

Identification et structure génétiques des populations de truites du bassin de la Mayenne amont

Rapport MAY



La Mayenne à St Calais du Désert

© La Gaule Calaisienne

Analyses statistiques et rédaction: **Patrick BERREBI**

ISEM, Université de Montpellier, cc065, place Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05

Tél: 04 67 14 37 32

Mél: patrick.berrebi@umontpellier.fr

1. Introduction

Distinguer entre truites sauvages et domestiques est un exercice parfois aisé, mais parfois hasardeux tant la truite sauvage a une robe diversifiée, parfois différente entre deux affluents d'un même sous bassin.

Lorsque sa gestion nécessite l'établissement d'un plan d'action justifié, en particulier quand il faut choisir entre gestion halieutique ou patrimoniale, l'appui de l'analyse génétique est souvent nécessaire. Les analyses génétiques procurent aux gestionnaires deux types d'information: la distribution géographique des lignées naturelles différenciées et le niveau d'hybridation entre lignées sauvages et domestiques. La première information permet de prévenir des mélanges inappropriés et la seconde permet d'adapter la gestion à l'état du cheptel.

La Fédération de la Mayenne pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDPPMA 53) a initié en 2015 une recherche de l'impact des repeuplements sur les populations de truites par identification et analyse des caractéristiques génétiques dans le bassin de la Mayenne amont. Les prélèvements sur les truites fario ont été assurés par le pôle technique de la Fédération de pêche 53, les analyses moléculaires par le laboratoire privé Genindexe (Labofarm) sous le contrôle de l'INRA de Rennes. Enfin les analyses statistiques, objet du présent rapport, ont été assurées par l'Institut des Science de l'Evolution de Montpellier (ISEM).

2. Les échantillons analysés

Les génotypes de 170 truites de la Mayenne amont capturées en 2015 ont été remis à l'ISEM le 15 février 2017 par le pôle technique de la Fédération de la Mayenne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique 53. La responsable technique Marie-Laure PIAU est l'interlocuteur de la Fédération de pêche 53 auprès de l'ISEM (Patrick BERREBI).

Ces génotypes concernent les peuplements de 8 rivières de la Mayenne amont (cours d'eau de la Mayenne, Beausoleil, Fourneau, Havoust, Blandinière, Teilleul, Pont Cordon et Foucherie) et de deux truites de la pisciculture de la Courbière, dans l'Ariège, au niveau de 12 marqueurs microsatellites.

N° carte	Stations	Année de capture	N	Rapport	N° ISEM des échantillons	N° ISEM des individus
1	Mayenne	2015	62	MAY	L778	T30737-T30798
2	Beausoleil	2015	15	MAY	L779	T30799-T30813
3	Fourneau	2015	18	MAY	L780	T30814-T30831
4	Havoust	2015	14	MAY	L781	T30832-T30845
5	Blandinière	2015	27	MAY	L782	T30846-T30872
6	Teilleul	2015	29	MAY	L783	T30873-T30901
7	Pont Cordon	2015	1	MAY	L784	T30902
8	Foucherie	2015	4	MAY	L785	T30903-T30906
9	Egrenne	2011	29	GT2015	L472	T21629-T21657
10	Pisciculture de la Courbière	2015	2	MAY	L786	T30907-T30908
11	pisciculture Murgat	2008	30	GSALM2	L266	T16926-T16955

Tableau 1 : Détail des échantillons analysés. En jaune l'échantillonnage de 2015; en blanc un échantillon naturel de référence; en gris les références domestiques.

4. Les méthodes statistiques

Il existe une multitude de méthodes statistiques permettant de faire parler la matrice de génotypes. Les méthodes choisies ici sont d'une part efficaces et très utilisées en génétique des populations, et d'autre part visuelle pour que le lecteur non spécialiste puisse suivre les résultats et le raisonnement.

- *L'analyse multidimensionnelle* permet de positionner sur un graphique chaque truite en fonction de l'ensemble de ses caractéristiques génétiques (génotypes). La méthode choisie est l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) traitée avec le logiciel GENETIX. Les regroupements de points (= truites) sur le graphique, appelés "nuages", correspondent aux différentes lignées présentes dans l'échantillonnage global. Cette méthode est considérée comme un débroussaillage des données moléculaires permettant de comprendre rapidement quelles sont les lignées en présence et leur éventuelle hybridation.

- *L'analyse d'assignation* permet de découper l'échantillonnage global en K sous-groupes qui sont les lignées présentes. Cette méthode plus délicate d'emploi a l'avantage de chiffrer (%) la composition de chaque échantillon en différentes lignées. Elle permet aussi de décrire la composition en lignées de chaque truite (= taux d'hybridation). L'analyse d'assignation est faite avec le logiciel STRUCTURE. Le nombre objectif de sous-unités est déterminé par le logiciel d'aide à la décision STRUCTURE HARVESTER.

5. Résultats

5.1. Débroussaillage par AFC

La première image des analyses génétiques, par AFC (Figure 2), analyse multidimensionnelle (AFC) positionnant chaque truite en fonction de toute ses caractéristiques génétiques, a nécessité deux projections de la même analyse.

La projection 2A: présente l'opposition entre les truites de la Mayenne, de l'Egrenne et la souche domestique nationale. Les truites de la Mayenne et de ses affluents (polygone noir) semblent distinctes de celles de l'Egrenne et des domestiques.

La projection 2B est limitée à la Mayenne, ses affluents et la pisciculture d'Ariège. L'enveloppe en pointillés jaunes de gauche regroupe les truites sauvages, celle du milieu les hybrides et celle de droite les truites domestiques. Certaines stations semblent n'être composées que de truites sauvages (Mayenne, Blandinière), alors que d'autres débordent nettement sur la zone intermédiaire hybride (Beausoleil, Havoust). Enfin, certains échantillons sont divisés en truite quasi-sauvages à gauches et truites domestiques (donc probablement nées en pisciculture) à droite (Fourneau, Teilleul).

Enfin, ce diagramme distingue une partie des truites de la Blandinière vers le bas, tendant à montrer une seconde lignée sauvage (en plus de la principale qu'on trouve dans toute la Mayenne échantillonnée).

Il faut noter dès à présent que cette interprétation de l'analyse dépend de la référence "domestiques d'Ariège", représentées par seulement deux individus, ne pouvant donc pas apporter toute la diversité de cette souche dans l'analyse.

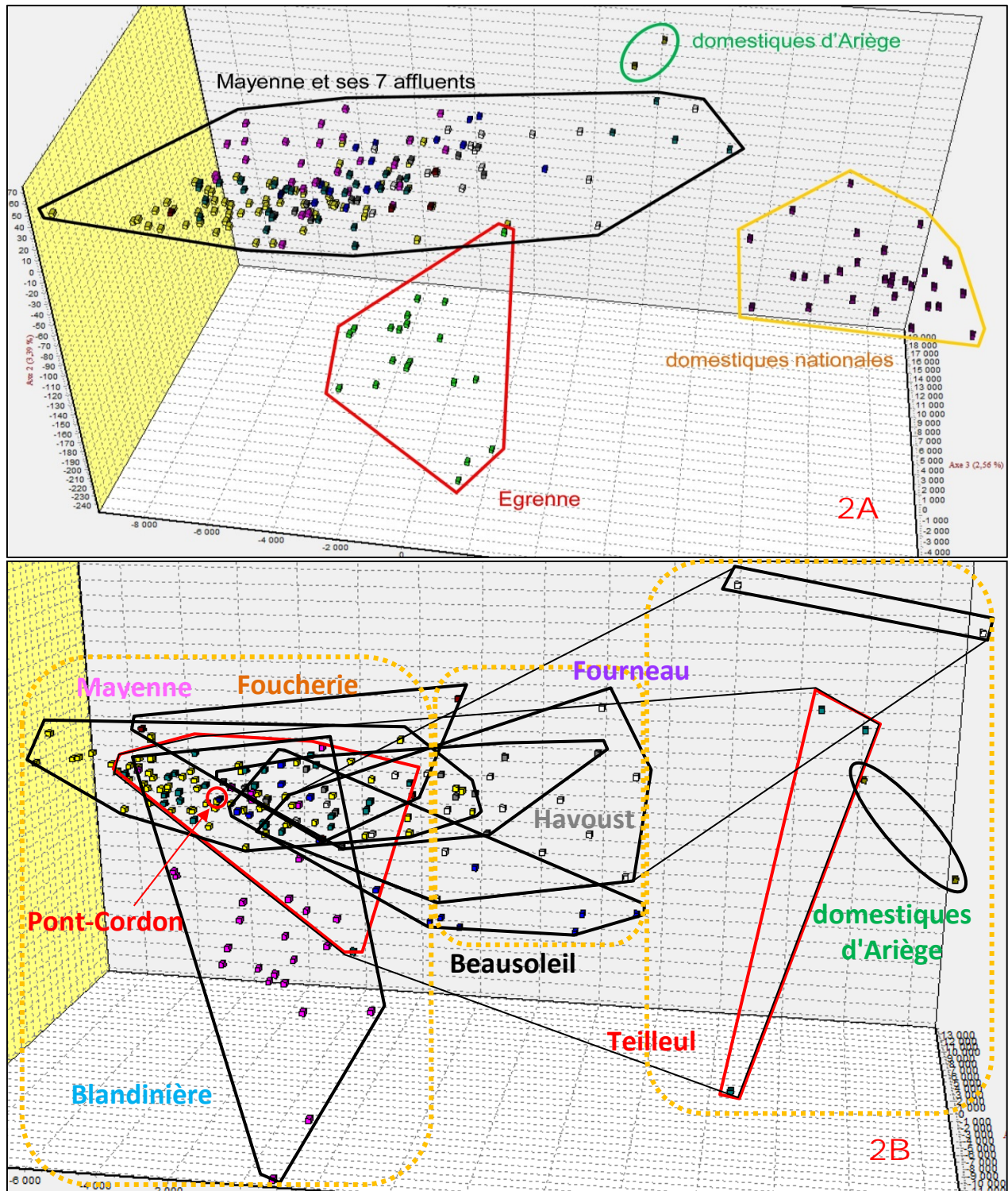


Figure 2 : 2A: Analyse multidimensionnelle (AFC) disposant toutes les truites considérées: la Mayenne et de ses affluents (polygone noir), l'Egrenne et deux souches domestiques.

2B: Analyse similaire limitée aux seules truites de la Mayenne et de ses affluents ainsi que deux truites de la pisciculture d'Ariège. L'enveloppe en pointillés jaunes de gauche regroupe les truites sauvages, celle du milieu les hybrides et celle de droite les truites domestiques.

5.2. Chiffage par assignation

L'analyse d'assignation permet de classer et de chiffrer la composition génétique de chaque échantillon. La meilleure représentation est l'histogramme de la Figure 3 basé sur un découpage en 5 lignées comme recommandé par la méthode d'aide à la décision (STRUCTURE HARVESTER) qui détecte une partition meilleure à $K=2$ (=2 sous-groupes, mais excessivement simpliste) puis une partition significative à $K=5$. Bien que l'aide à l'analyse préconise $K=2$ en premier, c'est $K=5$, seconde structure importante qui permet de distinguer toutes les lignées présentes. Le découpage a été poussé jusqu'à $K=9$ apportant quelques informations supplémentaires résumées sous forme d'arbre (Figure 4).

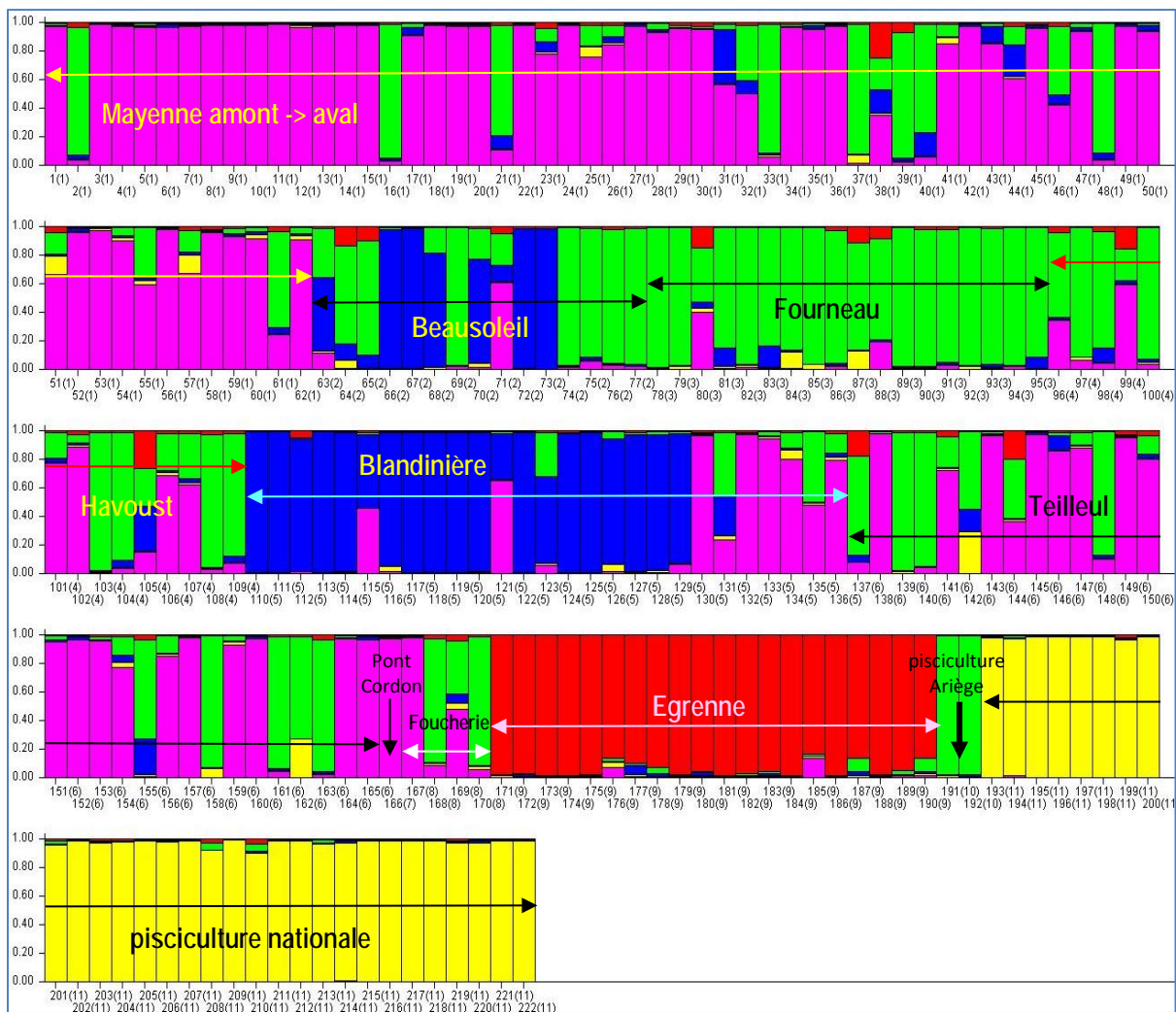


Figure 3: Histogramme d'assignation donnant la composition génétique de chaque truite (finer barres verticales) et de chaque échantillon quand on subdivise l'échantillonnage total en 5 lignées ($K=5$).

N°	Rivières	N	Mayenne	Blandinière	Egrenne	domestiques Ariège	domestiques nationales
1	Mayenne	62	77	3	2	17	1
2	Beausoleil	15	6	38	2	52	1
3	Fourneau	18	5	3	3	87	2
4	Havoust	14	32	5	4	58	1
5	Blandinière	27	24	68	1	6	1
6	Teilleul	29	60	3	3	32	3
7	Pont Cordon	1	97	1	0	1	1
8	Foucherie	4	40	2	2	53	2
9	Egrenne	20	2	1	94	2	1
10	pisciculture de la Courbière	2	0	1	0	97	1
11	pisciculture nationale	30	1	1	1	1	97

Tableau 2: Transposition de l'histogramme de la Figure 3 sous forme de pourcentages. Ces pourcentages sont la moyenne des 5 essais effectués pour K=5. Bien que très proches entre eux, la moyenne des essais peut être légèrement différente de l'histogramme de la Figure 3. Les valeurs égales ou inférieures à 5% sont en gris: elles peuvent n'être que du "bruit de fond" de la méthode.

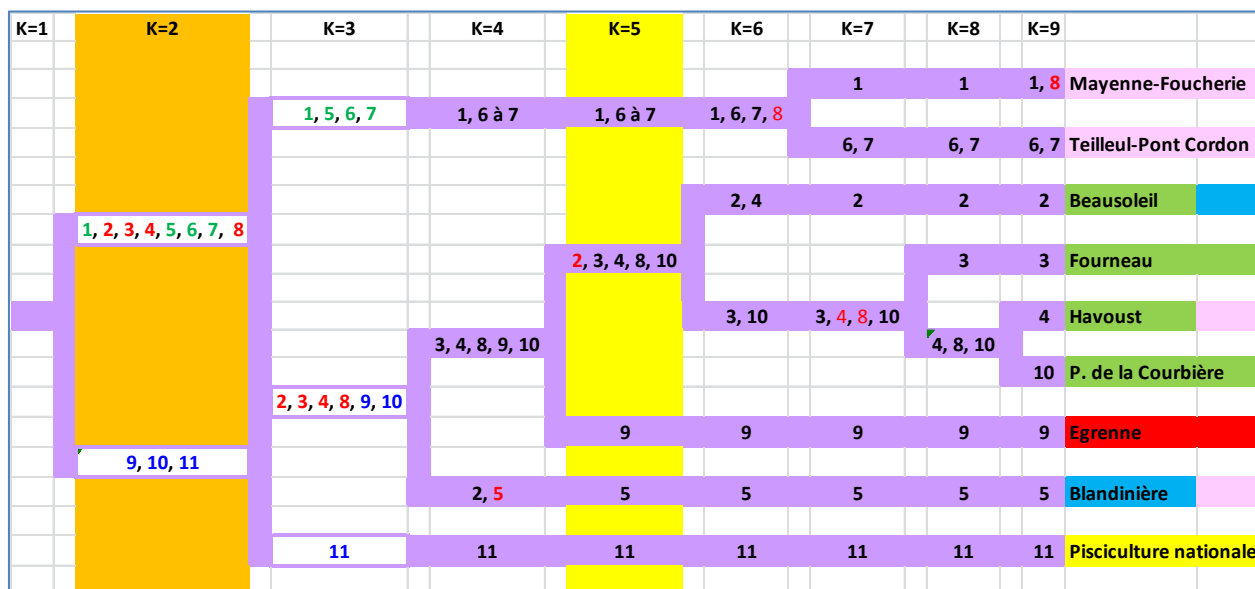


Figure 4: Présentation des résultats des découpages d'assignation pour K=2 à K=9. Le positionnement de chaque peuplement peut être suivi par son numéro (première colonne du Tableau 1) pour chaque niveau de découpage. K=2 en orange est le découpage le plus significatif suivi par K=5 en jaune. Les peuplements indiqués en rouge ont changé de groupe d'un niveau de découpage à l'autre. Les couleurs de l'extrémité des branches à droites sont celles de la Figure 3.

6. Interprétation et Discussion

6.1. Impact des repeuplements

Les analyses génétiques ne sont compréhensibles que par comparaison des truites de rivière, de nature inconnue (celles qui font l'objet de cette étude), avec les truites de référence connue. La présence de truites domestiques est détectée par ressemblance génétique avec les truites de référence de pisciculture. Toutefois, si une autre souche inconnue (ou non signalée au laboratoire) a été utilisée dans la zone étudiée, les estimations peuvent être faussées sans que nous le sachions.

L'interprétation des analyses a une faiblesse importante: la référence domestique nationale comprend 30 truites, mais ne se retrouve pas dans les échantillons de rivière. Par contre, la référence des truites domestiques d'Ariège ne comprend que 2 truites, alors que son influence dans les populations de rivière est très importante, jusqu'à avoir remplacé la population du Fourneau. La référence Ariège est très incomplète car la diversité de cette souche domestique ne peut pas être représentée dans deux spécimens. Il en résulte une sous-estimation probable des estimations de présence domestique, voire des erreurs si les deux truites en question ne sont pas représentatives de la souche (voir enquête en Annexe 1).

En supposant que ces deux truites ont tout de même des génotypes moyens de la souche, la Figure 5 présente le dégradé de pénétration de cette souche domestique dans la Mayenne amont avec un maximum dans le Fourneau et une quasi absence (6%) dans la Blandinière.

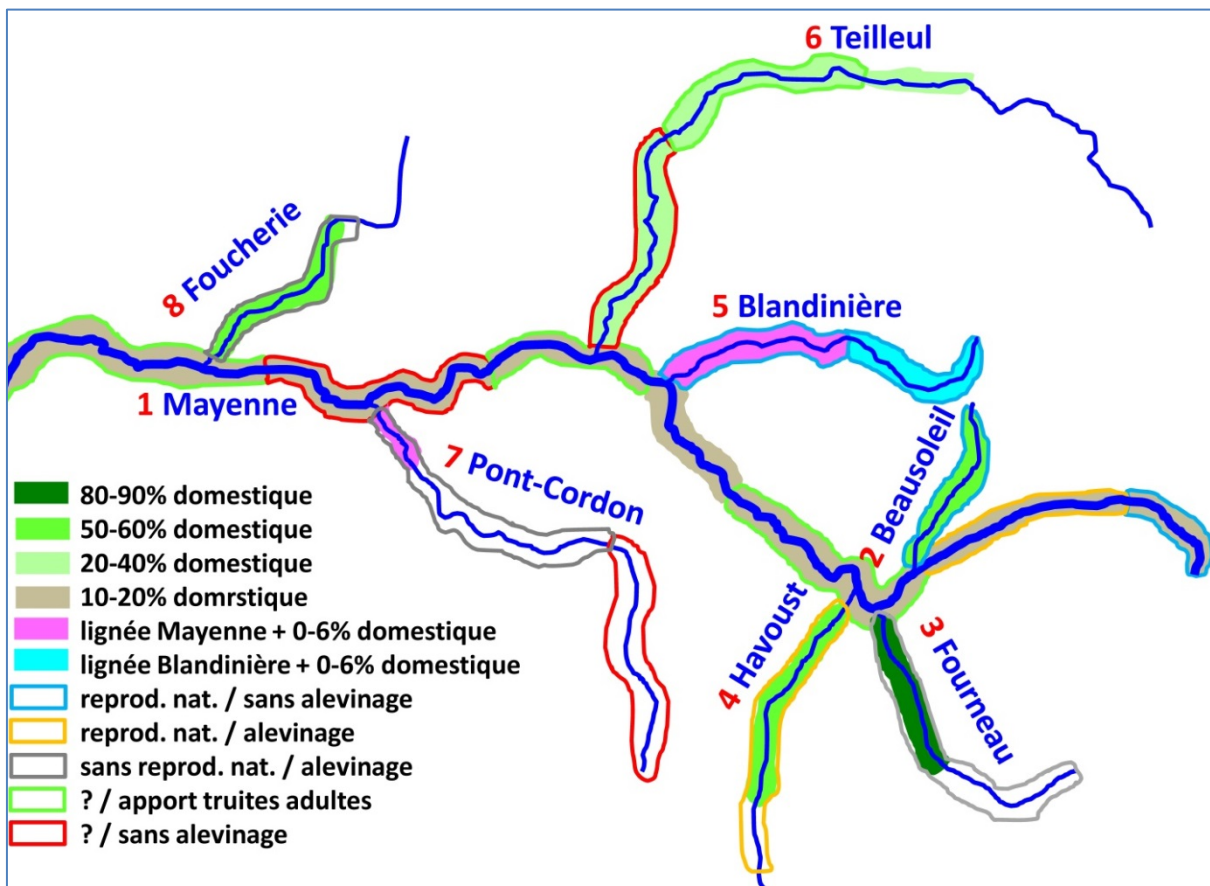


Figure 5: Synthèse de la présence domestique dans la Mayenne amont.
6.2. Structure génétique naturelle des truites de ...

Les analyses multidimensionnelle et d'assignation (Figure 2 et Tableau 2) ont mis en évidence deux lignées sauvages: la lignée Mayenne, largement répandue, et la lignée Blandinière limitée à la Blandinière et au Beausoleil (voir Annexe 2 pour leur morphologie comparée au type domestique). La reconstitution de la distribution de ces deux lignées est possible, à l'exception du Fourneau où la forme domestique masque complètement la forme sauvage qui habitait précédemment cette rivière.

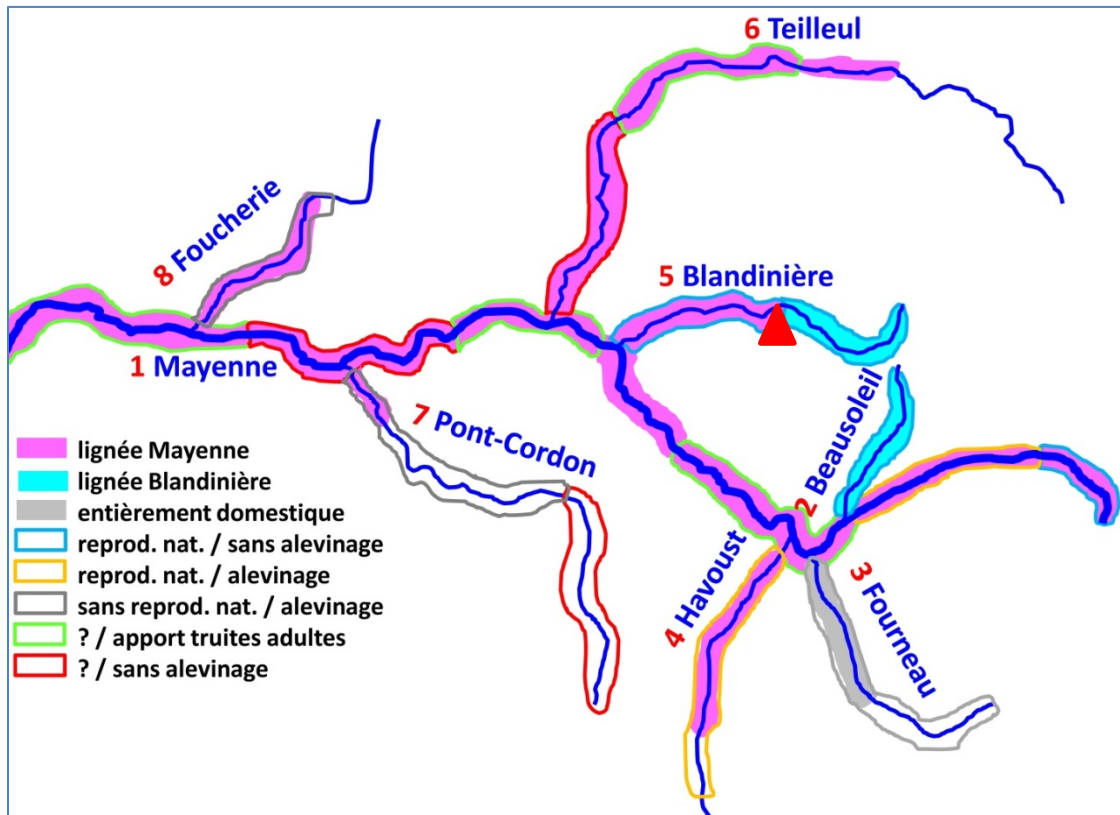


Figure 6: Synthèse de la distribution des deux lignées naturelles dans la Mayenne amont.
 Le triangle rouge représente un des obstacles infranchissables.
 Celui-ci explique aisément la différence de peuplement naturel à l'amont et à l'aval.

La Figure 6 positionne les deux lignées dans le réseau hydrographique. On remarque que la lignée naturelle Blandinière se rencontre à l'amont de la Blandinière et dans le Beausoleil. L'explication la plus plausible est qu'il s'agit des traces de vagues d'invasion de la région: d'abord la lignée Blandinière qui occupait peut être toute la zone, puis arrivée de la lignée Mayenne qui a remplacé la lignée précédente dans quasiment tous les cours d'eau. La connaissance des barrages naturels infranchissables donne une bonne explication de cette histoire qui a dû se dérouler lors du dernier réchauffement glaciaire (à partir de -15000 ans environ).

Fait à Montpellier le 4 mai 2017

7. Références bibliographiques citées

Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14: 2611-2620.

Berrebi P., Cherbonnel C. 2009. Cartographie génétique des populations sauvages de truites françaises - Programme GENESALM - tome 1 - version du 15 décembre 2009. 22p. ([GSALM2](#))

Berrebi P, Schikorski D. 2016. Cartographie génétique (microsatellites) des peuplements de truites françaises - Programme GENETRUTTA Rapport final 3/3 ([GT2015](#)). Rapport d'étude final pour la FNPF, Université de Montpellier. 18p.

Bohling J, Haffray P, Berrebi P. 2016. Genetic diversity and population structure of domestic brown trout (*Salmo trutta*) in France. *Aquaculture* 462:1-9.

8. Annexes

Annexe 1: Enquête sur l'origine des souches d'alevinage dans le département de la Mayenne

**Marie-Laure Piau & Patrick Berrebi
Mars-avril 2017**

Bien que les archives soient limitées, les œufs et truitelles utilisées en Mayenne durant les 20 dernières années sont les suivantes:

- en 1999: œufs de la pisciculture de Thiezac (Cantal) et truitelles de la pisciculture de la Gouarnais (St Ave, Morbihan)
- en 2000: truitelles de la Gouarnais (mais pas seulement)
- en 2001: pas d'information
- en 2002: toujours approvisionnement Thiezac et Gouarnais
- en 2003-2004: provenance Thiezac
- en 2005: piscicultures de la Courbière (Ariège) et du Thiezac
- en 2006: provenance Thiezac
- en 2007: pisciculture de Trèpelèbe (Allon, Lot-et-Garonne)
- après 2007 jusqu'en 2017: piscicultures de la Courbière (Ariège)

Des précisions ont été demandées aux différentes sources d'approvisionnement:

- Pisciculture de Thiezac, Cantal:

Selon Agnès Tronche (FD pêche 15), la pisciculture est fermée depuis longtemps. Cette souche était un mélange de divers affluents du département (donc des bassins de la Dordogne, du Lot et de l'allier) et de truites du Danemark.

- Pisciculture de la Gouarnais (Morbihan)

Selon Anne Laure Caudal (FD pêche 56), M. Le Sager, mémoire du Morbihan, signale que la souche de cette pisciculture provient d'un affluent de l'Arz (aval du bassin de la Vilaine).

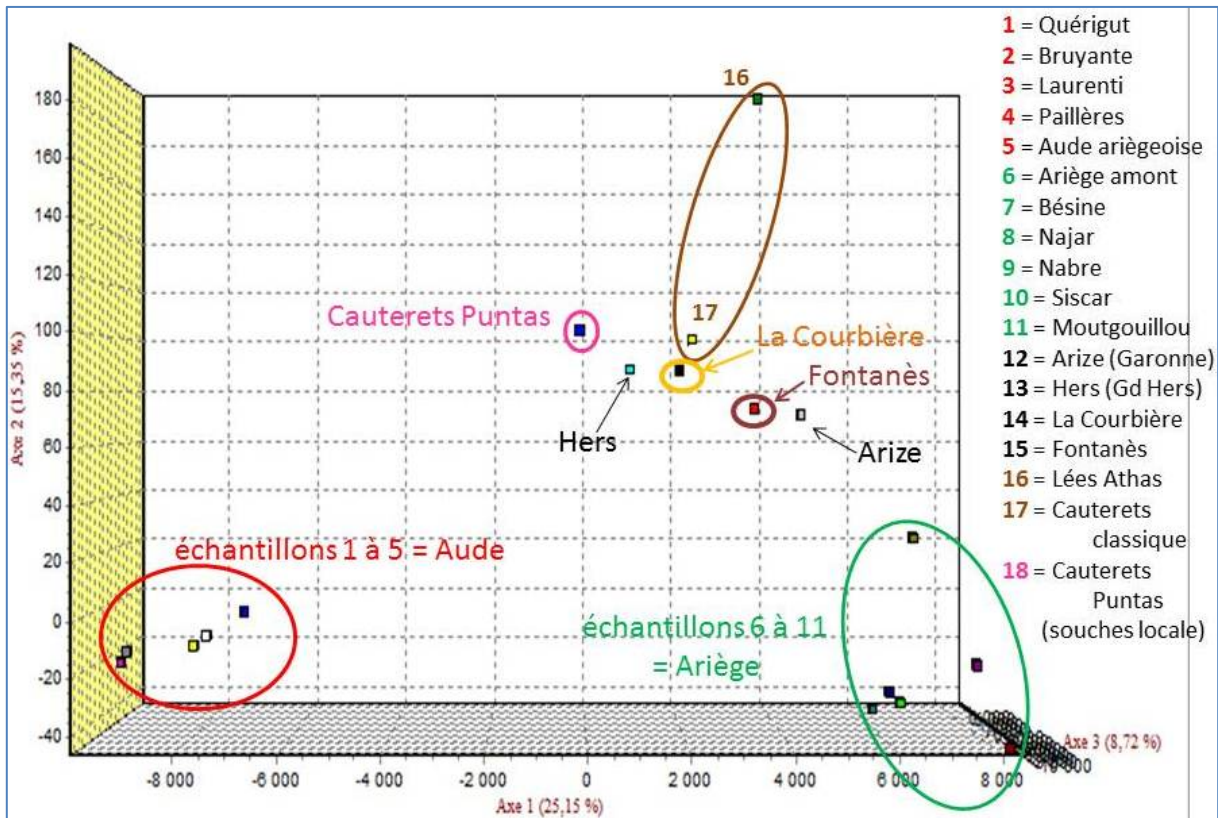
- Pisciculture de Trèpelèbe (Lot-et-Garonne)

Selon Alain Lartigue (FD pêche 47), cette pisciculture fournit alevins et truites-portion à la FD47. L'origine de la souche est atlantique. Il faut demander au pisciculteur, Mr. Delataille, pour avoir plus de précisions.

- Pisciculture de la Courbière (Ariège)

Selon le pisciculteur actuel (André Chodorowski), la souche exploitée dans la pisciculture est d'origine sauvage de l'Ariège produite par la FD pêche 07, telle qu'il l'a trouvée à l'achat de l'établissement il y a 10 ans. Il ne vend que des œufs de cette souche à la FD pêche 53.

Selon Laurent Garmendia (FD pêche 09), cette souche est issue de croisements entre géniteurs sauvages (dont des truites de l'Aston) et une souche pyrénéenne de la pisciculture de Caunterets (probablement la souche Puntas).



Cette figure est une comparaison génétique entre les deux individus de la Courbière (ellipse orange au centre) et tous les échantillons que j'ai analysés de l'Ariège, + la souche Cauterets Puntas (intégrée à la souche Courbière selon L. Garmendia) + deux souches commerciales de pisciculture (ellipse marron). La conclusion est que les deux truites de la Courbière n'ont rien à voir avec les truites sauvages de l'Ariège (ellipses rouge et verte), peu à voir avec la souche Puntas de Cauterets mais proches de la souche Cauterets commerciale.

Annexe 2: Types morphologiques

Les types sauvages

Nous avons vu que deux types sauvages se détachent, chacun occupant deux rivières:



Truite MAY8 de lignée Mayenne (à 98%) dans la Mayenne



Truite TEI3 de lignée Mayenne (97%) dans le Teilleul



Truite BLA19 de lignée Blandinière (93%) dans la Blandinière



Truite BEA10 de lignée Blandinière (98%) dans le Beausoleil

Bien que présentant une certaine diversité morphologique, ces truites locales sont reconnaissables par une accumulation de taches noires ocellées de grande dimension dans un triangle dorso-post-operculaire. Les taches rouges ocellées sont en petit nombre et surtout sur la ligne latérale.

Le type domestique

Un seul type domestique a été décelé (la lignée domestique atlantique nationale et commerciale n'est pas représentée ici)



Truite BEA7 de lignée domestique d'Ariège (90%) dans le Beausoleil



Truite FOU8 de lignée domestique d'Ariège (93%) dans le Fourneau



Truite HAV9 de lignée domestique d'Ariège (97%) dans le Havoust

Ce type domestique d'origine pyrénéenne est caractérisé par un relativement petit nombre de taches, avec des taches rouges ocellées bien visibles et vives et des taches noires de petite taille et essentiellement présente le long du dos.

Avec des pourcentages de composition domestique au-dessus de 90%, ces truites sont probablement nées en pisciculture.



Truite domestique appartenant à la souche atlantique commerciale nationale (ici de la pisciculture de Cauterets (65))