

Origine génétique des truites capturées dans la vallée de la Têt

Rapport PO9



La Têt à Ille-sur-Têt et truite T19 de 70 cm et de 2,6 kg (T29682) © FD66

Analyses statistiques et rédaction: **Patrick BERREBI**
ISEM, Université Montpellier 2, cc065, place Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05
Tél: 04 67 14 37 32, Mél: patrick.berrebi@umontpellier.fr

Analyses moléculaires: **David SCHIKORSKI**
Laboratoire Genindexe, 4 Rue Théodore Botrel, 22603 Loudéac Cedex
Tél: 02 96 28 63 43, Mél: d.schikorski@genindexe.com



16A660331



1. Introduction

La zone avale des rivières méditerranéennes abrite parfois des truites. Ce sont souvent des survivantes des déversements surdensitaires dont le maintien se limite généralement à la belle saison.

D'autres peuplements sont surprenants car très à l'aval et constitués de truites de taille respectable. C'est le cas de l'échantillon analysé ici, prélevé dans la Têt à proximité de Millas, juste en aval de la prise d'eau du canal de Corneilla La Rivière, à une altitude de seulement 100 mètres. Ces truites présentent le plus souvent une belle robe ponctuée (Annexe 1), et leur taille atteint 70 cm (voir photo de couverture) pour une longueur moyenne de 29 cm.

La question principale est de savoir si ce sont des truites domestiques atlantiques qui ont dévalé ou des truites locales méditerranéennes (donc de la lignée "Têt").

L'analyse simultanée d'un échantillon du Nyer (= rivière de Mantet) à 1312 mètres d'altitude ainsi que d'autres stations de référence (Tableau 1) permettra d'étudier la continuité génétique du peuplement de truites dans le même bassin de la Têt.

2. Echantillonnage

Un échantillon de 30 morceaux de nageoires conservés dans des tubes d'alcool de la station Nyer pêchée en septembre 2014 a été remis à l'Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) situé sur le campus Triolet de l'Université de Montpellier (UM) le 23 février 2015 par la Fédération des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique des Pyrénées Orientales (FD66). Un autre échantillon de 28 truites de la Têt aval capturées en octobre 2015 a été remis à l'ISEM par la FD66 le 18 avril 2016. Olivier Baudier est le correspondant de la FD66 auprès de l'ISEM.

Pour répondre à la question posée, les données génétiques d'échantillons de la Têt déjà disponibles à l'ISEM ont été rajoutées à l'analyse. Pour être retenues, ces données doivent comporter les génotypes aux 6 marqueurs microsatellites désormais standard de ce type d'étude locale.

L'ensemble des échantillons de rivière sont positionnés sur la carte géographique de la Figure 1.

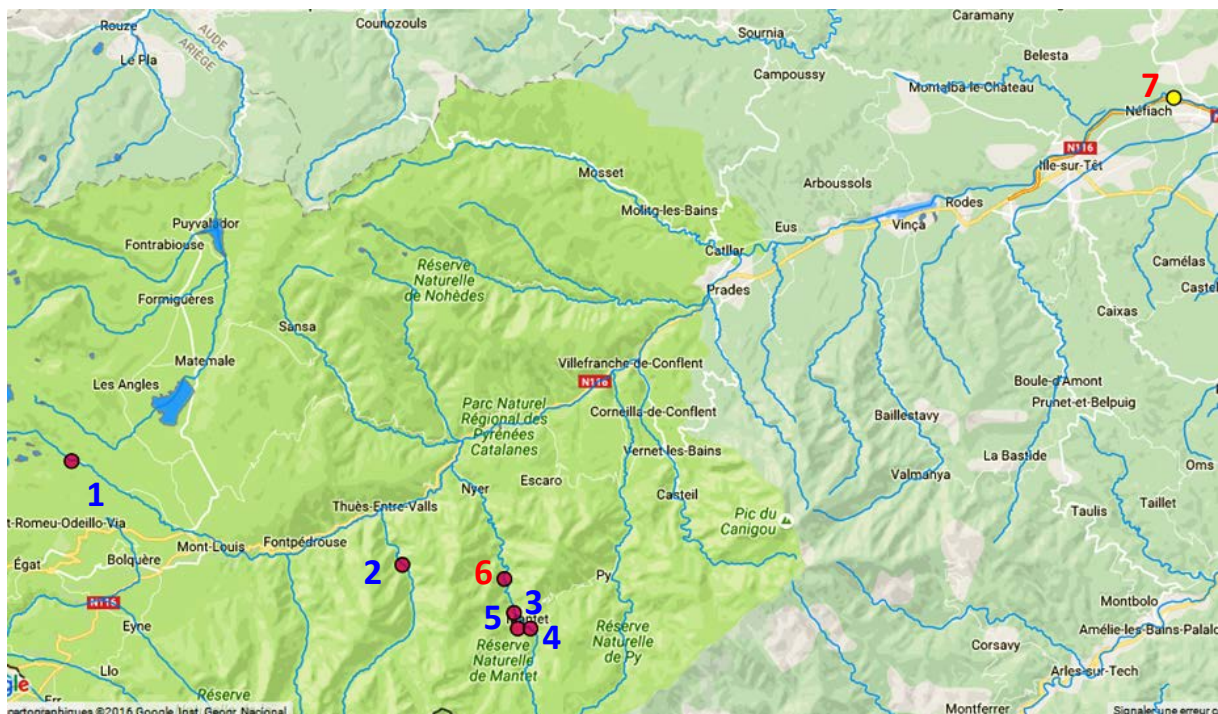


Figure 1: Position géographique de l'échantillon étudié (n° en rouge) et des échantillons de référence (n° en bleu)

Aux échantillons de rivière ont été rajoutés des échantillons domestiques nécessaires pour définir l'origine domestique éventuelle des truites de l'échantillon de Millas. Les caractéristiques de l'ensemble des échantillons de rivières et de piscicultures utilisés sont données au Tableau 1.

N° carte	Stations	Date	Nbre	Rapports	N° ISEM échantillons	N° ISEM truites
1	Têt (Llagonne aval)	19/08/2010	15	PO5	L321	T18288-T18302
2	Carança (aval)	01/12/1993	7	PO5	F089	T02209-T02239
3	Alemaný 2015	18/09/2014	20	MANT	L659	T28020-T28039
4	Ressec	18/09/2014	20	MANT	L657	T27970-T27989
5	Mantet	18/09/2014	30	MANT	L658	T27990-T28019
6	Nyer	05/09/2014	30	NYER	L656	T27940-T27969
7	Têt aval	16/10/2015	28	PO9	L720	T29669-T29696
8	pisciculture Sahorre géniteurs	01/03/2010	15	PO5	L273	T17192-T17201
9	pisciculture Sahorre truitelles	01/03/2010	15	PO5	L274	T17207-T17226
10	pisciculture Roquebillière	01/02/2008	30	GSALM2+GT2014	L156	T13061-T13090
11	pisciculture Cauterets	08/02/2008	30	GSALM2	L157	T13091-T13120
12	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	16/12/2014	29	MAE1	L556	T28112-T28140
13	pisciculture Murgat	2008	30	GSALM2+GT2014	L266	T16926-T16955

Tableau 1: Les deux échantillons étudiés dans ce rapport sont en jaune. Les échantillons de rivière de références génétiques sont en blanc et ceux de piscicultures en gris.

3. Méthodes moléculaires

Les techniques biomoléculaires permettent d'extraire l'ADN contenu dans les nageoires. Par amplification et migration, sont révélés les variants héréditaires (allèles) portés par chaque truite au niveau d'endroits bien particuliers des chromosomes (les locus). Pour être informatifs, des locus hypervariables sont choisis, les microsatellites. Ici, nous avons choisi 6

locus microsatellites nommés One μ 9, Mst85, Ss0SL-311, Omy21DIAS, Mst543, SSoSl-438. Leurs allèles constituent les génotypes des truites.

Les génotypages sont assurés par Genindexe (Labofarm), laboratoire privé. Les résultats sont donnés sous la forme d'une matrice croisant locus et truites et indiquant un génotype à deux allèles dans chaque cellule de la matrice (un allèle du père et un allèle de la mère du poisson). Cette matrice de génotypes est le point de départ de toutes les analyses statistiques détaillées aux chapitres suivants.

4. Méthodes statistiques

Parmi la 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", décrivent les 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 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 (= hybridation). L'analyse d'assignation est faite avec le logiciel STRUCTURE. UN nombre objectif de sous-unités est proposé par le logiciel STRUCTURE HARVESTER.

- *La panmixie*, c'est-à-dire la caractéristique d'un échantillon de faire partie d'une seule population dont les membres se reproduisent entre eux au hasard, se mesure avec le paramètre Fis.

5. Résultats

5.1. Analyse multidimensionnelle

Les nombreux échantillons de référence permettent de clairement situer les deux échantillons analysés ici. L'analyse multidimensionnelle (AFC) est une analyse très stable qui peut différencier et ordonner les grands lignées (= association non due au hasard de plusieurs allèles ou variants correspondant à des lignées logiques).

Ainsi l'axe 1 horizontal, le plus informatif, nous place à gauche la souche Carança typique de l'amont de la Têt et à droite la souche domestique nationale atlantique domestique. Entre les deux se trouve la lignée naturelle de la Têt.

L'analyse d'assignation (chapitre suivant) va chiffrer en pourcentages la présence de toutes ces lignées dans chaque échantillon.

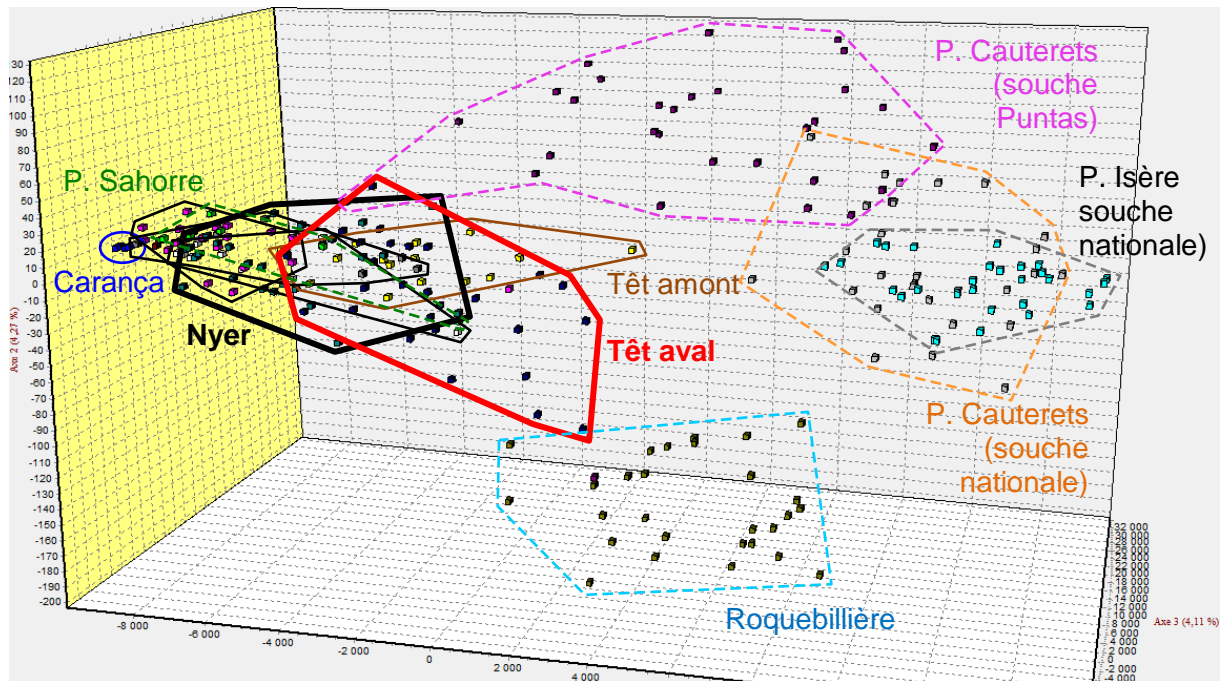


Figure 2: Représentation graphique multidimensionnelle des truites (un point = une truite) de l'ensemble des échantillons analysés. On remarque le long de l'axe 1 (horizontal) de gauche à droite:

- la Carança (et la souche de la pisciculture de Sahorre qui en est issue),
- les échantillons du Mantet et du Nyer (enveloppe **noire** épaisse), très influencé par des repeuplements de truitelles de Sahorre,
- les deux échantillons de la Têt: amont au niveau de Llagonne et aval au niveau de Millas (enveloppe **rouge** épaisse),
- et enfin les truites domestiques atlantiques (Cauterets - souche classique et pisciculture nationale d'Isère).

En haut est positionnée la souche Puntas de Cauterets (issue d'une rivière locale) et en bas la souche méditerranéenne de la pisciculture de Roquebillière, ces deux souches ont peu ou pas d'influence.

5.2. Analyse d'assignation

La principale difficulté de cette méthode est de fixer un nombre de sous-groupes qui reflète bien la structure des truites. Le logiciel d'aide à la décision STRUCTURE HARVESTER n'est qu'une indication: il définit le découpage statistiquement le plus informatif (ici K=4) ce qui permet de distinguer les lignées Têt sauvage, Carança sauvage et domestique, Roquebillière (souche méditerranéenne domestique d'origine Doubs et élevée dans les Alpes Maritimes) qu'on ne trouve que dans la population de grosses truites de la Têt aval et la souche nationale atlantique domestique faiblement présente dans la Têt au niveau de Llagonne.

Cette partition en 4 trouve sa transposition en pourcentages dans le Tableau 2.

Une analyse plus poussée est représentée par l'arbre de la Figure 4: il s'agit du découpage obtenu par assignation effectué au-delà de la valeur K=4 mis en relief à la Figure 3 et au Tableau 2.

Cet arbre permet de voir que les lignées Mantet et Carança sont groupées dans l'entité Carança de la Figure 3 et du Tableau 2 qui ne représentent que le découpage en 4 (K=4).

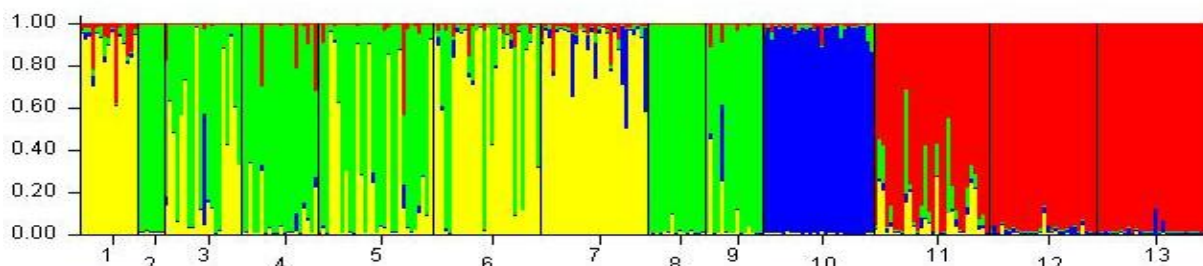


Figure 3: Histogramme présentant le classement effectué par assignation avec une partition (K) en 4 (conseillé par l'aide à la décision *STRUCTURE HARVESTER*). L'annexe 2 reprend ces données truite par truite.

N° carte	Stations	Têt	Carança	Roquebillière	atlantique
1	Têt (Llagonne aval)	87	3	2	8
2	Carança (aval)	1	98	1	0
3	Alemanya 2015	36	59	3	1
4	Ressec	6	88	1	5
5	Mantet	29	68	1	3
6	Nyer	70	26	2	2
7	Têt aval	88	1	7	3
8	pisciculture Sahorre géniteurs	2	98	1	0
9	pisciculture Sahorre truitelles	6	89	3	2
10	pisciculture Roquebillière	1	2	96	2
11	pisciculture Cauterets	8	8	2	82
12	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	1	1	1	97
13	pisciculture Murgat	1	0	1	98

Tableau 2: Transposition en pourcentages de la Figure 3. Les couleurs des entêtes sont celles utilisées à la Figure 3. Les couleurs des cellules indiquent les lignées dominantes dans chaque échantillon.

K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8		
					2+4+8à9	2+4+8à9	2+4+8à9	Carança	lignée méditerranéenne
	2à6+8à9	2à5+8à9	2à5+8à9		3+5à6	3+5à6	3+5à6	Mantet	
	1à9						1	Têt amont	
		1+6à7	1+6à7	1+7	1+7			Têt aval	
	1+7+10						7		
		10	10	10	10	10	10	Roquebillière	
				11	11	11	11	Cauterets 2008	lignée atlantique
	10à13	11à13	11à13		12	12	12	Cauterets 2014	
			12à13						
				13	13	13		domestique	

Figure 4: Arbre reconstituant les différents découpages d'assignation pour 2 à 8 sous-groupes imposés (K). Le découpage en 4 (souligné en jaune) est celui préconisé par l'assistant de décision et illustré à la Figure 3 et au Tableau 2. Les découpages ultérieurs mettent en évidence l'existence distincte des lignées Carança et Mantet au côté de la lignée Têt. Les échantillons en rouge changent de branche (artéfacts statistiques).

5.3. Paramètres populationnels

N° carte	Stations	Fis	Significativité
1	Têt (Llagonne aval)	0,04	ns
2	Carança (aval)	-0,09	ns
3	Alemaný 2015	0,10	ns
4	Ressec	0,18	**
5	Mantet	0,22	***
6	Nyer	0,04	ns
7	Têt aval	0,12	**
8	pisciculture Sahorre géniteurs	0,13	ns
9	pisciculture Sahorre truitelles	0,04	ns
10	pisciculture Roquebillière	0,06	ns
11	pisciculture Cauterets	0,16	ns
12	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	0,03	ns
13	pisciculture Murgat	0,04	ns

Tableau 3: Analyse de panmixie des échantillons étudiés. Trois échantillons s'écartent de la reproduction au hasard, ce qui indique en général une composition mixte.

6. Interprétation et discussion

L'analyse de l'échantillon de grosses truites de la Têt au niveau d'Ille-sur-Têt se révèle facile et sûre. L'échantillonnage global des 13 populations sauvages et domestiques se divise en 4 lignées:

- la lignée naturelle Têt qu'on retrouve en amont au niveau de Llagonne (1655 m) mais aussi à 90% à l'aval au niveau d'Ille-sur-Têt (altitude 120 m);
- la lignée Carança, quasi-identique dans la rivière et dans la pisciculture de Sahorre; l'analyse confirme les résultats précédents: cette pisciculture a eu une influence majeure dans les peuplements actuels de la Haute vallée du Mantet (26 à 88%);
- la lignée domestique méditerranéenne de Roquebillière qu'on retrouve à 7% dans la Têt aval;
- la souche domestique atlantique nationale qu'on retrouve à 8% dans la Têt amont.

L'échantillon Nyer est un mélange entre la forme locale (lignée Mantet, la forme plus aval de la Têt et l'apport de la souche Carança. Toutefois, les proportions de ces diverses origines varient d'une analyse à l'autre. Une valeur sure et stabilisée de sa composition sera obtenue dans une méta-analyse regroupant tous les types génétiques, naturels et domestiques, de la Têt (projet PO2016).

Les grosses truites de la Têt aval sont donc bien locales, de lignée "Têt". Cependant l'écart à la panmixie observée (Tableau 3), contrairement à l'échantillon amont, tend à montrer que ces truites sont nées en amont, dans la Têt ou dans plusieurs affluents, formant après dévalaison une population composite et donc non panmictique. Force est de constater qu'en ce lieu aval, leur croissance est assurée.

Fait à Montpellier le 19/12/2016

7. Littérature citée

- 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., Cherbonnel C., Shao Z. 2011. Analyse génétique des truites des Pyrénées Orientales - Etape 2 - Têt, Carança, Llech, Prat d'En Salze - Rapport de juin 2011: 14p. Université Montpellier 2, Rapport d'analyses pour la Fédération de Pêche 66 et l'ONF. ([PO5](#))
- Berrebi P, Shao Z, Schikorski D. 2014. Cartographie génétique (microsatellites) des peuplements de truites françaises - Programme GENETRUTTA - Septembre 2014 ([GT2014](#)) - 2/3: Rapport d'étude pour la FNPF, Université Montpellier 2. 24p.
- Berrebi P, Schikorski D. 2015. Analyse génétique des truites de la Nyer / Mantet dans le périmètre de la Réserve Naturelle Nationale de Mantet, recherche de patrimonialité - Rapport [MANT](#): Etude pour la FD66, Université de Montpellier. 10p.
- Berrebi P, Schikorski D. 2015. Patrimonialité des truites et effet du fractionnement causé par le fonctionnement du seuil de prise d'eau du canal de Nyer - Rapport [NYER](#): Etude pour la FD66, Université de Montpellier. 9p.
- Berrebi P. 2015. Structure génétique des truites naturelles et domestiques de l'Orb amont - marqueurs microsatellites- Rapport [MAE1](#) (juin 2015): Rapport d'étape pour la thèse de Maëva Leitwein. Université de Montpellier. 9p.

8. Annexes

8.1. Annexe 1: Robes des truites de la Têt aval



Truite T5 (7% de type atlantique et 90% de type Têt) 46 cm.



Truite T6 (97% de type Têt) 28 cm.



Truite T15 (5% de type atlantique, 4% de type Roquebillière, 90% de type Têt) 20 cm.



Truite T20 (17% de type Roquebillière, 4% de type Carança, 74% de type Têt) 31 cm.

8.2. Annexe 2: Détail de la composition génétique truite par truite détails de la Figure 3)

