

L'amont comme sanctuaire pour les populations françaises de chevesne catalan *Squalius laietanus* (Teleostei, Leuciscidae) menacé par le chevesne commun *S. cephalus* allochtone

MORGANE ROSE ¹, AGNÈS DETTAI ², STÉPHANE LEFÈBVRE ³, LAURENCE BLANC ⁴, NICOLAS POULET ⁵, RÉMY ARSENTO ⁵, OLIVIER BAUDIER ⁶, MÉLYNE HAUTECŒUR ¹ & GAËL P.J. DENYS ^{1,7*}

- (¹) Laboratoire de Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques (BOREA), MNHN, CNRS, IRD, SU, UCN, UA, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.
 (²) Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, ISYEB – UMR 7205 – CNRS, MNHN, Sorbonne Université, EPHE, Muséum national d'Histoire naturelle, Sorbonne Universités, 57 rue Cuvier CP26, 75005 Paris, France.
 (³) Office Français de la Biodiversité, 55 chemin du Mas de Matour, 34790 Grabels, France.
 (⁴) Office Français de la Biodiversité, 97, rue Saint-Roch, 31400 Toulouse, France.
 (⁵) Office Français de la Biodiversité, Pôle écohydraulique - Institut de Mécanique des Fluides, Allée du Professeur Camille Soula, 31400 Toulouse, France.
 (⁶) Office Française de la Biodiversité, Service départemental des Pyrénées-Orientales, 2 boulevard du Docteur Ecoffier, 66300 Thuir, France.
 (⁷) Fédération des Pyrénées Orientales pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique, 1 avenue des Bouillouses, 66170 Millas, France.
 (⁸) Unité Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (2006 OFB – CNRS – MNHN), Muséum national d'Histoire naturelle, 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire CP 41, 75005 Paris, France.

*gael.denys@mnhn.fr

Introduction

- Le chevesne catalan *Squalius laietanus* Doadrio, Kottelat & de Sosta 2007 (Fig. 1A) est une espèce récemment décrite qui est présente des bassins de l'Ebre (Espagne) à l'Agly (France), et avec une **importante valeur patrimoniale pour la Catalogne**.
 - Les **populations espagnoles** sont **très bien étudiées**. Leurs **menaces** sont **bien connues** (e.g., pollution, destruction des habitats, introduction d'espèces exotiques ; Aparicio *et al.* 2016), et leur statut IUCN est **VULNERABLE**. En France, **seulement une seule étude** à ce jour a mis en évidence une **co-occurrence** et une potentielle **hybridation avec** l'espèce allochtone, le chevesne commun *S. cephalus* (Linnaeus, 1758) (Fig. 1B) (Denys *et al.* 2013).
- ⇒ **Le but** de cette étude est d'**identifier génétiquement plusieurs populations** de chevesnes *Squalius* spp provenant des trois principaux bassins des Pyrénées-Orientales (Agly, Têt and Tech rivers) dans le but d'**acquérir des connaissances sur l'état de conservation des populations du *S. laietanus***.



Figure 1: Le natif *S. laietanus* (A) et l'allochtone *S. cephalus* (B); ©G. DENYS.

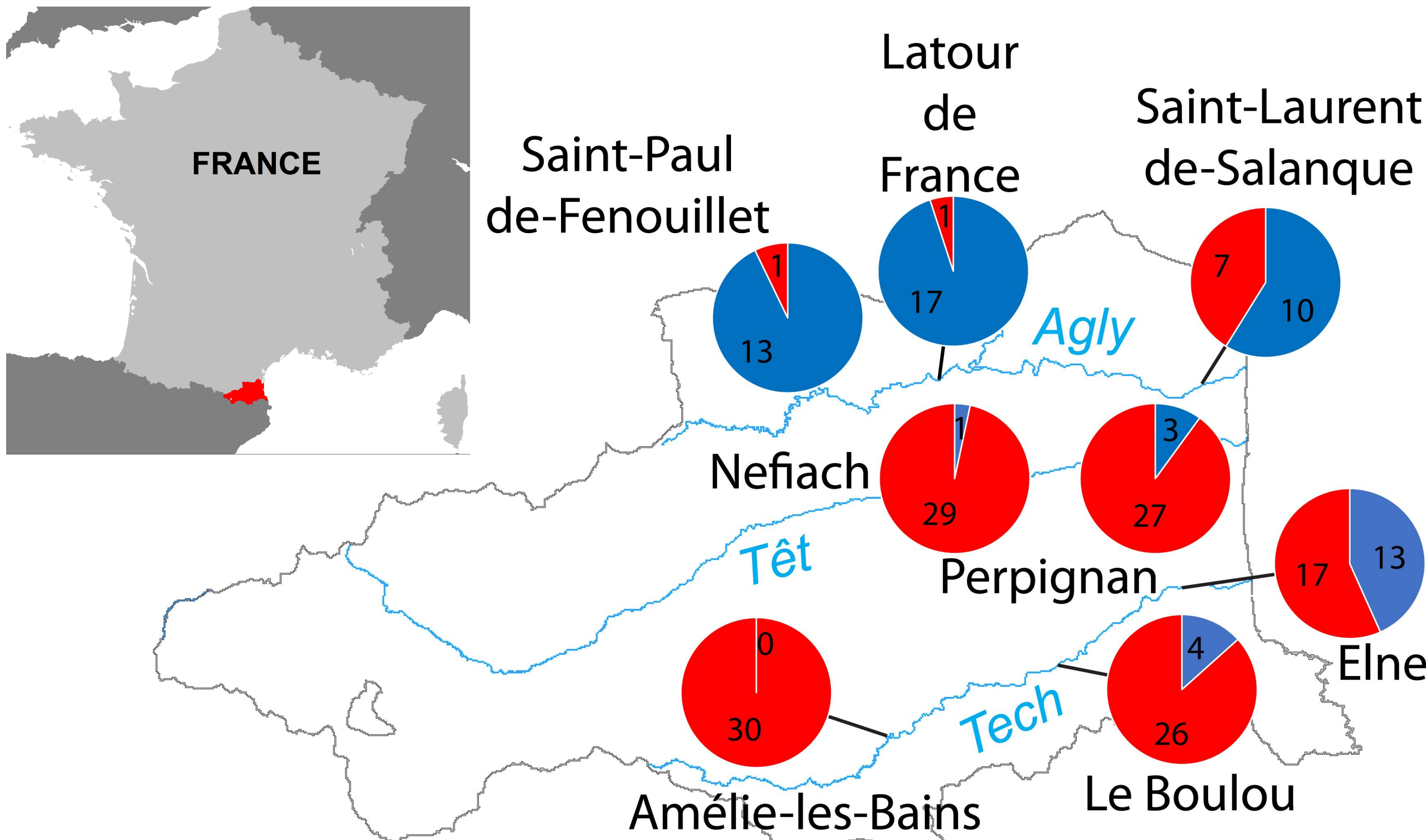


Figure 2: Stations d'échantillonnage de chevesnes *Squalius* spp dans les Pyrénées-Orientales, ainsi que le nombre de *S. laietanus* et de *S. cephalus* identifiés avec le marqueur du COI.

Résultats

Analyse du COI (Fig. 2):

- ⇒ Sur 201 spécimens, 63 *S. cephalus* et 138 *S. laietanus* haplotypes.
- ⇒ **Chaque espèce** est présente dans l'Agly, la Têt et le Tech.
- ⇒ **Agly : *S. cephalus* est davantage représenté**, alors que *S. laietanus* semble être plus abondant en aval.
- ⇒ **Têt et Tech: la majorité des échantillons a été identifiée comme *S. laietanus***, cependant il y a un **gradient amont/aval de la présence du *S. cephalus***. **Aucun haplotype de *S. cephalus* a été détecté dans le Tech à Amélie-les-Bains**.

Analyse du RAG1 (Fig. 3):

- ⇒ Sur 88 spécimens, 124 allèles ont été séparés et rassemblés en 21 haplotypes.
- ⇒ ***S. cephalus*: 15 haplotypes (H1 à H15) provenant des trois fleuves dont la station à Amélie-les-Bains.**
- ⇒ ***S. laietanus*: 6 haplotypes (H16 à H21) provenant des trois fleuves.**
- ⇒ Quelques spécimens identifiés comme *S. laietanus* avec le marqueur du COI sont **hétérozygotes avec les allèles caractéristiques du *S. cephalus***.

Références

- APARICIO E. *et al.*, 2016. — *Peixos continentals de Catalunya. Ecologia, conservació i guia d'identificació*. Barcelona,Lynx Edicions, 251 p.
 COSTEDOAT C. *et al.*, 2007. — Novelities in Hybrid Zones: Crossroads between Population Genomic and Ecological Approaches. *PLoS ONE*, 2(4), e357.
 DENYS G.P.J. *et al.*, 2013. — Status of the Catalan chub *Squalius laietanus* (Actinopterygii, Cyprinidae) in France: input from morphological and molecular data. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.*, 408, 04.
 DETTAI A. *et al.*, 2011. — The actinopterygian diversity of the CEAMARC cruises: Barcoding and molecular taxonomy as a multi-level tool for new findings. *Deep-Sea Res. Pt.*, II 58, 250-263.
 GOUSKOV A. & VORBURGER C., 2016. — River fragmentation and fish population structure: a comparison of three Swiss midland rivers. *Freshw. Sci.*, 35, 689-700.
 HINSINGER D.D. *et al.*, 2015. — Fishing for barcodes in the Torrent: from COI to complete mitogenomes on NGS platforms. *DNA Barcodes*, 3, 170–186.
 PEREA S. *et al.*, 2010. — Phylogenetic relationships and biogeographical patterns in Circum-Mediterranean subfamily Leuciscinae (Teleostei, Cyprinidae) inferred from both mitochondrial and nuclear data. *BMC Evol. Biol.*, 10, 265.
 SCHÖNHUTH S. *et al.*, 2018. — Phylogenetic relationships and classification of the Holarctic family Leuciscidae (Cypriniformes: Cyprinoidei). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 127, 781-799.

Matériel et méthodes

- Des bouts de nageoire de 289 spécimens provenant de 8 populations de chevesnes *Squalius* spp des fleuves Agly, Têt et Tech ont été collectés (Fig. 2).
- Une approche de *DNA Barcoding* avec un marqueur mitochondrial (COI, 652 pb) et un nucléaire (RAG1, 1500 pb) a été réalisée. Les protocoles de PCR suivent respectivement Dettai *et al.* (2011) et Perea *et al.* (2010), et le séquençage NGS selon Hinsinger *et al.* (2015) dans le but de séparer les allèles. Les séquences obtenues ont été comparées avec les jeux de données de Denys *et al.* (2013) et de Schönhuth *et al.* (2018).

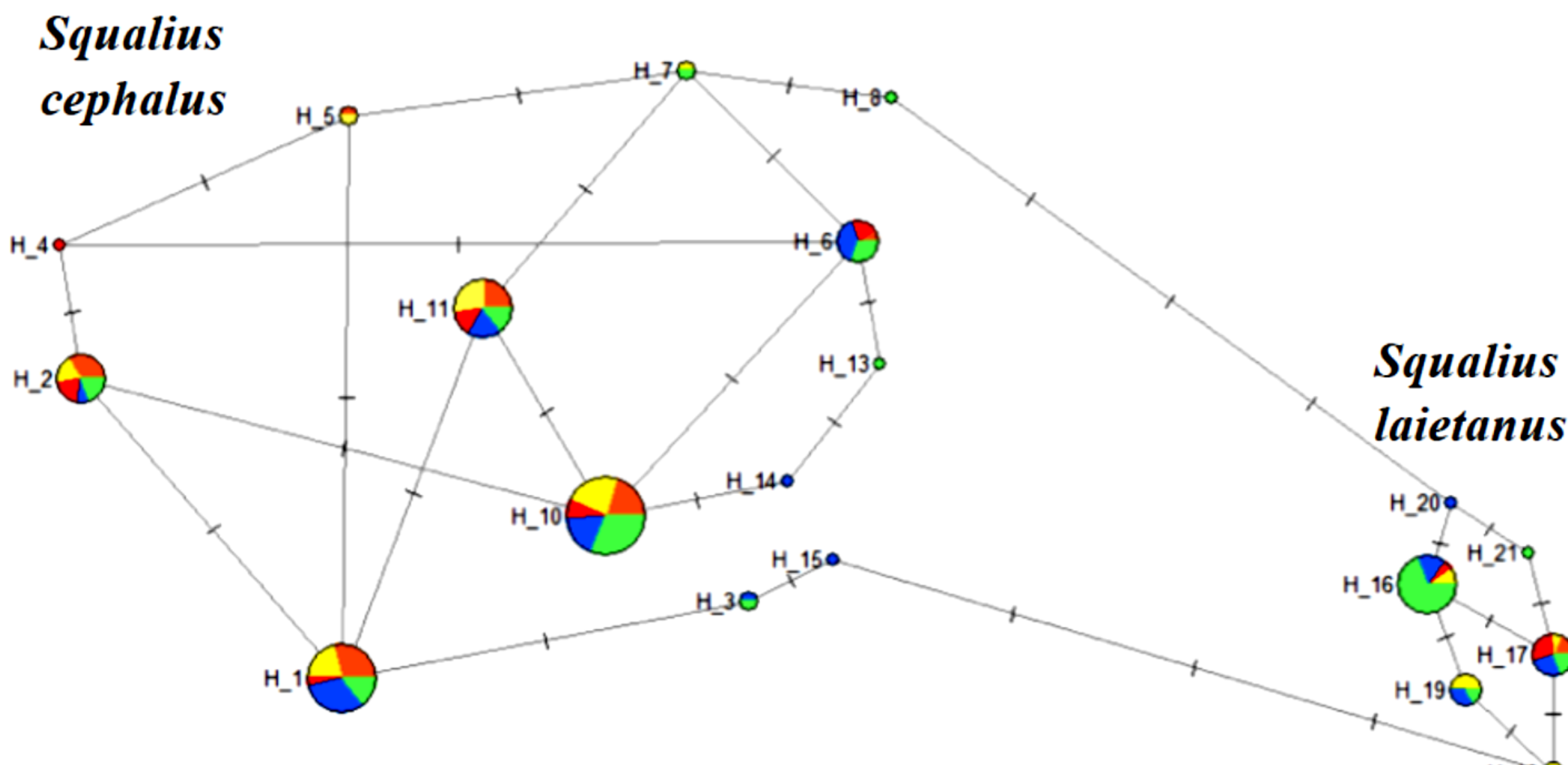


Figure 3: Réseau d'haplotypes d'allèles du marqueur nucléaire RAG1 délimitant deux clusters : *S. cephalus* et *S. laietanus*; Tech à **Amélie les Bains**, Têt à **Nefiach**, Agly à **Latour-de-France**, à **Saint-Paul-de-Fenouillet** et à **Saint-Laurent-de-Salanque**.

Discussion

- ⇒ **Confirmation** des résultats de Denys *et al.* (2013) sur la **présence de *S. cephalus* dans les trois fleuves** et de **l'hybridation avec l'espèce native *S. laietanus***. Le chevesne commun a été introduit avec d'autres espèces exotiques pour la pêche récréative (e.g., *Esox lucius*, *Micropterus salmoides*, *Rutilus rutilus*).
- ⇒ L'**Agly** est le fleuve le **plus impacté** par ces introductions car *S. cephalus* est l'espèce de chevesne la plus représentée et présente sur tout le long.
- ⇒ Dans la **Têt et le Tech, *S. laietanus* est l'espèce de chevesne le plus représenté**. Cependant les **populations préservées sont en amont**, alors que celles en aval sont menacées par l'hybridation avec *S. cephalus*. Cette division peut être expliquée par plusieurs facteurs :
 - La **fragmentation de l'habitat** due à la présence de plusieurs seuils le long de ces fleuves (37 pour la Têt et 31 pour le Tech) qui ont été battis pour l'irrigation, la stabilisation de fond de lit, le passage à gué ou l'hydro-électricité. Comme les chevesnes sont potamodromes, ces ouvrages **empêchent leur migration et isolent les populations** (Gouskov & Vorburger, 2016). Cependant, les données nucléaires montrent des connexions avec les populations en amont.
 - Les pressions environnementales dues aux **activités humaines en aval ont forcé chaque espèce à se reproduire dans les mêmes frayères causant de l'hybridation**, alors que les têtes de bassin sont davantage préservées (Costedoat *et al.* 2007).
 - Une potentielle **propriété écologique propres au *S. cephalus*** pourrait prévenir son établissement en amont. Mais cette hypothèse nécessite d'être étudiée.
- ⇒ En suivant ces résultats, le **statut UICN du chevesne catalan *S. laietanus* a été évalué comme **EN DANGER** en France en 2019.**

Remerciements

SERVICE de SYSTÉMATIQUE MOLÉCULAIRE Etude soutenue et financée par la convention AFB-MNHN 2015-2018. Nous remercions tous les agents du SD66 de l'OFB et de la FDAAPMA66, particulièrement J.-P. Bernier, J.-P. Manaut, C. Trevidic et A. Hérault.