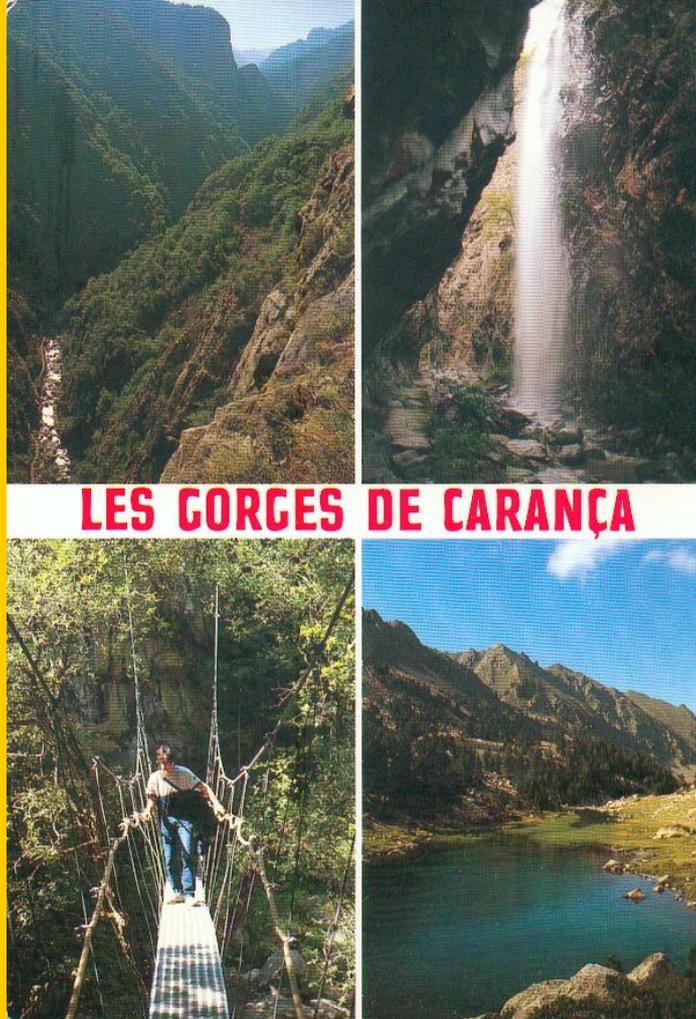


Analyse génétique des truites des Pyrénées Orientales

Etape 2 - Têt, Carança, Llech, Prat d'En Salze

Rapport de juin 2011



LES GORGES DE CARANÇA

© <http://picasaweb.google.com/BARDERAJP/DFCPDansLesPYRENEESORIENTALES66#>

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

Analyses moléculaires: **Corinne Cherbonnel** **

et **Zhaojun Shao** *

* 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

Etude réalisée pour le compte de



Avec l'aide financière de



N° d'attribution 09A660449

1. Introduction

Les rivières méditerranéennes des Pyrénées Orientales font l'objet, depuis 2008, d'une étude génétique en plusieurs étapes, basée sur les microsatellites, et qui a déjà donné un rapport paru sous deux versions (Berrebi et al. 2010, Cambon et Berrebi 2010).

Cette région a fait l'objet de l'attention des gestionnaires et des généticiens entre 1993 et 1994 portant sur 14 stations de l'Aude, la Têt, le Tech et le Sègre (marqueurs allozymiques) ayant donné un rapport (Berrebi 1995, voir annexe 1) et un article dans une revue internationale (Berrebi et al. 2000). En 1996, 9 stations de l'Aude étaient analysées avec le marqueur allozymique (Berrebi 1997).

Le présent rapport concerne les truites de 6 nouvelles stations naturelles des Pyrénées Orientales échantillonnées entre 2009 et 2010 (la Têt et ses affluents Carança, Llech et Prat d'En Salze, n°12 à 17) ainsi que 2 échantillons de la pisciculture de Sahorre qui élève la souche Carança (échantillons SG et ST). Le détail de ces échantillons ainsi que de ceux des échantillons de référence exploités dans les analyses statistiques sont donnés au tableau 1.

Station	Carte	Bassin	Nombre	Année	N° laboratoire	N° terrain
Lladure amont	1	Aude G	10	août-08	T13486 à T13495	71 à 80
Lladure aval	2	Aude G	10	août-08	T13476 à T13485	61 à 70
Nohèdes amont	3	Têt G	10	août-08	T13456 à T13465	41 à 50
Nohèdes aval	4	Têt G	10	août-08	T13466 à T13485	51 à 60
Llipoudère amont	5	Cady/Têt D	10	août-08	T13426 à T13435	11 à 20
Llipoudère aval	6	Cady/Têt D	10	août-08	T13416 à T13425	1 à 10
Cady	7	Têt D	8	août-08	T13513 à T13520	101 à 108
Lentilla amont	8	Têt D	10	août-08	T13436 à T13445	21 à 30
Lentilla aval	9	Têt D	10	août-08	T13446 à T13455	31 à 40
Coumelade amont	10	Tech G	7	août-08	T13506 à T13512	91 à 97
Coumelade aval	11	Tech G	10	août-08	T13496 à T13505	81 à 90
Sahorre géniteurs	SG	Têt D	15	août-10	T17192 à T17206	-
Sahorre truitelles	ST	Têt D	15	août-10	T17207 à T17221	-
Carança réserve amont	12	Têt D	15	août-09	T17222 à T17236	Fédé66-01 à 15
Passerelle du Ras de Carança	13	Têt D	15	août-09	T17237 à T17251	Fédé66-16 à 30
Llech Mas Malet	14	Lentilla/Têt D	15	août-09	T17252 à T17266	Fédé66-31 à 45
Torrent du Prat d'En Salze	15	Llech/Têt D	15	août-09	T17267 à T17281	Fédé66-46 à 60
Têt amont	16	Têt	13	août-10	T18288 à T18302	Têt-2010-16 à 30
Têt aval	17	Têt	15	août-10	T18273 à T18287	Têt-2010-01 à 15
Carença	C	Têt D	7	décembre-93	T2230 à T2236	-
Harlando	E	Ebre G	20	septembre-93	T2009 à T2030	B149-B170
Pisc. Roquebilière 1	R1	Doubs	29	septembre-01	T5147 à T5166	-
Piscic. Roquebilière 8	R8	Doubs	22	février-08	T13061 à T13090	G0108-341 à 370
pisciculture atlantique 1	P	Atlantique	48	juin-05	T16926 ... T17027	-

Tableau 1: listing des 24 échantillons de truites réalisés dans le Pyrénées Orientales depuis 2008. Les lignes en bleu correspondent aux stations nouvelles analysées ici (numéros **verts**). Au dessus se trouvent les échantillons de la campagne de pêche précédente (numéros **rouges**) et en dessous les échantillons de **référence** (marqueurs des types Carança, Ebre, Roquebilière et domestique atlantique).

2. Choix des échantillons constitués en 2009 et 2010

L'échantillonnage nouveau comprend 8 échantillons naturels et domestiques du bassin de la Têt prélevés entre 2009 et 2010 et remis au laboratoire le 15 mai et le 22 octobre 2010.

Le traitement statistique des échantillons de 2008 (Berrebi et al. 2010) avait posé quelques problèmes, essentiellement parce que le type génétique appelé "Têt" dans un premier temps (appelé P2 ici, voir annexe 2) et très présent dans les affluents Nohède, Lipoudère, Cady ou Coumelade, n'avait pas d'équivalent dans les échantillons de référence qui pouvaient être utilisés.

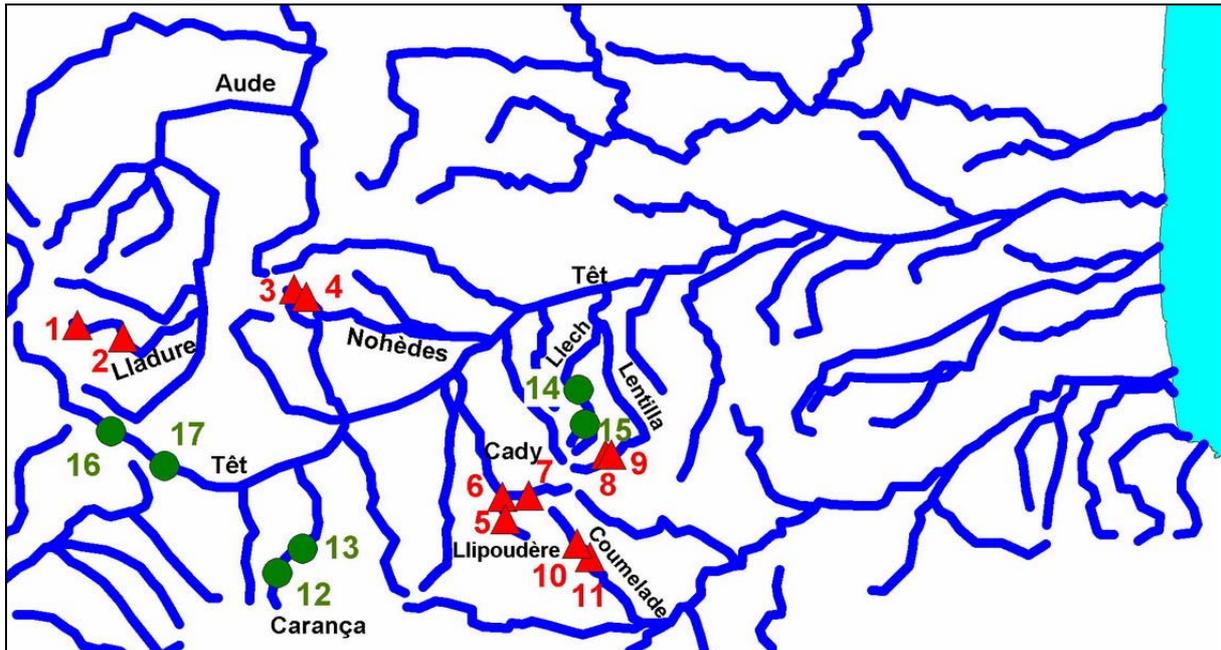


Figure 1 : répartition des stations d'échantillonnage de la campagne de pêche précédente (en rouge) et de la nouvelle campagne (en vert). Dessin Daniel Cambon.

3. Méthodes

Quatre marqueurs microsatellites ont été utilisés sur les échantillons de 2008 (Berrebi et al. 2010): Ssa197, Omm1105, Oneμ9, Omy21DIAS.

Cependant ce nombre de marqueurs (4) a été trouvé insuffisant pour correctement distinguer un si grand nombre de types génétiques: outre les différents types locaux potentiels, il faut distinguer les deux souches domestiques, les truites de repeuplement des piscicultures de Sahorre et de Roquebillière ainsi que les truites de l'Ebre. Il a donc été décidé de traiter les échantillons nouveaux avec 6 marqueurs microsatellites: les microsatellites Sfo1 et SsaSL-311 ont été rajoutés.

Ainsi, dans la partie 4 de ce rapport sont présentés les analyses des derniers échantillons de 2009 et 2010 basées sur 6 marqueurs. En annexe 2 sont présentées les analyses incluant les échantillons de 2008, 2009 et 2010 basées sur 4 marqueurs.

Analyse qualitative par méthode multidimensionnelle.

Elle sert de premier débroussaillage. La méthode donne une image globale des tendances de structuration des populations.

Analyse quantitative par assignation.

L'analyse d'assignation consiste à rechercher k sous-groupes ressemblant le plus à des populations fonctionnelles en équilibre génétique. Plus il existe de types génétiques distinctes dans l'échantillonnage et plus l'analyse est délicate car la technique (surtout avec 4 marqueurs microsatellites) est à la limite de ses capacités de distinction des divers types génétiques méditerranéens (Carança, Roquebillière Ebre et tout nouveau type local). Il faut considérer l'"intervalle de confiance" comme large, peut-être de l'ordre de 5%.

Cette analyse a été pratiquée avec 100.000 "burnin" (dégrossissement de l'assignation des truites à k sous-groupes) suivi de 200.000 ou 300.000 MCMC (affinage de la distribution). K , le nombre de sous-groupes, a été essayé entre 2 et 8 avec 3 à 8 répétitions.

4. Résultats

Analyse qualitative par méthode multidimensionnelle.

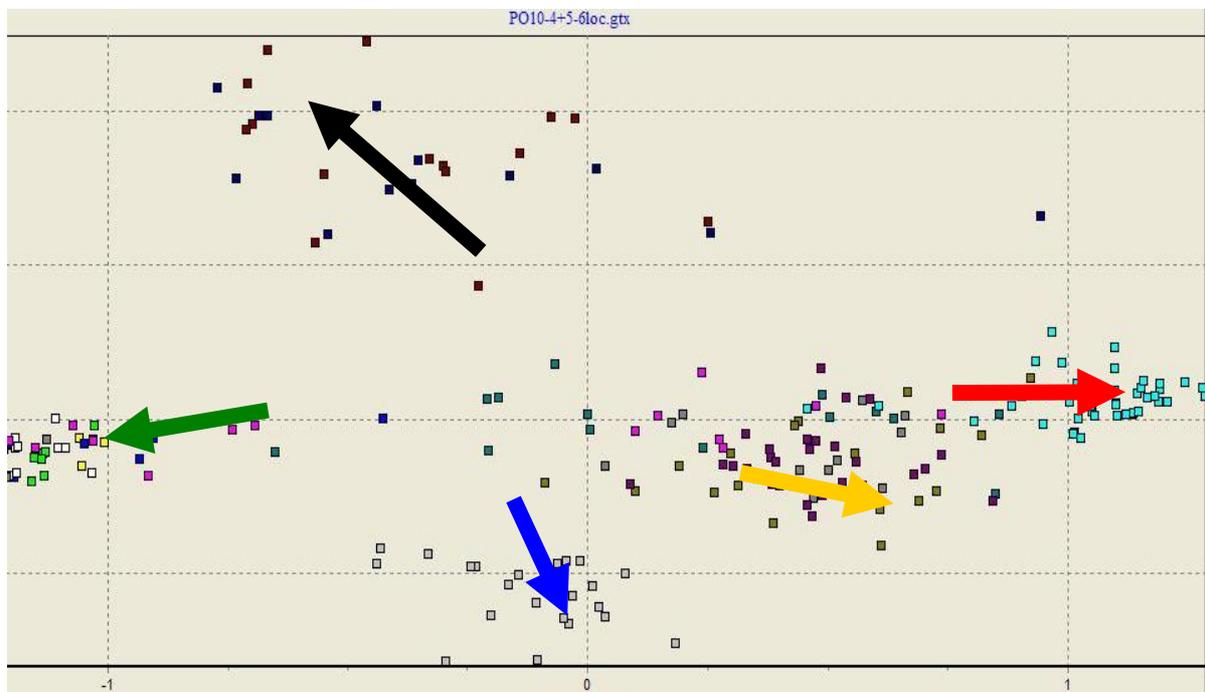


Figure 2 : Ceci est l'analyse jumelle de celle présentée en figure 4 en annexe, mais basée sur 6 marqueurs. On y retrouve les mêmes tendances (flèche **noire** = Têt amont, **bleue** = Ebre, **verte** = Carança, **rouge** = domestique atlantique), mais l'augmentation de l'information permet de voir plus clairement le type Roquebillière (flèche **jaune**), ici très distinct des types naturels Têt et Carança.

Selon cette analyse, les échantillons SG et ST de Sahorre ainsi que n° 12 (Carança amont) sont purement de type Carança. Par contre, l'échantillon 13 (Passerelle du Ras de Carança) est nettement partagé entre les types Carança et Roquebillière, les échantillons 14 (Llech) et 15 (Prat d'En Salze) sont très fortement influencés par les types domestiques atlantique et Roquebillière, enfin les échantillons 16 et 17 constituent le type Têt amont (flèche noire).

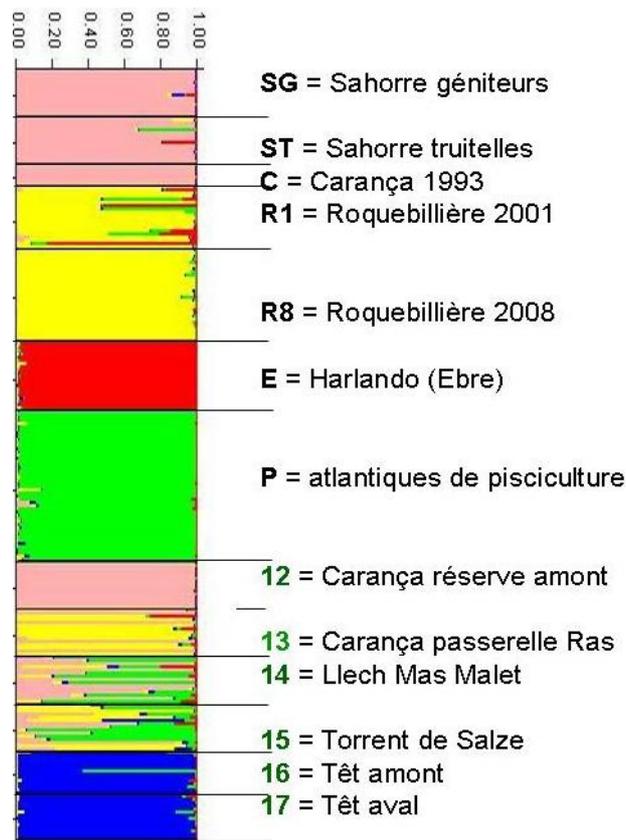


Figure 3 : Analyse d'assignation basée sur 6 marqueurs montrant clairement que les échantillons de Carança et de Sahorre sont homogènes (en rose) à l'exception de la station "passerelle Ras" qui est fortement impactée par la souche Roquebillière (jaune). L'autre type naturel est celui de la Têt (en bleu) qui n'est pas présente en dehors de l'amont de la rivière. Les truites domestiques atlantiques (en vert) ont une présence moyenne dans le Lech et le torrent de Prat d'En Salze tandis que la souche de Roquebillière (jaune) a une forte présence dans la Passerelle du Ras de Carança et faible dans le Lech et le torrent de Prat d'En Salze. La proportion de tous ces types génétiques est calculée en pourcentages dans le tableau 2.

Station	Bassin	Année	Nombre	T	C	R	E	P	H%
Sahorre géniteurs	Têt	2010	15	1	98	1	1	0	28
Sahorre truitelles	Têt	2010	15	0	94	1	2	2	38
Carança réserve amont	Têt	2009	15	0	99	0	0	0	41
Passerelle du Ras de Carança	Têt	2009	15	1	27	68	3	1	78
Llech Mas Malet	Têt	2008	15	2	52	8	3	36	77
Torrent de Prat d'En Salze	Têt	2008	15	5	25	32	2	36	84
Têt amont	Têt	2010	13	91	1	1	1	7	71
Têt amont	Têt	2010	15	96	1	1	1	2	65
Carança	Têt	1993	7	0	99	0	0	0	38
Harlando	Ebre	1993	20	0	1	1	98	1	63
Pisc. Roquebillière 1	Doubs	2001	29	1	1	81	10	7	80
Piscic. Roquebillière 8	Doubs	2008	22	1	1	97	1	1	73
piscicultures atlantiques	atlantique	2008	48	1	1	1	1	97	84

Tableau 2 : Traduction en pourcentages de la figure 3 (en gris = bruit de fond).

5. Discussion et interprétation

5.1. La campagne 2010

Les 6 premiers échantillons remis en mai 2010 au laboratoire de Montpellier en comprenaient 4 provenant directement ou indirectement de la **Carança** et 2 nouvelles rivières les **Llech** et **Prat d'En Salze**.

Les échantillons de la pisciculture de Sahorre (géniteurs et truitelles de l'année) sont en tout point comparables à l'échantillon de référence de 1993 montrant là l'absence de pollution génétique (par erreur de manipulation éventuelle) durant ces 17 années! Ceci est confirmé par la très grande similitude avec l'échantillon de la rivière Carança de 2009.

C'est encore le cas à la station "Réserve amont" classé "Arrêté de Biotope".

Par contre, l'échantillon "passerelle du Ras", à 3 km en aval de la station "Réserve amont", est fortement perturbé: on y trouve seulement 27% de forme naturelle mais 68% d'influence Roquebillière. Cette station aval perturbée est isolée de la réserve amont par des cascades infranchissables à la remontée. Ce résultat (tableau 2) est assez différent de celui du tableau 3 en annexe (où on reconnaissait 13% de truites atlantiques domestiques) mais l'analyse à 6 marqueurs est plus fiable.

Le Llech est à 52% de type Carança et 36% de type domestique atlantique et 8% Roquebillière. On ne peut pas dire si le type Carança est le type régional normal ou si c'est dû au repeuplement par la souche de Sahorre.

Le torrent de Prat d'En Salze apparaît encore plus perturbé: environ 1/3 Carança, 1/3 Roquebillière et 1/3 atlantique.

Les deux échantillons de la **Têt** - cours principal - remis en octobre 2010 à l'ISEM créent la surprise: un nouveau type apparaît, nettement différent des autres, dont on ne trouve trace nulle part ailleurs sauf peut-être dans le Cady (7%, tableau 3 en annexe). Ce nouveau type génétique est considéré comme méditerranéen sauvage, mais à terme, une analyse mitochondriale sera effectuée sur cet échantillon.

Il semble que la prise en compte de 6 marqueurs rende la structure plus simple et plus claire.

En particulier le type P2 (voir tableau 3 en annexe) rentre sagement dans le type P de pisciculture. Ce type P2 n'a pas forcément disparu avec 6 marqueurs, ce sont ses stations de références qui ne sont plus prises en compte ici (Nohède, Llipoudère, Cady et Coumelade). L'analyse 4 marqueurs étendue à 2008 attribuait 36% de P2 à la station Llech (tableau 2), qui ont été reversés dans le type pisciculture (tableau 2).

Il n'y a plus que 5 types génétiques dans l'analyse dont 4 seulement dans la partie étudiée de la Têt (le type Ebre y est absent).

Deux seulement sont naturels: Têt et Carança, mais ce dernier type sert aux repeuplement, il n'est plus possible de dire si sa présence est naturelle ou pas: on en trouve 52% dans le Llech et 25% dans le torrent de Prat d'En Salze, mais pas dans la Têt amont.

Deux sont sûrement domestiques: atlantique domestiques et méditerranéenne de Roquebillière (souche Doubs).

5.2. Les types Têt, Carança et "P 2"

L'analyse moléculaire ne peut que s'appuyer sur des connaissances antérieures afin de comparer des lignées génétiques. Les analyses multidimensionnelles ou d'assignation nous décrivent des groupes mais ne nous disent pas si ils sont naturels ou artificiels (repeuplements).

Le **type Têt** est bien distinct des autres, et présent quasiment que dans la Têt amont et aval, juste à l'aval du lac des Bouillouses (en bleu aux figures 2 et 3). Bien qu'a priori il s'agisse d'un nouveau type méditerranéen sauvage, il faudra des analyses complémentaires (séquences mitochondriales) pour se l'assurer. Le fait qu'on ne le trouve que dans une zone, en amont du bassin, n'est pas très compatible avec un type sauvage.

Le **type Carança** déterminé à partir de la référence sauvage de 1993 et de la population sauvage dite "réserve amont", est également bien distinct des autres. Mais il n'est pas vraiment possible de dire si ce type, présent de façon conséquente dans beaucoup stations analysées (par ordre décroissant du tableau 3 en annexe: Llech, Llipoudère amont, Torrent de Prat d'En Salze, Lentilla amont et Lladure aval), est naturel ou issu de repeuplements. Le fait que dans 3 rivières à double échantillonnage (amont et à aval), on ne le trouve que dans un des échantillon plaide en faveur de l'hypothèse d'introduction.

Le type **Pisciculture ancienne** (ou P2 dans le Tableau 3) est bien plus présent que le type pisciculture atlantique actuel dans les échantillons de 2008, par contre il est beaucoup moins présent dans les échantillons de 2009 et 2010. L'analyse d'assignation à 6 marqueurs (figure 3) ne retient plus ce type P2 qui est reversé dans le type atlantique domestique.

5.3. Polymorphisme génétique

La dernière colonne du tableau 2 (voir aussi tableau 3 en annexe) montre la diversité génétique en % (en réalité, c'est l'hétérozygotie non biaisée de Nei 1978 ou Hnb). On remarque que la diversité "normale" de la région P.O. varie entre 65 et 85%. La Carança amont présente une diversité très faible de 38 (1993) à 41% (2009). La souche de pisciculture semble à peine réduite (28-38%). Par contre, à la passerelle Ras, la Carança a beaucoup gagné en diversité (78%!!) mais c'est à cause de ses 68% de présence Roquebillière elle même fortement polymorphe (entre 73 et 80%).

Fait à Montpellier le 2 juin 2011

6. Littérature citée

- Berrebi P. 1995.** Analyse génétique des truites fario des rivières méditerranéennes des Pyrénées françaises. Marqueurs enzymatiques. *Rapport de contrat TFP, CSP, CEE, Club Halieutique, mars 1995*, 17p. + annexes.
- Berrebi P. 1997.** Analyse enzymatique des truites du bassin de l'Aude, Université Montpellier II, Montpellier.
- Berrebi P., Poteaux C., Fissier M., Cattaneo-Berrebi G. 2000.** Stocking impact and allozymic diversity in brown trout from Mediterranean southern France. *Journal of Fish Biology* **56(4)**:949-960.
- Berrebi P., Shao Z., Reynaud N. 2010.** Rapport d'analyse des truites des Pyrénées Orientales - microsattellites et séquençage de la Dloop - mai 2010, 10p. Université Montpellier 2.
- Cambon D, Berrebi P. 2010.** Biodiversité - Analyse génétique des truites de six torrents des Pyrénées Orientales: 27p. Rapport ONF-Direction Territoriale Méditerranée.
- Reynaud N, Tougard C, Berrebi P. 2011.** Structuration géographique de la truite commune (*Salmo trutta* L.) en France basée sur le séquençage de la région de contrôle mitochondriale: 45p. Rapport d'étude pour l'OSU OREME, Université Montpellier 2.

7. Annexe 1

Données tirées du rapport :

Berrebi P. 1995. Analyse génétique des truites fario des rivières méditerranéennes des Pyrénées françaises. Marqueurs enzymatiques. *Rapport de contrat TFP, CSP, CEE, Club Halieutique, mars 1995*, 17p. + annexes.

	pourcentages estimés de gènes ancestraux				Ecart
	LDH-5*	TF*	FBP-1*	moyenne	
Bassin de l'Aude					
Boutadiol	80	55	67	67	25
Lladure	62	46	57	54	16
Orbieu	61	24	11	43	37
Aude	98	100	98	99	2
Bassin de l'Agly					
Agly	0	0	12	0	0
Bassin de la Têt					
Carança	100	100	100	100	0
Nohèdes	22	2	13	12	20
Alemanys	21	19	20	20	2
Campeilles	100	100	100	100	0
Bassin du Tech					
Tech	41	48	39	45	7
Riu Ferrer	74	70	90	72	4
Bassin de l'Ebre					
Campcardos	58	31	37	45	27
Eyne	67	62	69	65	5

Tableau 2 : les pourcentages de gènes ancestraux des bassins méditerranéens sont calculés pour les trois marqueurs les plus performants. Cependant, les moyennes et les écarts inter marqueurs ne sont calculés qu'avec LDH-5* et TF* (FBP-1*(150) peut être présent en pisciculture comme le montre les 12% de l'Agly (en gras), pourtant entièrement constitué de truites de pisciculture).

8. Annexe 2

Analyse de tous les échantillons 2008 à 2010 avec 4 marqueurs

C'est par l'emploi d'un autre type de marqueur, le "séquençage de la Dloop de l'ADN mitochondrial", à l'occasion du stage de Nathalie Reynaud à l'ISEM de Montpellier (Reynaud et al., 2010), que 5 truites de l'échantillon Nohède amont (station qui présentait 96% de ce type Têt) ont montré des haplotypes caractéristiques des truites domestiques atlantiques. Cette souche atlantique, différente de celle qui est utilisée actuellement, est sans doute ce qui a été employé pour les repeuplements il y a quelques dizaines d'années. Elle est nommée P2 dans cette annexe.

Cette annexe 2 reprend les analyses statistiques de façon globale, par une nouvelle analyse regroupant tous les échantillons des Pyrénées Orientales disponibles, c'est à dire (i) les 11 stations de la campagne d'analyses précédente, (ii) les 8 échantillons nouveaux et (iii) certaines truites de référence permettant de reconnaître les types génétique Carança, Ebre (affluent des Pyrénées Atlantiques, l'Harlando), Roquebillière et atlantique domestique (Tableau 1). Pour cela, l'analyse est limitée à 4 marqueurs.

Analyse qualitative par méthode multidimensionnelle.

L'ensemble des 329 truites analysées sur 4 marqueurs se répartissent selon 4 tendances: atlantique, Carança, Têt et Ebre (échantillon Harlando).

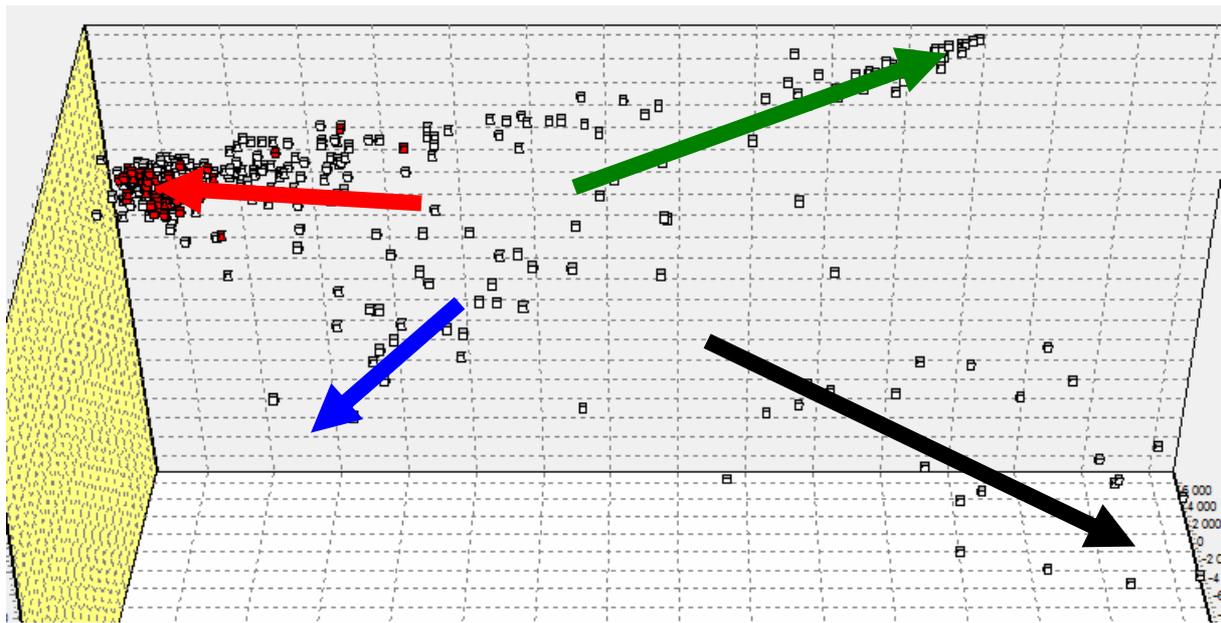


Figure 4 : Ce diagramme montre que l'analyse basée sur 4 marqueurs reconnaît quatre entités génétiques principales desquelles chaque truite (points) se rapproche en fonction de ses 4 génotypes analysés. La flèche **rouge** désigne le type atlantique domestique, il s'oppose le long de l'axe 1 (horizontal, le plus informatif) aux types Carança (en **vert**) et **Têt amont** (en **noir**, voir discussion), ces derniers étant séparés le long de l'axe 2. Enfin, le type Ebre, en **bleu**, s'étale le long de l'axe 3, le moins informatif des trois.

Analyse quantitative par assignation.

L'analyse d'assignation, effectuée avec le logiciel STRUCTURE, a testé "k" sous-groupes découpant l'ensemble en 2, 3... jusqu'à 8 types génétiques représentés par des couleurs. C'est le découpage en 6 types qui est le plus performant quand on considère 4 marqueurs (Figure 5).

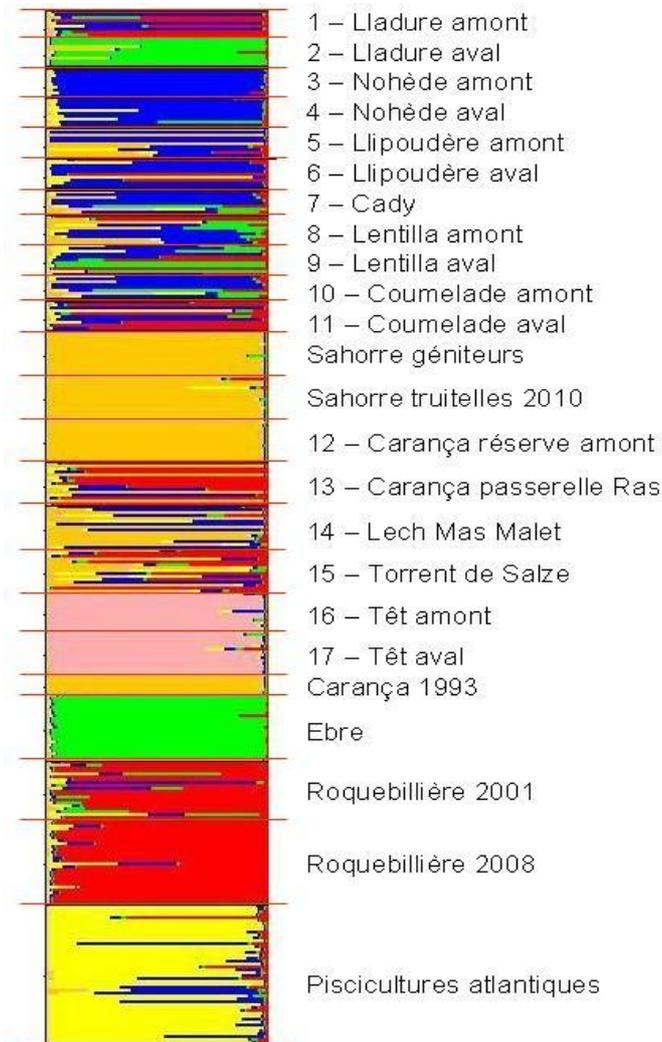


Figure 5 : Sortie graphique de l'analyse d'assignation subdivisant les 329 truites analysées au niveau de 4 marqueurs microsatellites, en 6 sous-groupes en équilibre populationnel. En commençant par le bas (échantillons de référence) on reconnaît la souche domestique atlantique en **jaune**, la souche de Roquebillière (méditerranéenne du Doubs) en **rouge**, l'Ebre (du moins un affluent des Pyrénées atlantiques) en **vert**, la Carança en **orange**. Deux types (couleurs) n'ont pas de référents: un nouveau type Têt, observé que dans les deux stations de cette rivière en **rose** et le type atlantique domestique ancien, appelé P2 (anciennement "Têt"), en **bleu**.

La sortie chiffrée de la même analyse a permis d'établir le Tableau 3 ci-dessous.

Station	Carte	Bassin	Année	Nombre	T	C	C	E	R	R	P2	P2	P	P	H%
Lladure amont	1	Aude	2008	10	1	1	3	7	56	57	32	37	3	3	83
Lladure aval	2	Aude	2008	10	1	10	96	85	2	2	1	1	1	1	64
Nohèdes amont	3	Têt	2008	10	1	1	1	1	2	2	94	96	2	1	76
Nohèdes aval	4	Têt	2008	10	1	1	4	6	3	4	79	86	11	7	74
Llipoudère amont	5	Têt	2008	10	1	42	47	1	4	5	48	47	5	2	71
Llipoudère aval	6	Têt	2008	10	1	1	1	1	26	27	57	61	16	11	76
Cady	7	Têt	2008	8	7	5	17	13	5	7	61	69	10	8	79
Lentilla amont	8	Têt	2008	10	1	24	38	12	20	20	38	38	5	4	84
Lentilla aval	9	Têt	2008	10	1	1	23	36	24	23	29	33	9	21	82
Coumelade amont	10	Tech	2008	7	1	1	1	1	17	13	77	83	3	2	69
Coumelade aval	11	Tech	2008	10	1	1	2	3	47	44	37	43	12	11	84
Sahorre géniteurs	SG	Têt	2010	15	1	97	-	1	1	-	1	-	1	-	21
Sahorre truitelles	ST	Têt	2010	15	1	93	-	1	2	-	1	-	2	-	29
Carança réserve amont	12	Têt	2009	15	1	97	-	1	1	-	1	-	1	-	34
Passerelle du Ras de Carança	13	Têt	2009	15	1	27	-	1	54	-	13	-	4	-	79
Llech Mas Malet	14	Têt	2008	15	1	50	-	2	4	-	36	-	7	-	73
Torrent de Prat d'En Salze	15	Têt	2008	15	2	29	-	3	37	-	15	-	13	-	82
Têt amont	16	Têt	2010	15	94	1	-	1	1	-	1	-	1	-	73
Têt aval	17	Têt	2010	13	94	1	-	1	1	-	2	-	1	-	74
Carença	C	Têt	1993	7	1	97	98	1	1	1	1	1	0	1	29
Harlando	E	Ebre	1993	20	1	1	-	95	1	-	1	-	1	-	68
Pisc. Roquebilière	R1	Doubs	2001	29	1	1	5	9	74	73	9	14	6	8	78
Piscic. Roquebilière	R8	Doubs	2008	22	1	1	1	1	91	89	3	6	4	5	71
pisciculture atlantique	P	atlantique	2008	48	1	1	1	1	4	4	12	6	81	88	82

Tableau 3 : Résultat de l'assignation des 329 truites analysées (24 échantillons) basée sur 4 marqueurs. Ce tableau donne les pourcentages d'appartenance de chaque échantillon (y compris ceux de référence) aux 6 types génétiques détectés par STRUCTURE (les couleurs de la Figure 3 ont été maintenues). Les colonnes grises, à titre de comparaison, correspondent aux résultats du rapport Berrebi et al. (2010) analysant les seuls 11 premiers échantillons. Les chiffres en bleus sont ceux du type Ebre qui n'avaient pas été pris en compte dans le rapport précédent et les pourcentages en rouge sont ceux qui présentent une nette différence entre les deux analyses. En gris, les pourcentages assimilés à du bruit de fond ($\geq 5\%$). En dernière colonne, la diversité génétique (Hnb) de chaque échantillon.

9. Annexe 3: les six biotopes



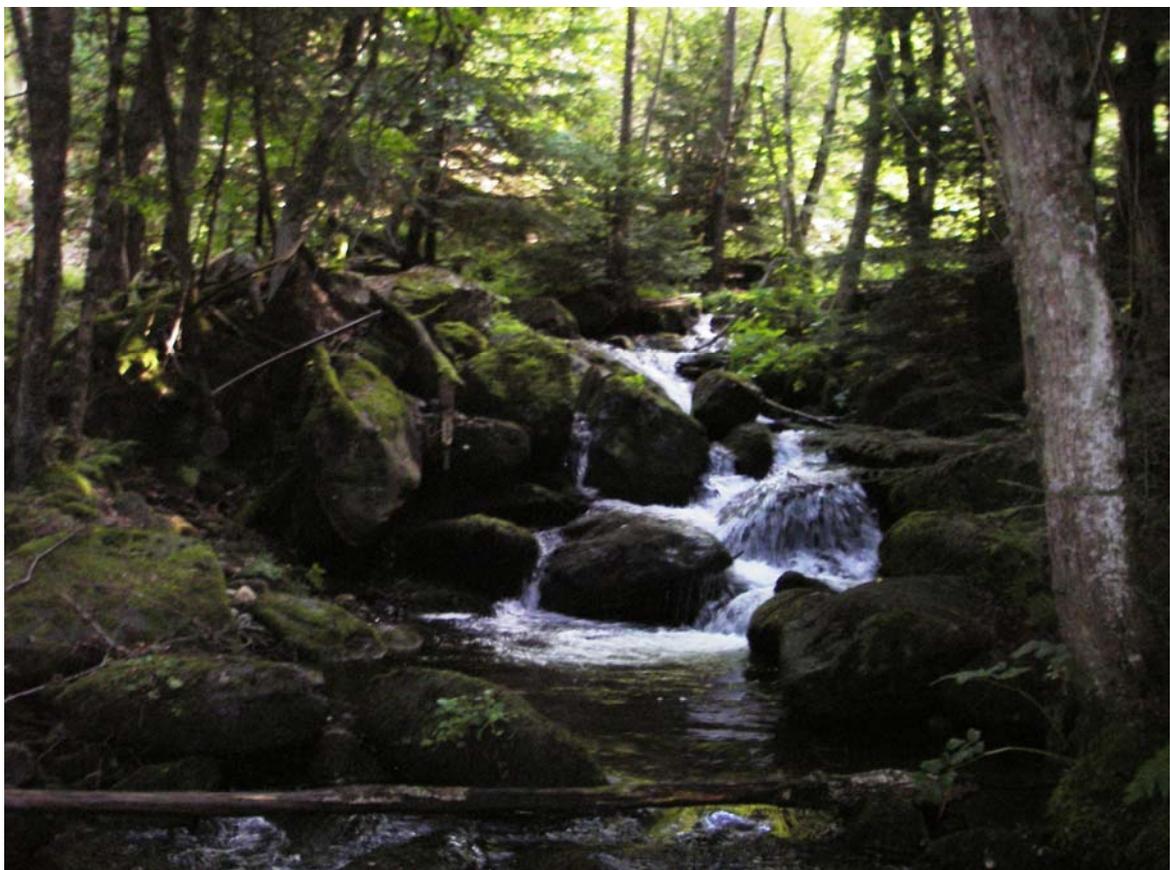
Station 12: Carança réserve amont (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)



Station 13: Passerelle du Ras de Carança (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)



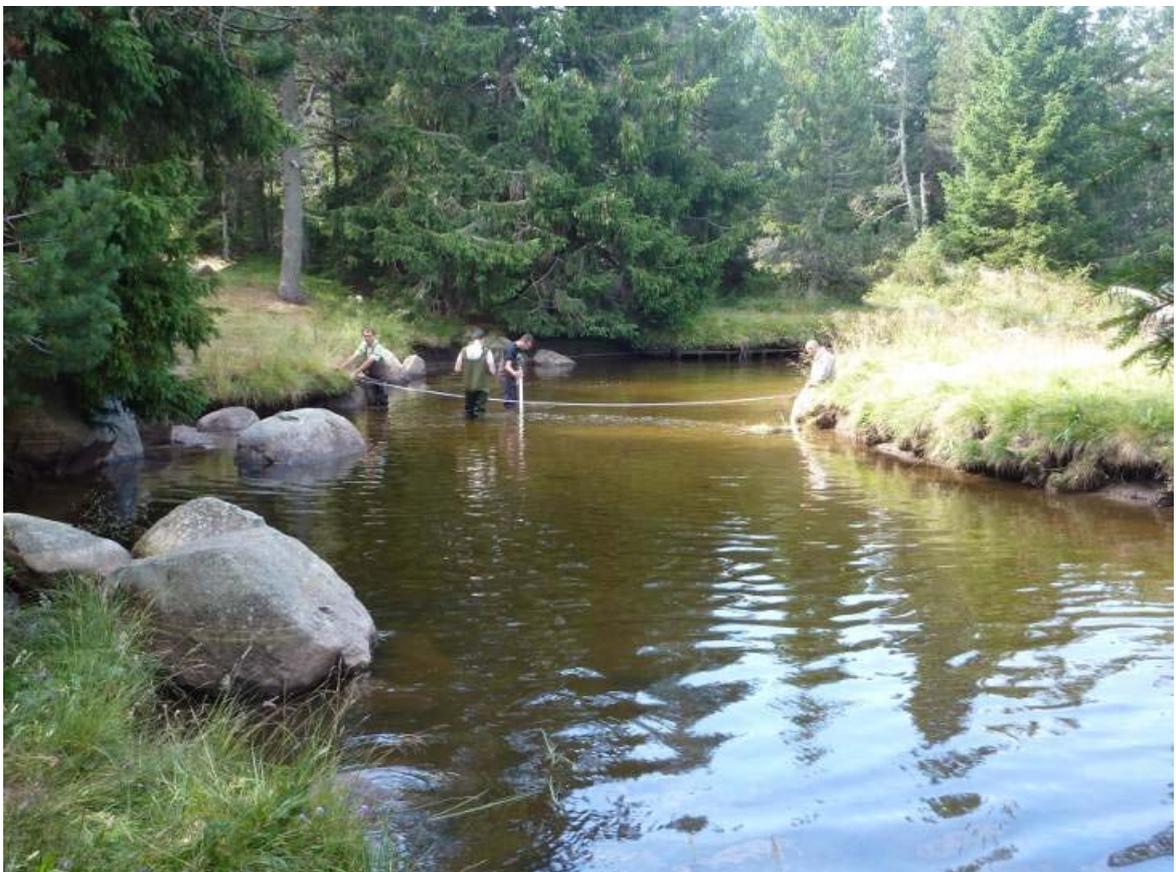
Station 14: Llech Mas Mallet (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)



Station 15: Torrent de Prat d'En Salze (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)



Station 16: Têt amont (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)



Station 17: Têt aval (© Olivier Baudier - Fédération de pêche 66)