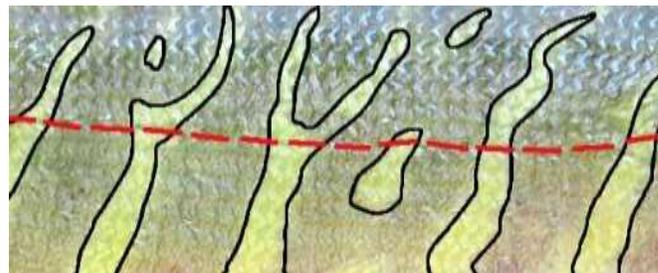


n=76



n=77

- Identification par observation des deux caractères pour 59 spécimens



Résultats

- Identification morphologique
- Nombre d'écaillés sur la ligne latérale
 - < 115 (*E. cisalpinus*) : 49 spécimens
 - > 115 (*E. lucius*) : 27 spécimens



Résultats

- Identification morphologique

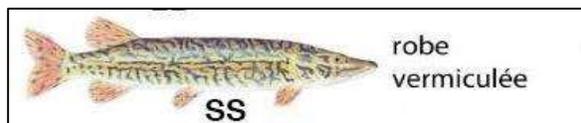
- Nombre d'écailles sur la ligne latérale

 - < 115 (*E. cisalpinus*) : 49 spécimens

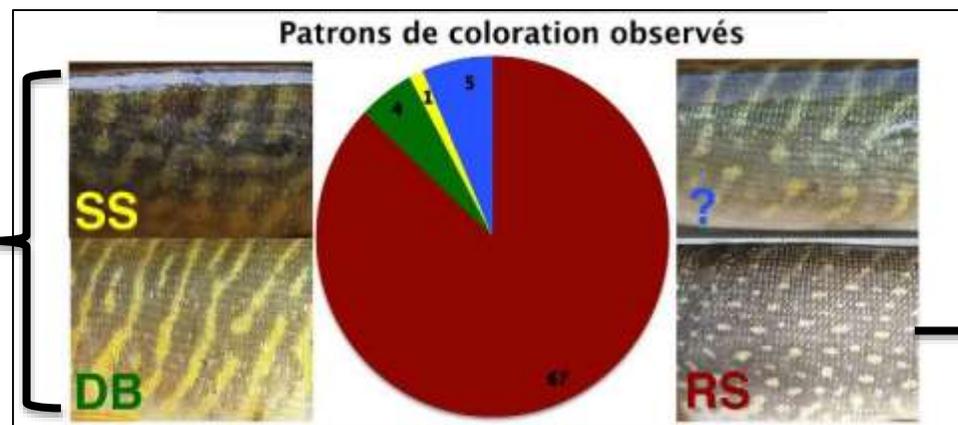
 - > 115 (*E. lucius*) : 27 spécimens



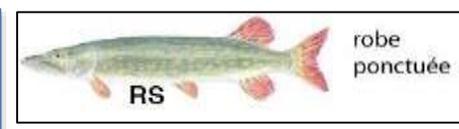
- Robe



***Esox
cisalpinus***



***Esox
lucius***



Résultats

- Identification morphologique

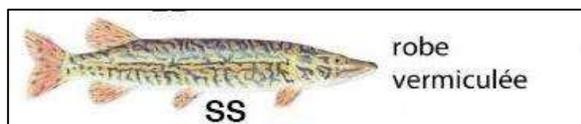
- Nombre d'écaillés sur la ligne latérale

< 115 (*E. cisalpinus*) : 49 spécimens

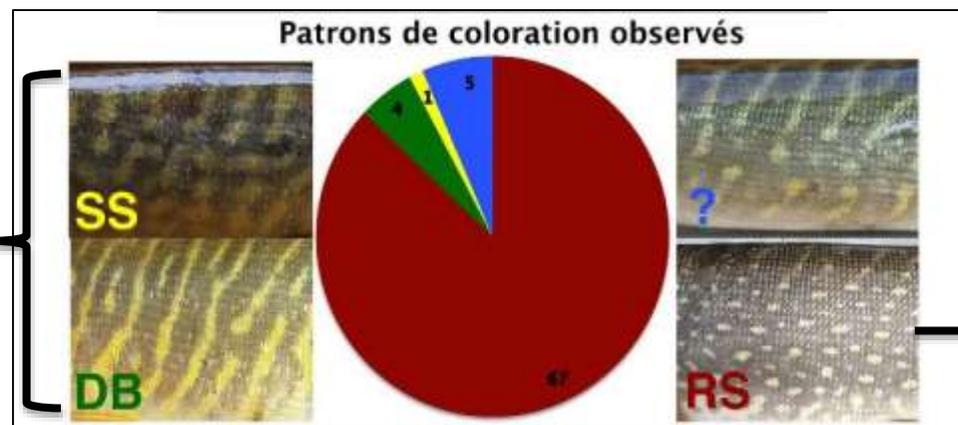
> 115 (*E. lucius*) : 27 spécimens



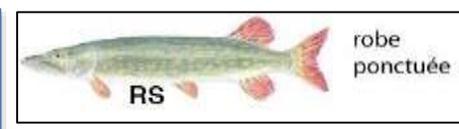
- Robe



***Esox
cisalpinus***



***Esox
lucius***

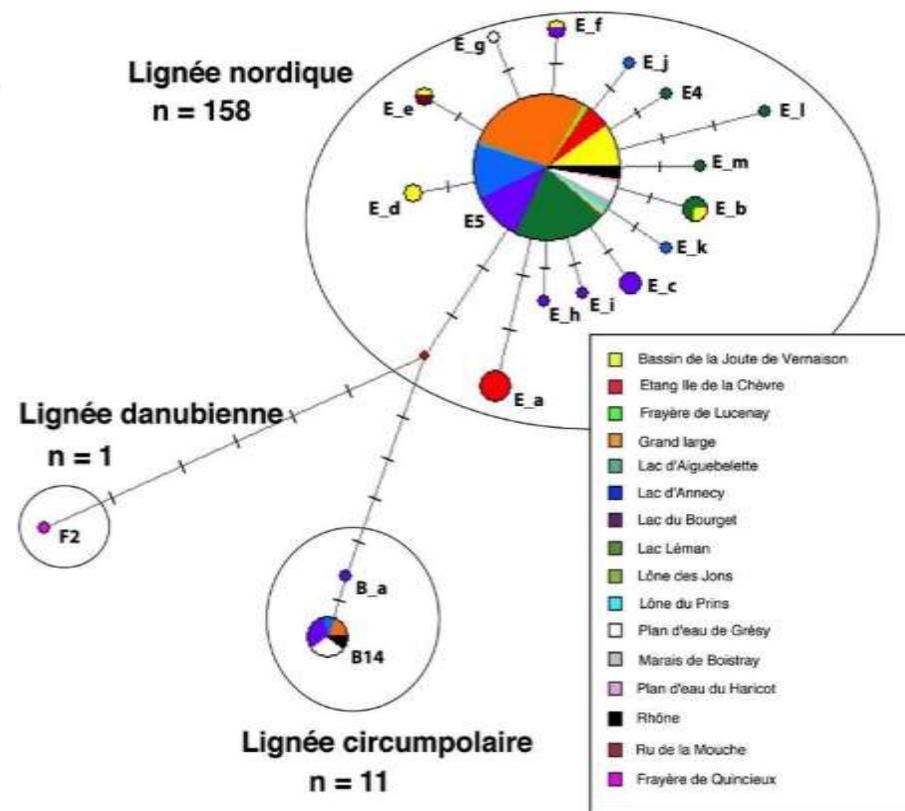


- Identification morphologique "complète"

25 *E. lucius*, 2 *E. cf. cisalpinus*, 32 désaccords

Résultats

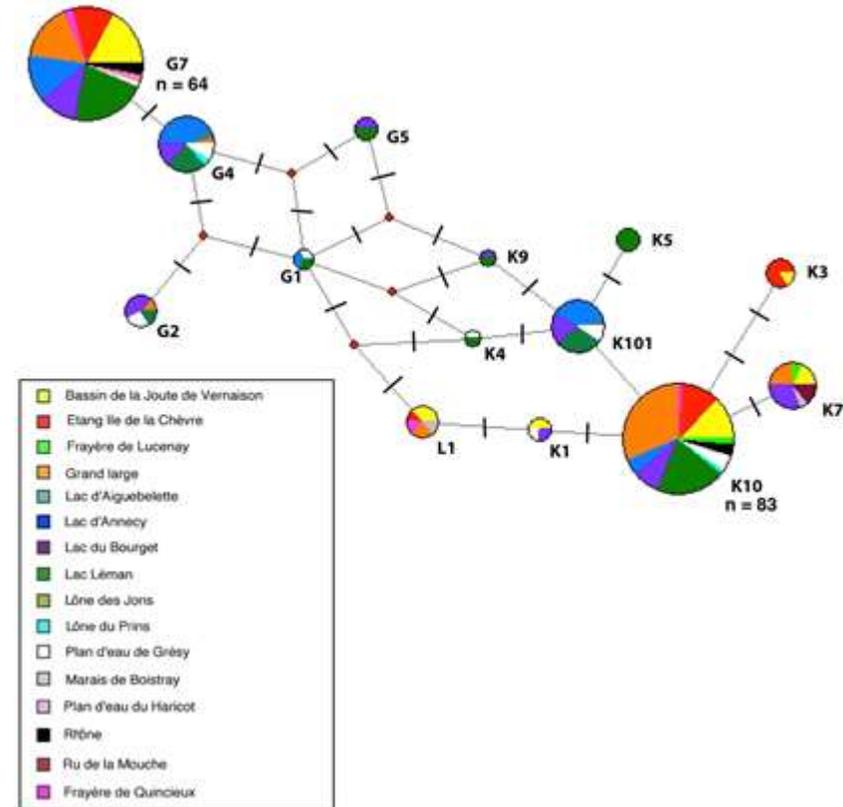
- Identification moléculaire mitochondriale
- CytB (n=170 spécimens) : Présence des 3 lignées (nordique, danubienne et circumpolaire)



Esox cisalpinus non détecté dans les analyses

Résultats

- Identification moléculaire nucléaire
- S7 (n=230 allèles) : aucune structuration géographique repérée, désaccord avec les résultats du CytB



Esox cisalpinus non détecté dans les analyses

Discussion

- Identification morphologique : Limitée
- Utilisation de la diagnose de Bianco & Delmastro (2011) (92-107 écailles sur la ligne latérale) plutôt que celle de Lucentini *et al.* (2011) (101-115 écailles)



Discussion

- Identification morphologique : Limitée
- Utilisation de la diagnose de Bianco & Delmastro (2011) (92-107 écailles sur la ligne latérale) plutôt que celle de Lucentini *et al.* (2011) (101-115 écailles)
- Forte variabilité de la robe et de la croissance selon les milieux pouvant expliquer les différents états observés (Raatt, 1988)



Discussion

- Identification moléculaire
- CytB : Présence des trois lignées évolutives de brochet dans les analyses montrant l'influence des reempoisonnements sur la structure génétique des populations de brochet



Discussion

- Identification moléculaire
- CytB : Présence des trois lignées évolutives de brochet dans les analyses montrant l'influence des reempoisonnements sur la structure génétique des populations de brochet
- S7 : Aucune structuration observée.
Influence des reempoisonnements ? (Launey *et al.*, 2006)



Discussion

- Identification moléculaire
- Selon nos résultats, absence d'*E. cisalpinus* dans la région échantillonnée



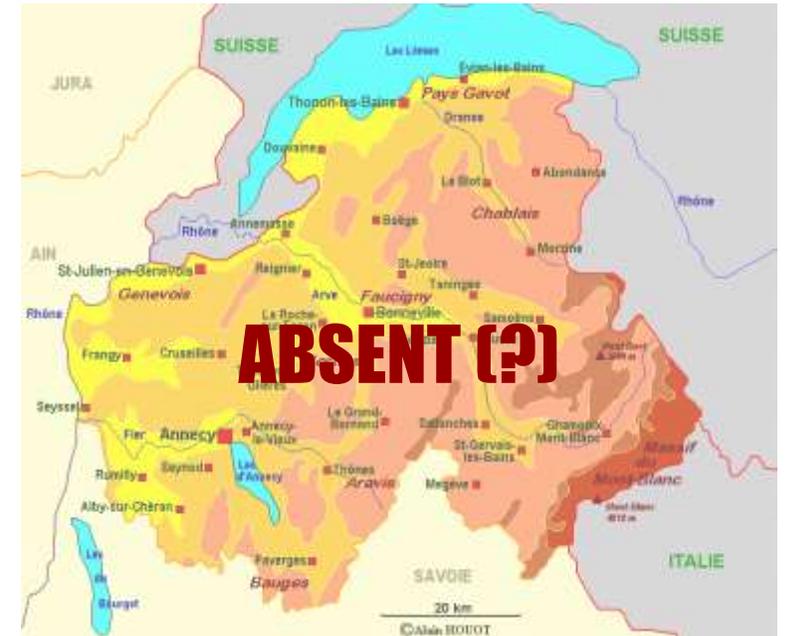
Discussion

- Identification moléculaire
 - Selon nos résultats, absence d'*E. cisalpinus* dans la région échantillonnée
 - Espèce non détectée par l'ADN environnemental (Civade *et al.*, 2016 ; Pont *et al.*, 2018) mais non présente dans les bases de référence



Discussion

- Identification moléculaire
 - Selon nos résultats, absence d'*E. cisalpinus* dans la région échantillonnée
 - Espèce non détectée par l'ADN environnemental (Civade *et al.*, 2016; Pont *et al.*, 2018) mais non présente dans les bases de référence
 - Perspectives : utilisation d'autres marqueurs nucléaires (microsatellites)





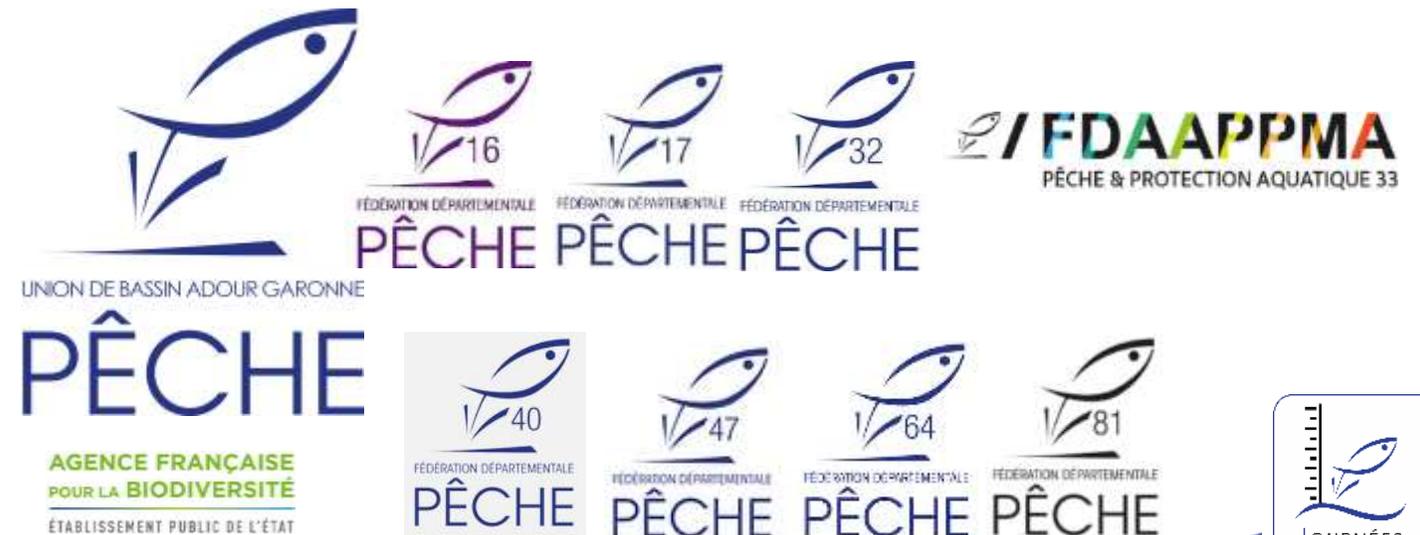
© FDAAPPMA16



© FDAAPPMA64

Cartographie du brochet aquitain

Gaël DENYS



Objectifs de l'étude

- 
- Affiner l'aire de répartition du brochet aquitain *Esox aquitanicus*
 - Identifier les populations non impactées par la présence de brochet commun *Esox lucius*
 - Cibler les secteurs à protéger

Matériel & Méthodes

- Echantillonnage (2016-2017) :
8 FDPPMAs (16, 17, 32, 33, 40, 47, 64 et 81) mobilisées



Tableau 1 : Grille de saisie renseignant les prélèvements.

Bassin versant	Cours d'eau ou plan d'eau	Coordonnées GPS (lambert)		Numéro tube	Sexe (>40 cm)	Référence photos	Identification morphologique	
		X	Y				<i>Esox lucius</i>	<i>Esox aquitanicus</i>

Matériel & Méthodes

- Identification morphologique sur photo (> 3 mois)



Esox aquitanicus



Esox lucius

- Identification moléculaire à partir de marqueurs courts (<450 pb) mitochondrial (dloop) et nucléaire (S7)

Matériel & Méthodes

- Identification moléculaire (S7) : indel diagnostique (815-842) (Denys et al., 2018)

Esox aquitanicus ←

Esox lucius ←

Hybrides (hétérozygotes) ←



Matériel & Méthodes

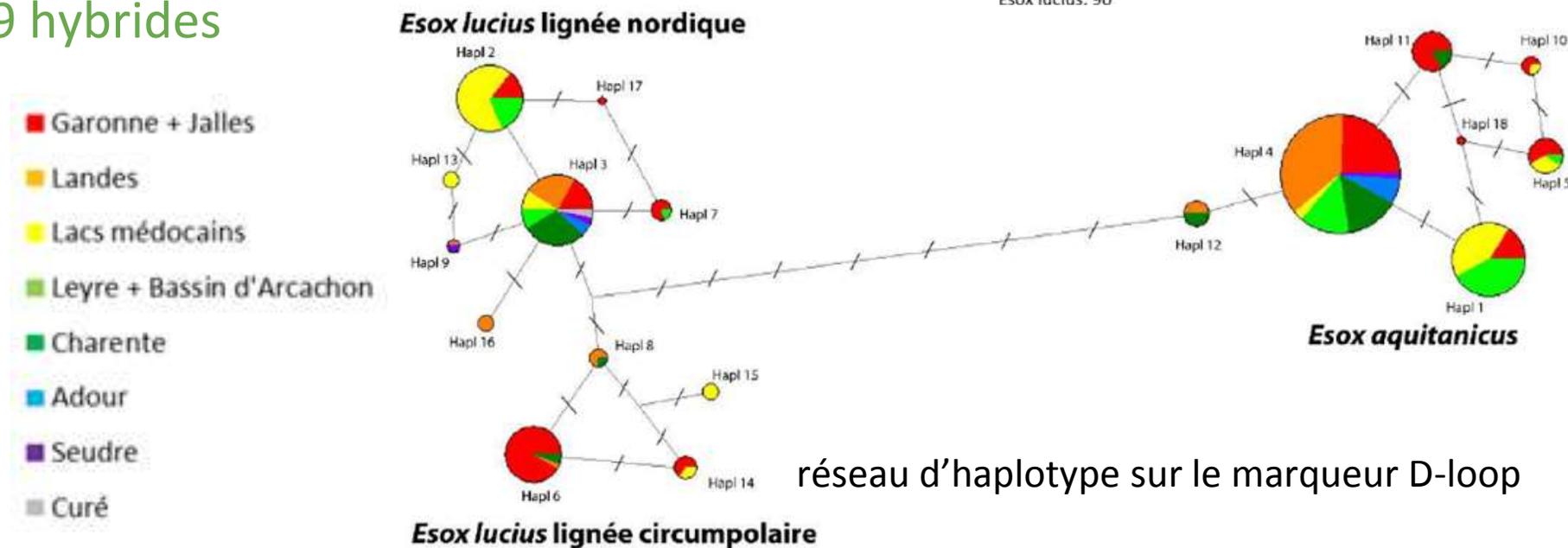
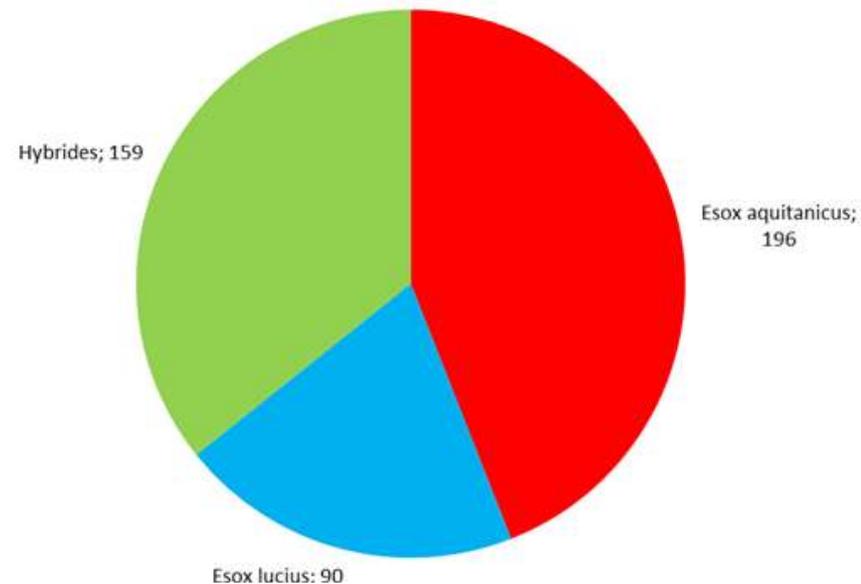


Hybride *E. aquitanicus* X *E. lucius*

- Hybride identifié lorsque:
 - hétérozygote sur le marqueur nucléaire S7 à l'indel diagnostique
 - identification mitochondriale \neq identification nucléaire
 - identification moléculaire \neq identification morphologique

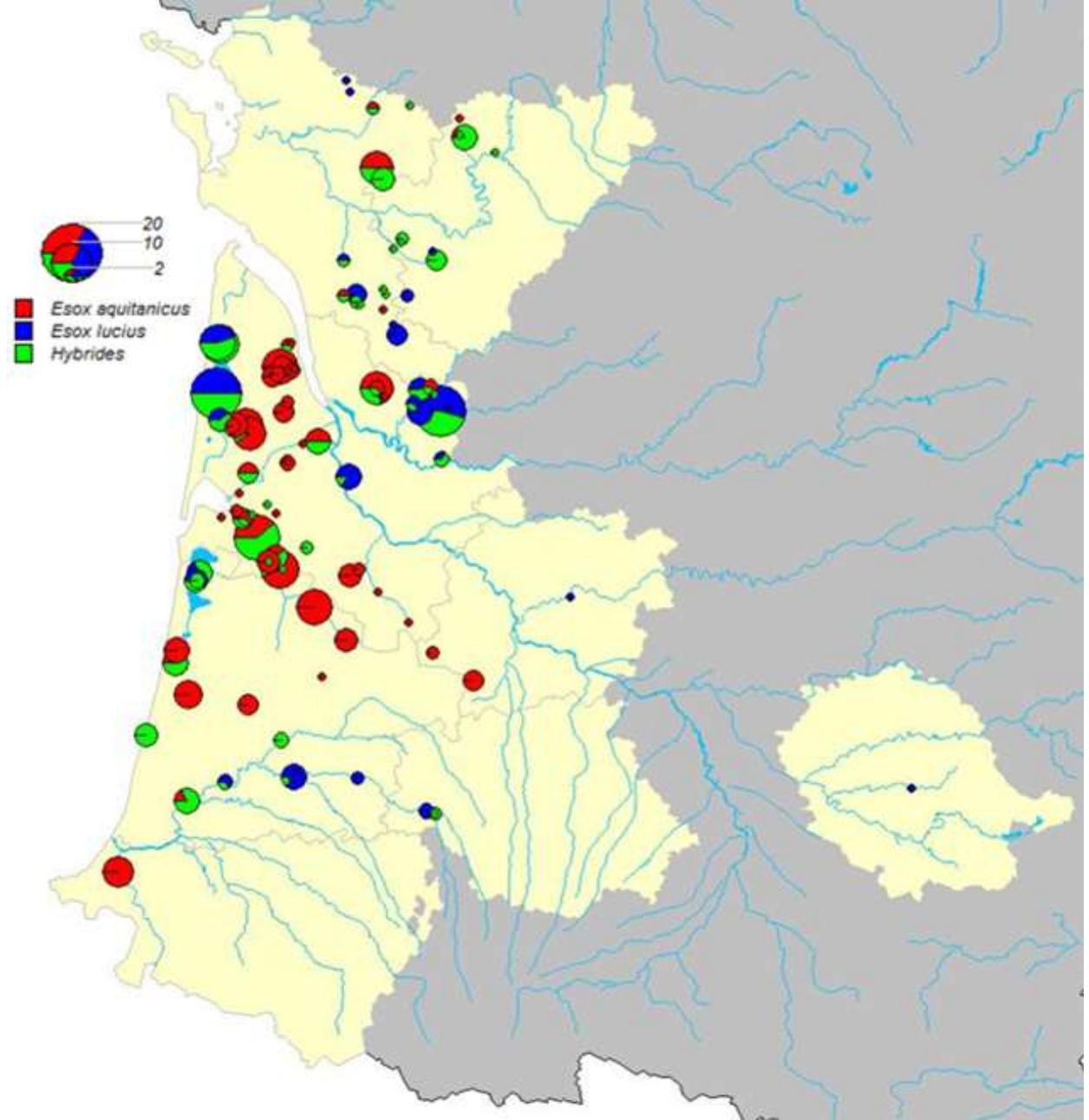
Résultats

- **445 individus** provenant de **112 stations** formellement identifiés :
 - 196 *Esox aquitanicus*
 - 90 *Esox lucius*
 - 159 hybrides



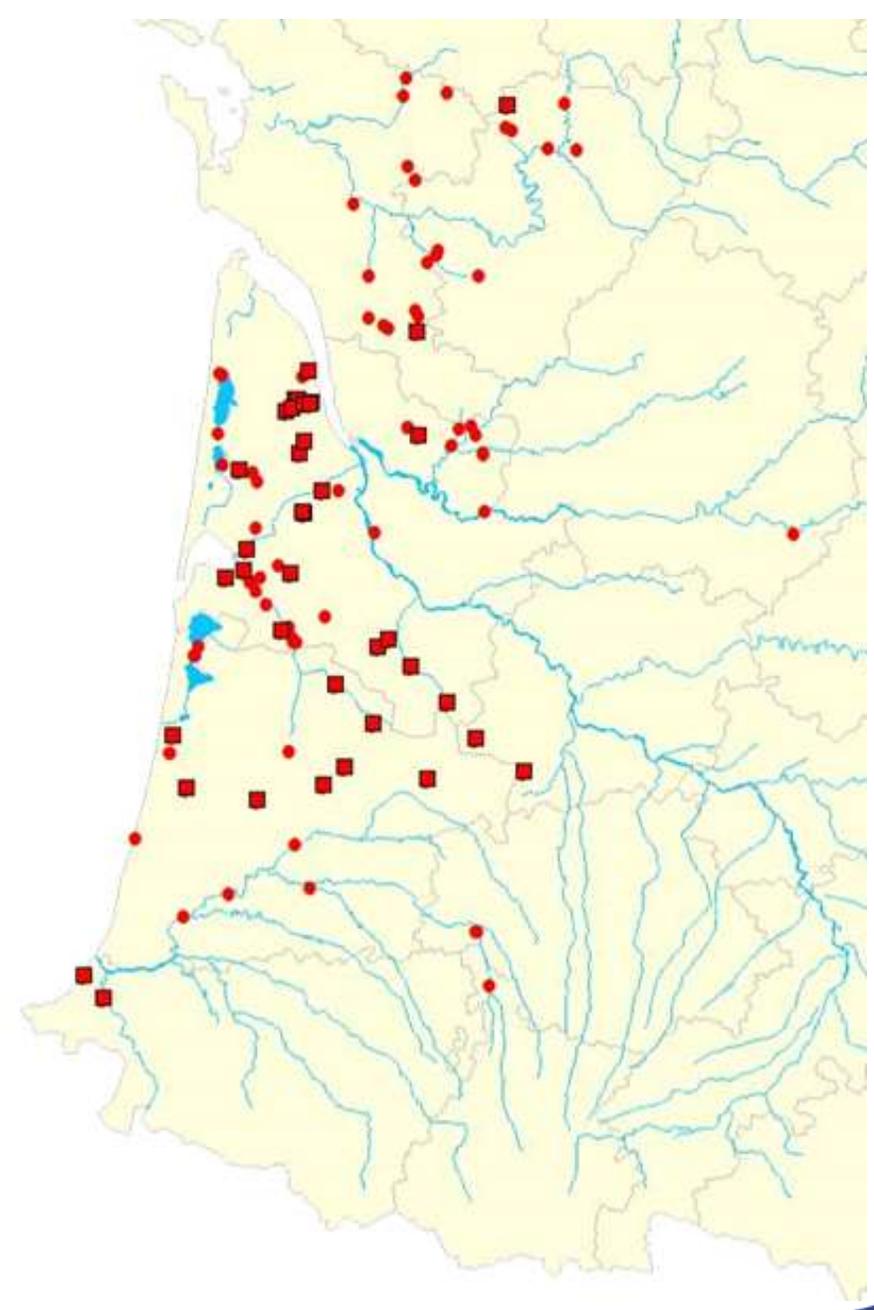
Résultats

- Confirmation de la présence des 2 espèces de brochet dans les bassins de la Charente à l'Adour
- Brochet commun décelé essentiellement dans les lacs et grands milieux
- **62%** des populations de brochet aquitain impactées par la présence du brochet commun



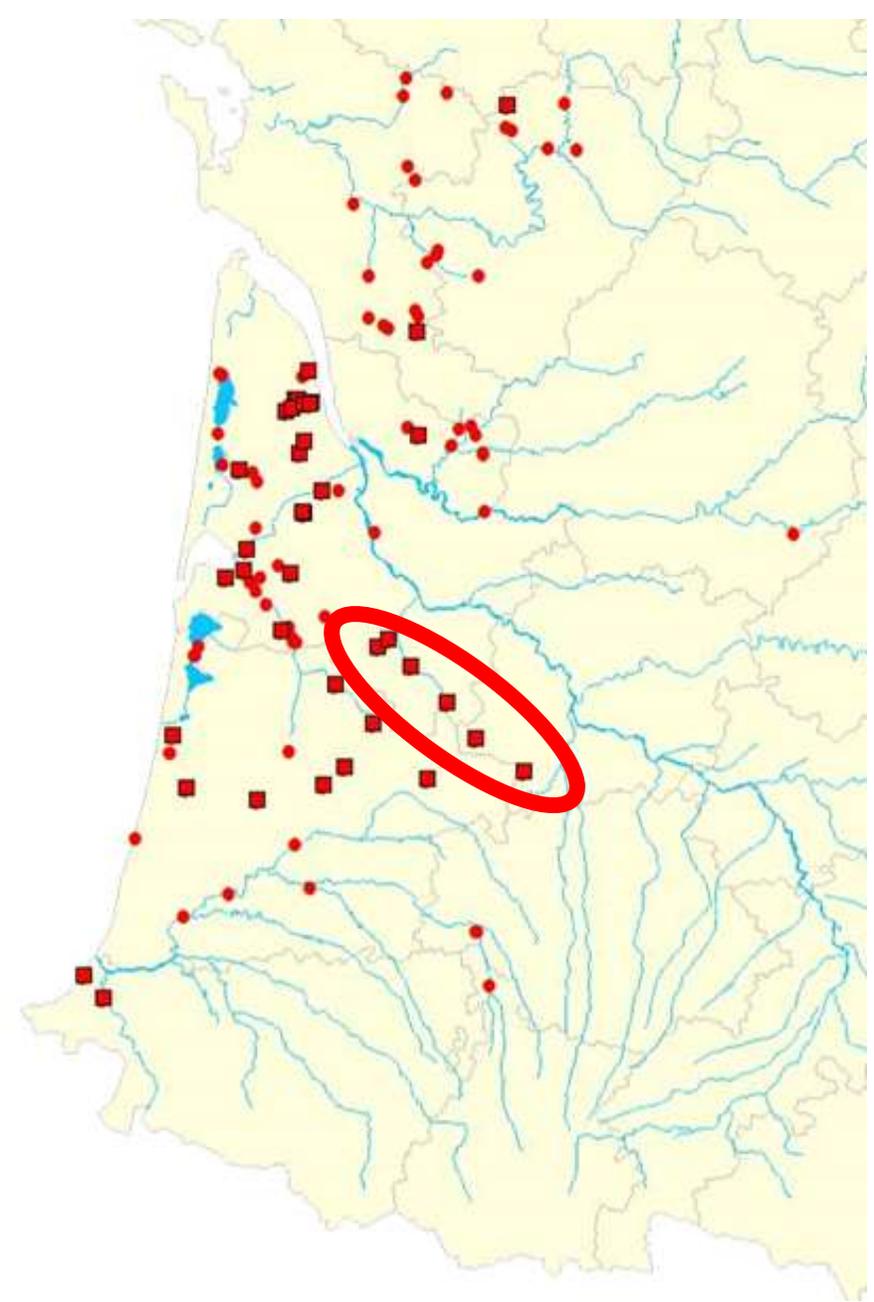
Discussion

- 98 occurrences supplémentaires soit 112 au total ● ■



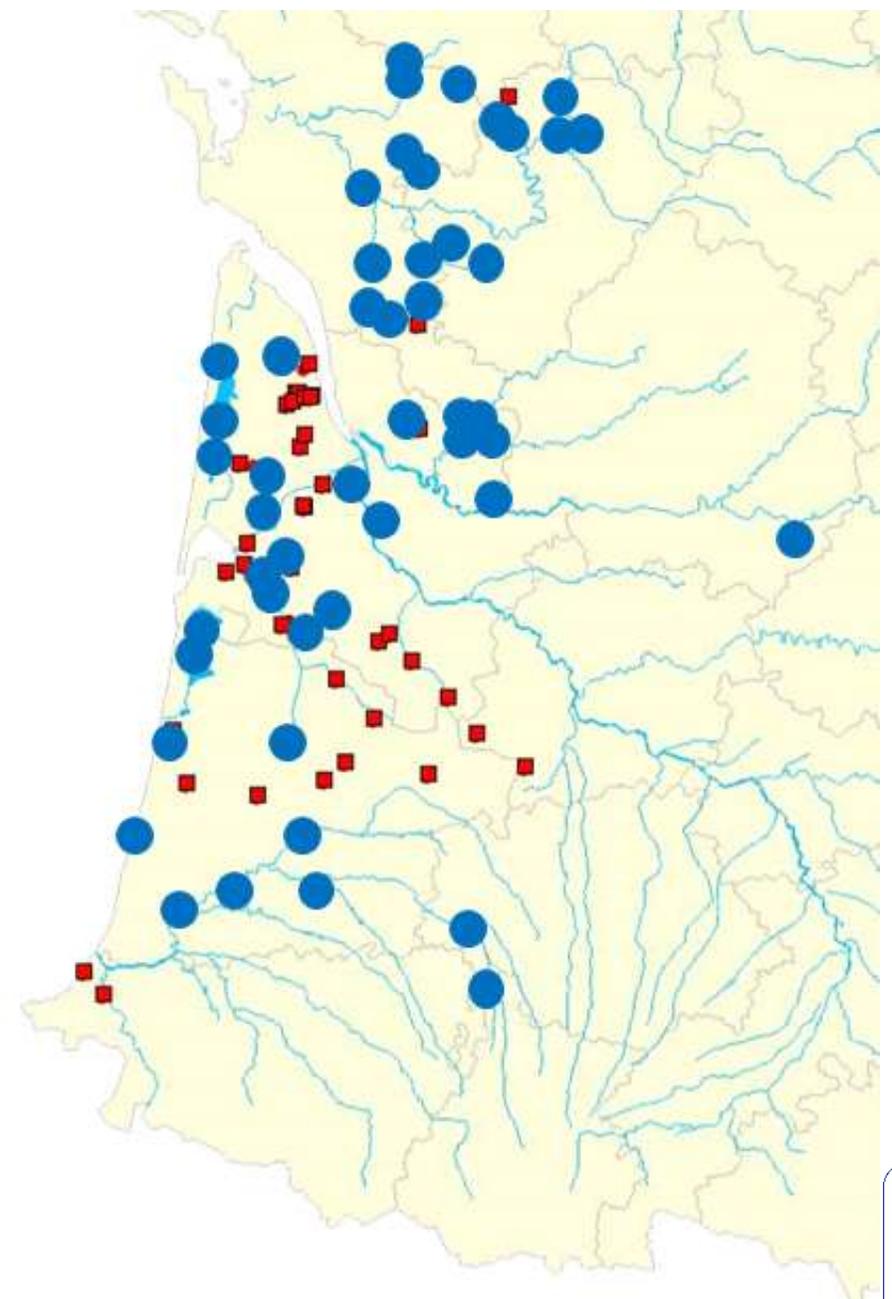
Discussion

- 98 occurrences supplémentaires soit 112 au total ● ■
- Données nouvelles sur le Ciron, la Gueyze et le Largenté



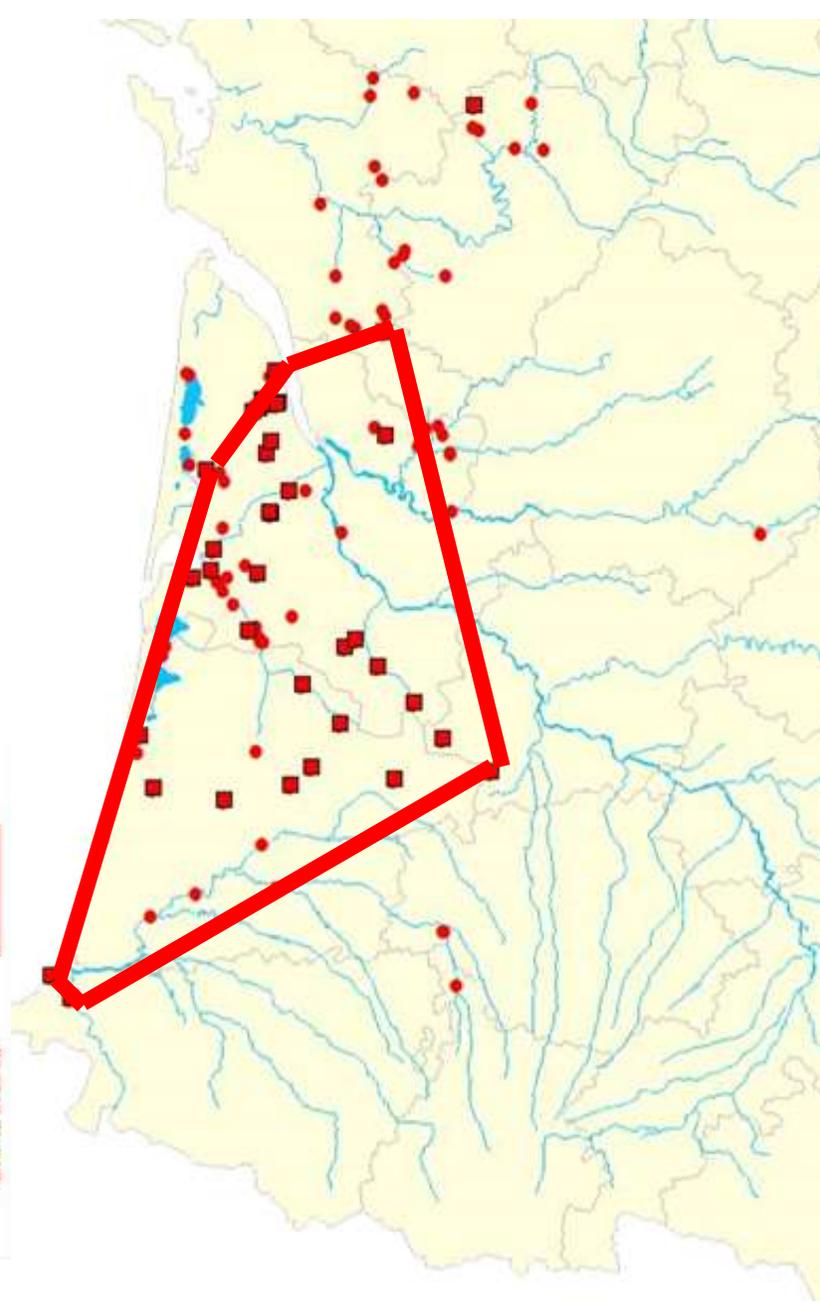
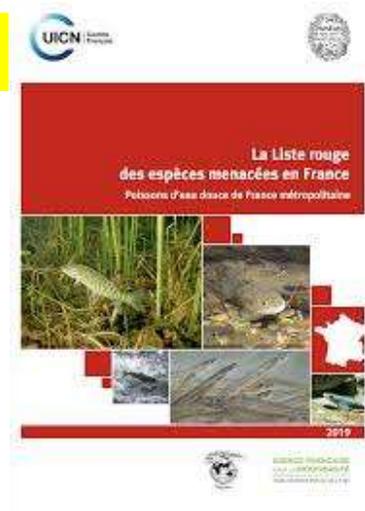
Discussion

- 98 occurrences supplémentaires soit 112 au total ● ■
- Données nouvelles sur le Ciron, la Gueyze et le Largenté
- Fort impact des reempoisonnements ●



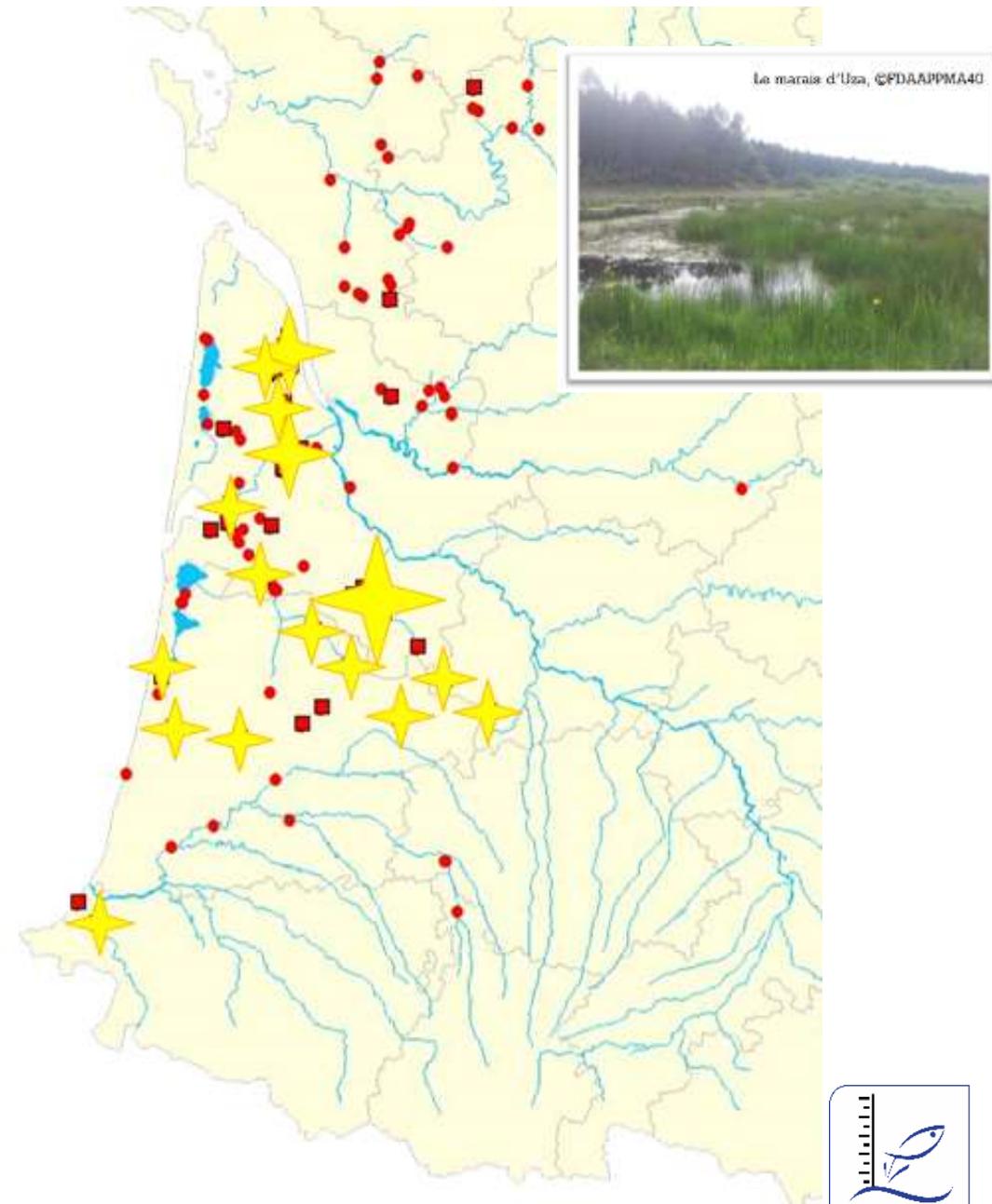
Discussion

- 98 occurrences supplémentaires soit 112 au total ● ■
- Données nouvelles sur le Ciron, la Gueyze et le Largenté
- Fort impact des rempoissonnements
- Statut UICN 2019 : **Vulnérable**
EEO < 20 000 km²



Discussion

- 98 occurrences supplémentaires soit 112 au total ● ■
- Données nouvelles sur le Ciron, la Gueyze et le Largenté
- Fort impact des rempoissonnements
- Statut UICN 2019 : **Vulnérable**
EOO < 20 000 km²
- 16 secteurs non impactés par la présence du brochet commun à protéger ✨



Conclusion générale

- Véritable succès auprès des FDPPMAs : près de 700 individus échantillonnés grâce à elles en 2016-2017



Conclusion générale

- Véritable succès auprès des FDPPMAs : près de 700 individus échantillonnés grâce à elles en 2016-2017
- Brochet italien : présence actuelle non confirmée, mais toujours pas exclue



Conclusion générale

- Véritable succès auprès des FDPPMAs : près de 700 individus échantillonnés grâce à elles en 2016-2017
- Brochet italien : présence actuelle non confirmée, mais toujours pas exclue
- Brochet aquitain : 98 points d'occurrences supplémentaires
 - meilleure visualisation de son aire de répartition
 - études pour mieux connaître la biologie de l'espèce (à partir de 2020)



Conclusion générale

- Véritable succès auprès des FDPPMAs : près de 700 individus échantillonnés grâce à elles en 2016-2017
- Brochet italien : présence actuelle non confirmée, mais toujours pas exclue
- Brochet aquitain : 98 points d'occurrences supplémentaires
 - meilleure visualisation de son aire de répartition
 - études pour mieux connaître la biologie de l'espèce (à partir de 2020)
- Impact des opérations de rempoissonnements en brochet commun depuis les années 1950
 - contribution au non-établissement du brochet italien dans les lacs péri-alpins
 - régression des populations de brochet aquitain dans son aire d'origine

Conclusion générale

- L'étude continue
 - les inventaires
 - l'ADN environnemental
 - la pêche associative (sciences participatives)



Remerciements



 FAURE Jean-Pierre, JULLIN Jean-Charles, PONS Yannick, VAUCHER Jérémie

 PRONER Damien, AAPPMAs Les pêcheurs du Lac d'Aiguebelette, d'Aix-les-bains, d'Albertville, les pêcheurs chambériens, l'amicale des pêcheurs de Saint-Hélène du lac

 HUCHET Philippe, AAPPMAs "Annecy Lac Pêche" et des " Pêcheurs Amateurs du Lac Léman Français"

 BOIDIN Nicolas, LAGARDE Alain

 DETTAI Agnès

 MENNESSON Marion, KEITH Philippe
BLANC Laurence, BOUBAKEUR Sadek,
MARTIN Raphaël, RAYMOND Jean-Claude, POULET Nicolas

 HORTOLAN Valentin, MARCHWICKI Emilie, CHRISTINET Sébastien, GUILLARD Patrice, DON Jérémie, BARRIAU Aurélie

 ROUET Marie, CAZAUBON David

 TAUZIN Marjolaine, SOUBIRAN Nicolas
LAFITTE Frédéric, DE LAVERGNE Sophie, LAINE Marion



 RENARD Vincent, DUPOUY Sébastien

 AVINENT Ghislaine, MOLINA Quentin, JASINSKI Marina, BUTIN Cédric, FAUGERE Robin, BOURREAU Alexandre

 MASSEBOEUF Fabrice, MAUDOU Sylvain, GONCALVES Adrien, BOURGEOIS Mathieu

 PROUFF Bénédicte, ERRECART Baptiste, POUPELIN Morgan

 LARROUSSE Johana, TURQUOIS Laetitia, MOLINIÉ Jean-Louis

UNION DE BASSIN ADOLPHE GARONNE

