



Étude génétique des truites farior de la Haute Cère

Octobre 2010



*AAPPMA de
VIC-SUR-CERE*

Fédération départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Cantal
14, Allée du Vialenc—15000 AURILLAC—Tél. : 04 71 48 19 25—Fax : 04 71 48 90 76
E-mail : fedepeche.cantal@wanadoo.fr



© <http://www.notrefamille.com/15800-vic-sur-cere/cartes-postales-1900-61324-ville-village.html>

Réalisation de l'étude

Analyses statistiques, interprétation, rédaction: **Patrick Berrebi** *

Analyses moléculaires: **Corinne Cherbonnel** **

Données écologiques et de gestion: **Agnès Tronche** ***

* Institut des Sciences de l'Evolution, UMR5554 UM2/CNRS/IRD, Université Montpellier 2, CC065, place E. Bataillon, 34095 Montpellier cedex, tel: 04 67 14 37 32, patrick.berrebi@univ-montp2.fr

** Genindexe, 6 rue des Sports, 17000 La Rochelle, tel: 05 46 30 69 66, ccherbonnel@genindexe.com

*** Fédération de Pêche du Cantal, 14 Allée du Vialenc 15000 Aurillac, tel. 04 71 48 19 25, fedepeche15.technique@wanadoo.fr

1 - Introduction

L'ensemble du réseau du bassin versant de la Haute Cère représente 60 km de cours d'eau, dont 13 km pour la Cère seule. Il s'étend sur les communes de St-Jacques-des-Blats, Thiézac et Vic-sur-Cère, soit environ 90 km². Les affluents sont petits, très nombreux et extrêmement pentus, 15 de la source à la cascade du Trémoulet. Cette partie de la Cère est très cloisonnée de façon naturelle, 3 cascades infranchissables sont répertoriées sur la Cère et au moins 8 sur les affluents. Plusieurs secteurs sont donc isolés d'un point de vue piscicole.

La gestion piscicole de ce bassin a fortement évolué depuis une dizaine d'années, de fortement halieutique elle est devenue patrimoniale :

- sur la Cère des sources à Thiézac : déversement de truites fario adultes en mars et juin jusqu'en 2008, environ 100 kg par an, plus aucun œufs ou alevins depuis 2002,
- sur les affluents des sources à Thiézac : en moyenne chaque année, de 1998 à 2001 23000 œufs ont été déversés, plus aucun depuis 2002, de 1997 à 2001 16000 alevins ont été déversés, plus aucun depuis 2002,
- sur la Cère à Vic-sur-Cère : derniers déversements de truites adultes en 2004,
- sur le ruisseau de Lasmolinerie : entre 1998 et 2001, en moyenne chaque année, 6700 œufs et 15 kg de truites adultes ont été déversés sur ce cours d'eau, depuis 2002 plus aucun œuf, alevin ou adulte n'a été déversé.

La densité de truites fario sur ce bassin est très faible, l'espèce est même parfois absente.

Pour l'instant les causes de ce phénomène ne sont pas déterminées avec certitude:

- Les paramètres qualité de l'eau et habitat ont été écartés : présence de nourriture, pas d'assec, sauf en 2003, habitats favorables aux juvéniles et aux adultes.
- La topographie n'est pas favorable: le réseau est pentu et segmenté.
- Il est possible que des problèmes récurrents surviennent au niveau des frayères par décapage des nids ou destruction des alevins émergents suite à des crues de fin d'hiver ou début de printemps ou qu'il existe des problèmes liés à la température de l'eau.
- Il y a eu de nombreuses perturbations. Celles créées par des travaux routiers sur la RN122 et le tunnel du Lioran entre 2004 et 2008. En 2005 un violent orage combiné à la présence des pistes de ski « nues » a modifié tout le lit de la Cère sur quelques kilomètres en amont du ruisseau d'Abiouradou.

Seules des hypothèses peuvent être posées, aucune raison précise de la chute des effectifs de truite fario n'a pu être mise en évidence à ce jour.

Cette étude génétique a donc pour but premier de connaître la qualité des poissons de la Haute Cère et de ses affluents. En effet une forte perturbation génétique des populations en place par des alevinages importants pourrait être un des éléments permettant d'expliquer la raréfaction des truites fario de ce secteur.

Le deuxième but de cette étude est de connaître la qualité des truites, plus en aval sur la Cère, pour savoir s'il est possible de réaliser un transfert de poisson de souche sauvage plus important vers la partie plus amont du bassin.

Au-delà de la connaissance du degré d'introgression génétique entre les poissons issus d'élevage et les poissons sauvages, les résultats de l'étude devraient donc permettre d'orienter la gestion piscicole de ce bassin : transfert de poissons de souche sauvage, nouvelles mesures réglementaires.

2 - Echantillonnage

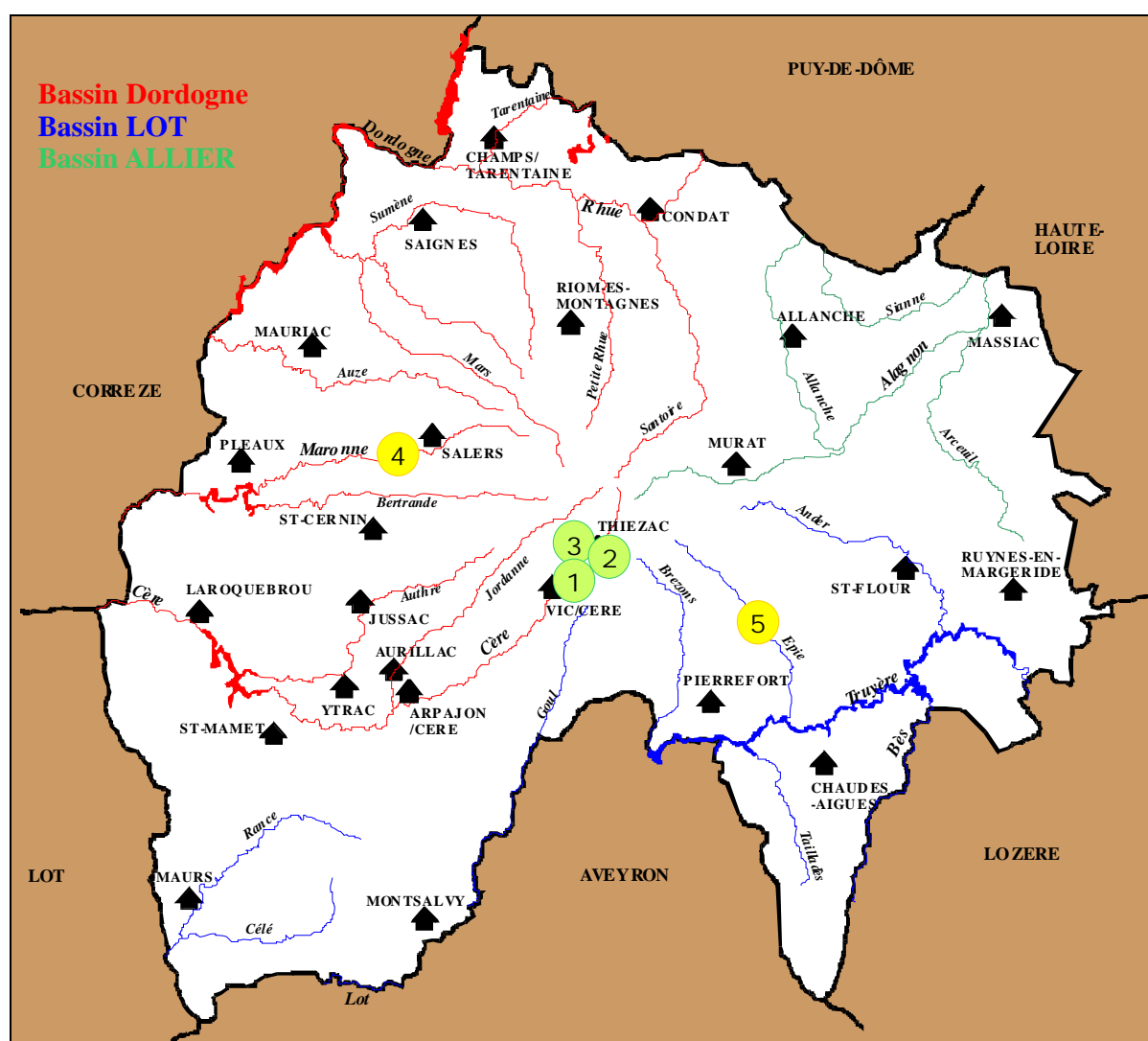
Le Cantal est irrigué par deux fleuves:

- la Dordogne au nord, représenté par deux affluents gauches, la Maronne et la Cère.
- la Garonne plus au sud, représenté par la Truyère, affluent du Lot.

La présente étude s'intéresse à 3 échantillons (de 30 truites chacun) du sous bassin de la Cère: (1) la **Cère au pont de Salvanhac**, (2) la **Cère à Thiézac** et (3) le **ruisseau de Lasmolinerie**, affluent droit de la Cère (Fig. 1 & 2).

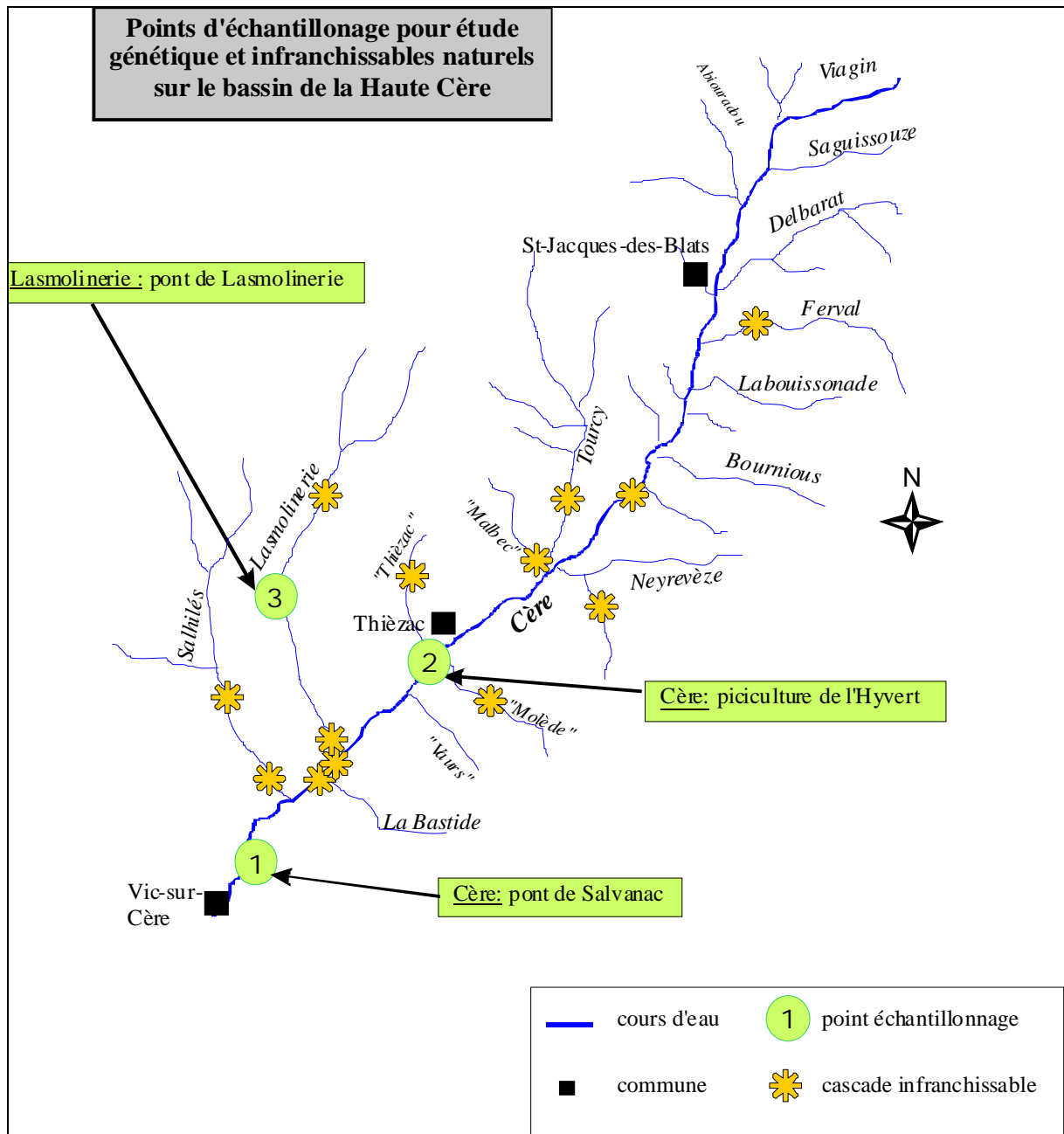
Afin de caractériser ces échantillons, des localités de référence, analysées lors du programme GENESALM, ont été mises à contribution: (4) la **Maronne** autre affluent de la Dordogne au nord de la Cère et (5) l'**Epie** affluent droit de la Truyère, elle même coulant vers le Lot et la Garonne (voir figure 1).

La référence **domestique** est représentée ici par 4 échantillons de 10 truites chacun provenant de grandes piscicultures française élevant la souche la plus commune dite INRA-CEMII.



© carte: Fédération du Cantal

Figure 1: Localisation des échantillons analysés sur la Cère (ronds verts 1= pont de Salvanhac, 2= Thiézac et 3= ruisseau de Lasmolinerie) et des échantillons de référence (ronds jaune 4=Maronne et 5=Epie)



© carte: Fédération du Cantal

Figure 2: Localisation détaillée des trois échantillons de la Cère.

3 - Analyse moléculaire

Les analyses effectuées sur ces localités de la Cère ont suivi le protocole (16 locus microsatellites) du programme Genesalm (2006-2008). Elles sont donc compatibles et, sous réserve de l'accord des commanditaires, pourront figurer dans les prochains rapports évolutifs Genesalm.

Le génotypage concerne 16 locus microsatellites traités par multiplexes. Des ADN de référence sont insérés dans les analyses pour (i) une lecture homogène des génotypes tout au long de l'étude et (ii) pour faire correspondre les données archivées de l'ISEM avec les nouvelles données créées par Genindexe.

4 - Analyse statistique

Elle se fait par trois étapes principales:

- des analyses multidimensionnelles (ici des Analyses Factorielles des Correspondances ou AFC, utilisation du logiciel GENETIX) ayant un rôle de débroussaillage qualitatif des données;
- des analyses d'assignations bayésiennes non supervisées des truites (logiciel STRUCTURE), permettant les cas échéant de calculer les pourcentages de mélange génétiques (par exemple sauvage/domestique);
- et enfin tests de polymorphisme, d'équilibre populationnel ou de différenciation (logiciel GENETIX).

5 - Distinction des échantillons

5.1 - Traitement par analyses multidimensionnelles

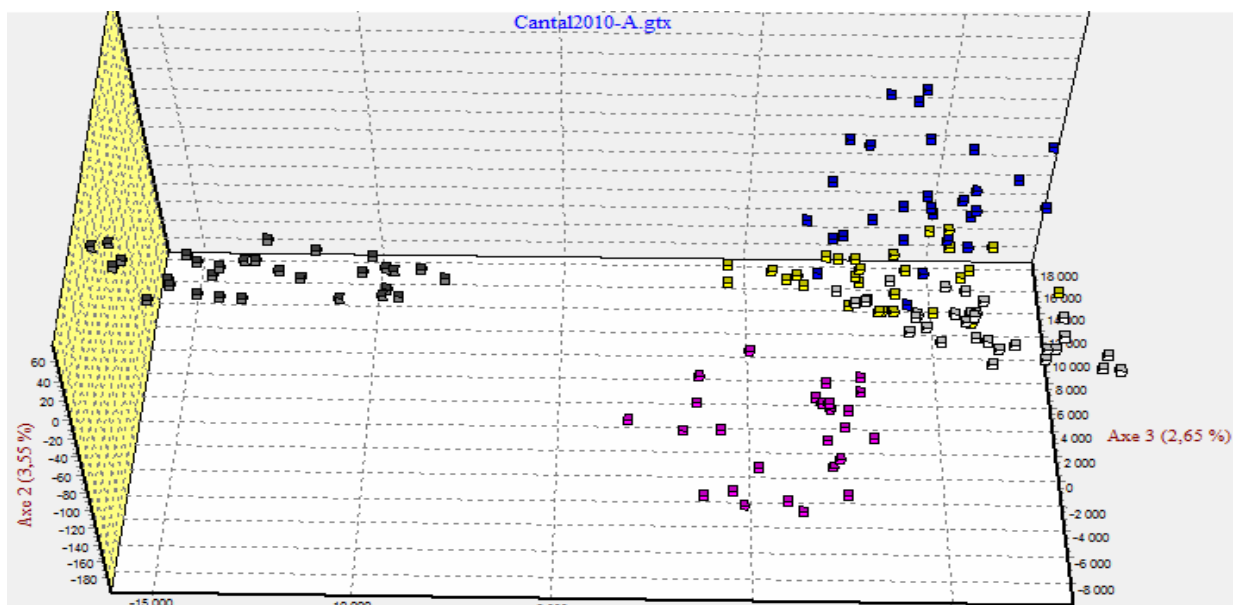


Figure 3: Dans une analyse multidimensionnelle (ici une Analyse Factorielle des Correspondances ou AFC), chaque point représente une truite. Plus deux points sont proches et plus les truites sont génétiquement semblables. Les "nuages" qui apparaissent correspondent à des entités génétiquement homogènes.

Sur cette première analyse, les 3 stations analysées sont en haut à droite (jaune=Salvanhac; bleu=Thiézac, gris=Lasmolinerie). Cet ensemble presque homogène ressemble aux truites de référence de la Maronne (rose) mais se distingue truites de l'Epie à gauche du schéma (Truyère), ce qui respecte la logique géographique.

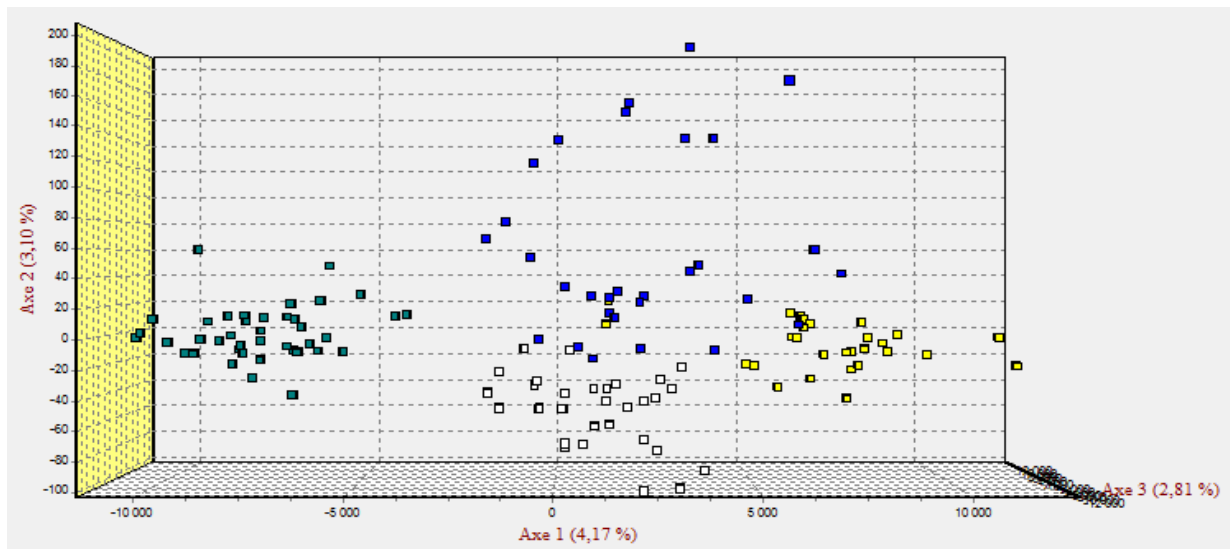


Figure 4: Dans cette analyse, les truites de la Cère (à droite: jaune=Salvanhac; bleu=Thiézac, blanc=Lasmolinerie) sont bien séparées des truites de pisciculture (vert foncé à gauche) laissant présager que les échantillons de la Cère sont indemnes d'introgession par les souches de pisciculture.

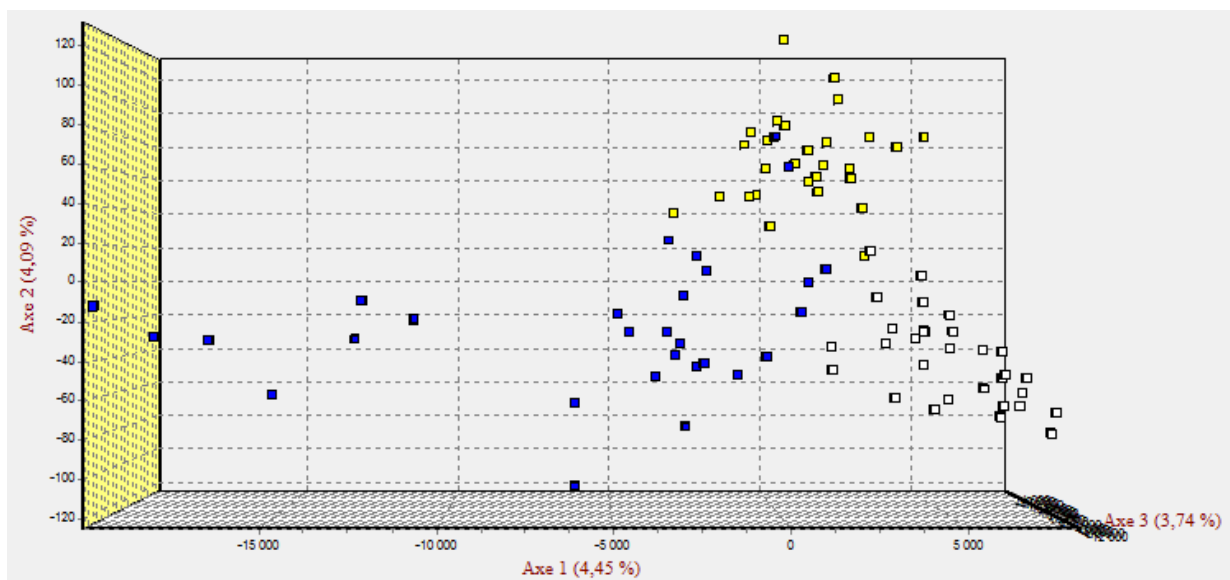


Figure 5: Enfin, cette dernière analyse n'implique que les 3 échantillons de la Cère. Ces échantillons sont génétiquement différenciés malgré leur proximité géographique. Ils occupent les trois angles d'un triangle: jaune=Salvanhac; bleu=Thiézac, blanc=Lasmolinerie.

5.2 - Analyse d'assignation: quantification

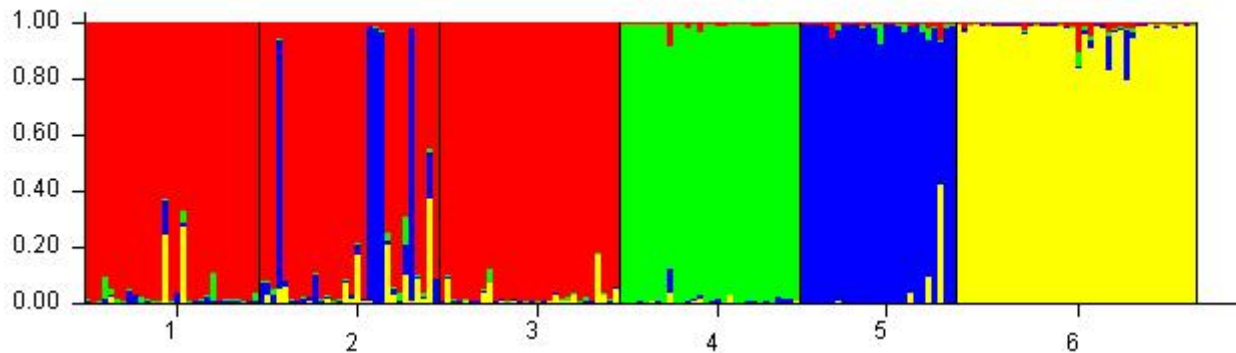


Figure 6: Nous avons demandé au logiciel STRUCTURE de nous désigner les 4 sous-groupes ($k=4$) les plus logiques (ressemblant le plus à 4 populations en équilibre) parmi l'ensemble des truites analysées (1=Salvanhac; 2=Thiézac, 3=Lasmolinerie, 4=Epie, 5=Maronne, 6=piscicultures). Les truites domestiques sont en jaune. Le jaune que nous trouvons dans les autres échantillons marque la présence de formes domestiques dans les rivières analysées. Cère, Epie et Maronne sont séparées (rouge, vert et bleu), ce qui montre que les truites de la Cère se ressemblent plus entre elles que vis à vis de la Maronne ou d'un affluent du Lot.

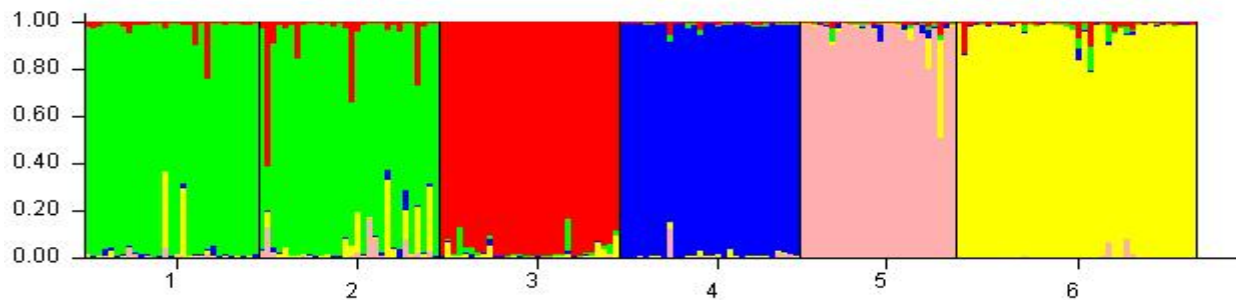


Figure 7: pour $k=5$, l'analyse maintient la distinction piscicultures / Cère / Epie / Maronne mais parmi les truites de la Cère, elle considère que celles du ruisseau de Lasmolinerie se distinguent un peu des deux autres.

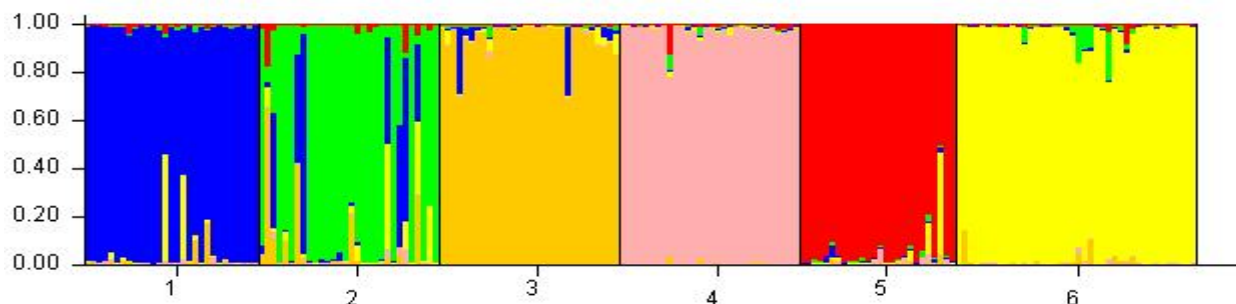


Figure 8: Enfin, pour $k=6$, chaque échantillon prend une couleur différente, montrant là que malgré certaines ressemblances géographiques, aucun échantillon n'est identique à un autre. La couleur jaune seule suggère une introgression des truites domestiques dans les populations sauvages

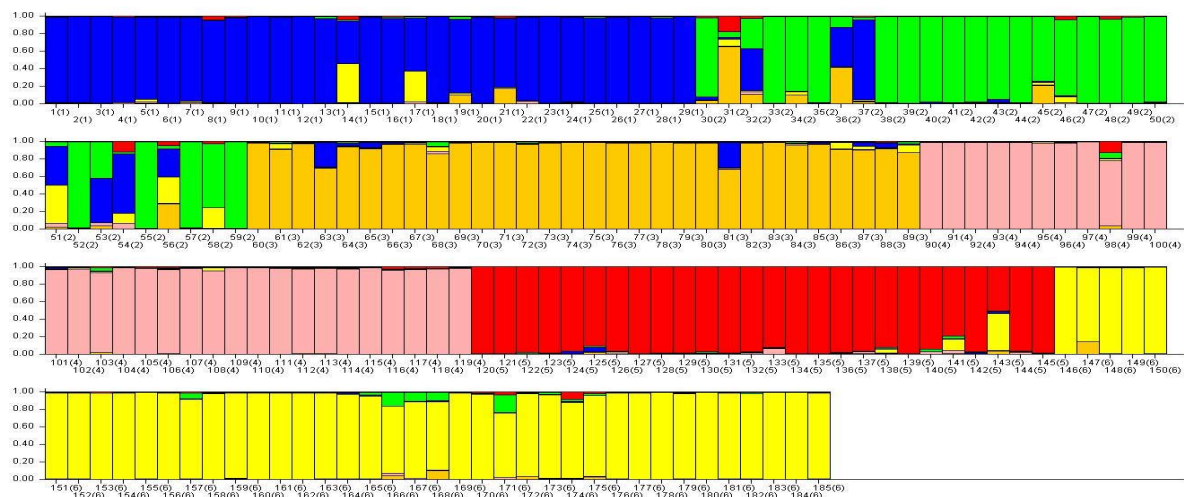


Figure 9: Ceci est la même analyse que dans la figure précédente ($k=6$), mais chaque truite est individualisée suivant les mêmes couleurs: aucune truite de pisciculture (entièrement jaune) n'est observée dans aucune des populations sauvages. Seules des 2 truites semblent mélangées à 50% dans l'échantillon du pont de Salvanhac, trois truites semblent introgressées d'environ 1/4 à Thiézac, mais rien dans la troisième population (ruisseau de Lasmolinerie en orange)

6 - Les paramètres populationnels

6.1 - Panmixie

La panmixie est un équilibre populationnel qui nous montre que chaque truite a la même probabilité de se reproduire avec n'importe quelle autre truite. Ce paramètre, quand il est fortement déséquilibré, peut suggérer l'existence de deux sous groupes ne se reproduisant pas entre eux (truites sauvages et domestiques par exemple).

Le test de significativité est basé sur 5000 permutations des allèles.

Ici les 3 échantillons de la Cère sont en déséquilibre significatifs (seul le ruisseau de Lasmolinerie n'est plus significativement en déséquilibre quand on applique la correction statistique de Bonferroni, plus exigeante: cet échantillon présente un déséquilibre faible). Les autres échantillons de référence présentent aussi tous des déséquilibres panmixique.

Ces observations s'expliquent par deux hypothèses: (i) il y a des erreurs dans la lecture des génotypes (l'allèle drop-out est un artéfact où les allèles de grande longueur ne sont pas observés) ou (ii) c'est un phénomène naturel, déjà observé, dû au fait par exemple que les 0+ et 1+ ne vivent pas au même endroit que les adultes; lors de la remise en contact il y a une hétérogénéité due à des sélections différentielles entre les lieux de vie des jeunes et des adultes.

6.2 - La diversité génétique

La diversité génétique d'une population ou hétérozygotie (ici c'est le paramètre non-biaisé ou H_{nb} de Nei 1978 qui a été calculé). Plus H_{nb} est élevé, plus l'échantillon est génétiquement diversifié. La diversité d'une population dépend (i) de sa taille (les populations de petites rivières sont normalement moins polymorphes que les grande populations) ou (ii)

de son histoire récente: en particulier une population ayant subi un "goulot d'étranglement" (forte mortalité) récent est moins polymorphe même si elle a recouvré sa taille normale.

Les calculs de Hnb ont donné 0,68 pour Salvanhac, 0,76 pour Thiézac et 0,67 pour Lasmolinerie. C'est donc Thiézac qui se distingue avec une valeur supérieure donc une diversité génétique plus grande. Lasmolinerie a formellement la plus faible diversité mais c'est négligeable par rapport à l'échantillon le plus aval du pont de Salcanhac.

Concernant les échantillons de référence, Epie a donné 0,58, Maronne 0,63 et les piscicultures 0,68.

Il n'y a donc pas de fort contraste entre station concernant la diversité génétique.

6.3 - Mesure de la différenciation génétique entre échantillons

Il s'agit du paramètre Fst. Plus il est élevé et plus les échantillons sont génétiquement divergents. Le test de significativité est basé sur 5000 permutation des génotypes. Toutes les estimations sont significatives. Aucune paire d'échantillons peut être considérée comme homogène.

	Thiézac	Lasmolinerie	Epie	Maronne	piscicultures
Salvanhac	0.06194	0.08251	0.16968	0.10355	0.12565
Thiézac	-----	0.07691	0.14636	0.09032	0.07179
Lasmolinerie	-----	-----	0.20019	0.12095	0.09192
Epie	-----	-----	-----	0.17344	0.21003
Maronne	-----	-----	-----	-----	0.13300

Figure 10: Cette matrice montre que le niveau de différenciation entre échantillons de la Cère (en jaune, de 6 à 8%) est inférieur à celui vis à vis de la Maronne, autre affluent de la Dordogne (en bleu, de 9 à 12%), lui même nettement inférieur à la différenciation entre Cère et Lot (en vert, de 15 à 20%). La différenciation Cère/piscicultures est modéré (en gris, de 7 à 13%), ce qui doit être interprété comme une ressemblance fortuite.

7 - Interprétation

Les truites de la Cère analysées au niveau de 16 locus microsatellites ont montré une certaine homogénéité génétique mais aussi une légère différenciation. Ils sont plus semblables entre eux que vis à vis des échantillons de référence de la Maronne (Dordogne) et de l'Epie (Lot) (figures 3, 6 et 10). Ils ressemblent plus aux truites de la Maronne que de celles de l'Epie, ce qui est hydrographiquement cohérent.

Les échantillons de la Cère sont différents entre eux. C'est ce qui est attendu dans une situation de forte cloisonnement, empêchant peut-être même les dévalaisons (qui homogénéisent partiellement un cours d'eau). De ces trois stations, celle du ruisseau de Lasmolinerie est la plus différenciée (fig. 7 et 10), probablement parce que c'est la station la plus isolée en amont. Mais elle n'a pas perdu sa diversité génétique quand on la compare aux stations de la Cère. La réduction d'effectif n'a donc pas eu de conséquence génétique.

Ces truites sont normalement polymorphe, montrant là des populations en bonne sante, au moins du point de vue génétique, avec des valeurs croissantes de Lasmolinerie à Salvanhac et à Thiézac, reflétant sans doute la taille de ces populations tributaires de la taille des cours d'eau (chapitre 6.2).

Elles sont en déséquilibre panmictique général, probablement dû au cycle biologique de ces poissons.

L'ensemble des analyses décrit une très faible influence des truites de pisciculture dans la Cère (fig. 4 et de 6 à 9). La méthode d'assignation utilisée permet un calcul moyen de cette introgression correspondant à 2 truites apparemment mélangées à 50% dans l'échantillon du pont de Salvanhac et à trois truites apparemment introgressées d'environ 1/4 à Thiézac. Calculée par le logiciel Structure, ces introgressions se chiffrent à 2,5% pour Salvanhac, 4,6% pour Thiézac et 1,9% pour Lasmolinerie. Cette dernière valeur peut être considérée comme un "bruit de fond" dû à divers phénomènes classiques (essentiellement l'homoplasie et les erreurs de lecture des génotypes). On en déduit que l'introgression est de l'ordre de 3% à Thiézac mais probablement négligeable à Salvanhac.

En conclusion, les trois échantillons analysés montrent la marque génétique commune de la Cère (fig. 6), distincte de celle de la Maronne toute proche ou de la Truyère au sud du département du Cantal. Ceci autorise parfaitement des transplantations de sauvegarde d'une station à l'autre. Vouloir préserver les faibles différences observées entre stations proches du sous-bassin de la Cère serait abusif au regard de l'intérêt de sauver un peuplement d'altitude en déperdition d'effectif. Le vrai danger serait plutôt de prélever et de déplacer des truites introgressées par la forme domestique. Les trois stations analysées présentent très peu ou pas de traces d'introgression génétique par les truites de repeuplement. Les truites sont mobiles, il n'est plus guère possible d'observer des populations strictement indemne d'influence domestique, en dehors de quelques rares zones isolées en altitude. Les trois échantillons de la Cère, analysés ici, peuvent donc être considérés comme sauvages et mériter une gestion patrimoniale. Cependant l'extrême fragmentation de cette partie du réseau ne nous permet pas d'extrapoler et de considérer toute la région du Haute Cère comme indemne d'introgression domestique.

Fait à Montpellier le 1er octobre 2010