



# Biodiversité

## Analyse génétique des truites de six torrents des Pyrénées Orientales

Daniel Cambon\* et Patrick Berrebi\*\*

Novembre 2010

\* ONF Direction Territoriale Méditerranée

\*\* Institut des Sciences et de l'Évolution, Université  
Montpellier II

Crédits photos :

BAUDIER Olivier – Fédération des Pyrénées Orientales pour la pêche et la Protection du Milieu Aquatique

CAMBON Daniel – Office National des Forêts, direction territoriale Méditerranée

Couverture :

Gorg Estelat – Forêt domaniale de Nohèdes

Truite méditerranéenne de la Lladure aval

Station Coumelade amont – Forêt domaniale du Haut Vallespir

Truite méditerranéenne d'origine Carança, station Llipoudère aval

## SOMMAIRE

Avant propos .....	1
Introduction .....	1
I – Méthodes .....	1
I.1 – Echantillonnage .....	1
I.2 – Diagnostic visuel .....	2
I.3 – Méthodes moléculaires .....	3
I.4 – Méthodes statistiques .....	3
II – Résultats .....	3
II.1 – Diagnostic visuel .....	3
II.2 – Méthode multidimensionnelle .....	4
II.3 – Méthodes d'assignation .....	4
II.4 – Méthode mitochondriale .....	6
III – Interprétations .....	6
III.1 – Souche Roquebillière .....	6
III.2 – Type Têt .....	6
III.3 – Structure naturelle des truites des Pyrénées Orientales .....	6
III.4 – Impact des repeuplements .....	7
III.5 – Diagnostic visuel .....	9
IV – Synthèse .....	9
V – Pistes de gestion .....	10
V.1 – Souches de repeuplements .....	10
V.2 – Stations échantillonnées .....	11
VI – Pistes de recherches .....	11
Conclusion .....	12
Bibliographie .....	12
Annexe 1 – Détail des analyses par truite .....	13
Annexe 2 – Planches photographiques.....	16
Annexe 3 – Localisation des stations.....	22

Statistiques : Patrick Berrebi

Interprétation et rédaction : Daniel Cambon et Patrick Berrebi d'après un premier rapport (BERREBI 2010)

Analyses moléculaires: Zhaojun Shao et Nathalie Reynaud

## **Avant propos**

Les forêts domaniales gérées par l'Office National des Forêts comptent de nombreux cours d'eau. Dans les Pyrénées Orientales l'ensemble des droits de pêche afférents est loué à la Fédération pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. L'ONF et la FDPPMA ont mis en place un suivi annuel des populations de truites par inventaires, et par recensements des frayères afin d'adapter la gestion et de mieux protéger le patrimoine naturel. Dans ce cadre là, il a paru nécessaire de connaître la nature des populations de truites en place : Populations naturelles méditerranéennes ? Populations atlantiques introduites ? Impacts des repeuplements en truites méditerranéennes de deux origines, souche locale Carança et souche du Doubs ?

Les échantillons ont été prélevés lors du suivi d'août 2008. Les analyses ont été financées par le fonds pour l'environnement et le développement durable (FEDD), ligne budgétaire de l'ONF lui permettant de mettre en œuvre sa politique environnementale.

## **Introduction**

Les analyses présentées dans ce rapport consistent à décrire les génotypes de 105 truites des Pyrénées Orientales au niveau de 4 locus microsatellites. Ces données moléculaires doivent permettre de distinguer les truites méditerranéennes sauvages de cette région (dont la souche Carança récemment utilisée pour les repeuplements) des truites domestiques potentiellement de deux origines: les truites atlantiques domestiques issues de piscicultures classiques et servant au repeuplement sous forme d'alevins, et les truites issues de la pisciculture de Roquebillière qui a fourni la FDPPMA des PO en oeufs. Cette dernière pisciculture située dans les Alpes Maritimes produit une souche de truites méditerranéennes du Doubs.

## **I - Méthodes**

### **I.1 - Echantillonnage**

L'échantillonnage a été effectué par pêches électriques sur six cours d'eau des Pyrénées Orientales à raison de deux stations par torrent, sauf pour le Cady d'accès très difficile où il y a eu une seule station prospectée par pêche à la ligne. Sur chacune des onze stations échantillonnées, dix truites ont été prises au hasard, sauf sur les stations Cady et Coumelade amont où le nombre de poissons capturés fut insuffisant. Chaque truite a été anesthésiée, mesurée et photographiée avant prélèvement d'un fragment de la nageoire caudale mis dans un tube numéroté contenant de l'éthanol à 95°. Les échantillons ont été remis à l'Institut des Sciences de l'Evolution le 28 juillet 2008. Le détail de cet échantillonnage est donné au tableau 1; la localisation des stations, appartenant aux bassins de l'Aude, de la Têt et du Tech est donnée à la figure 1.



Station Lladure aval

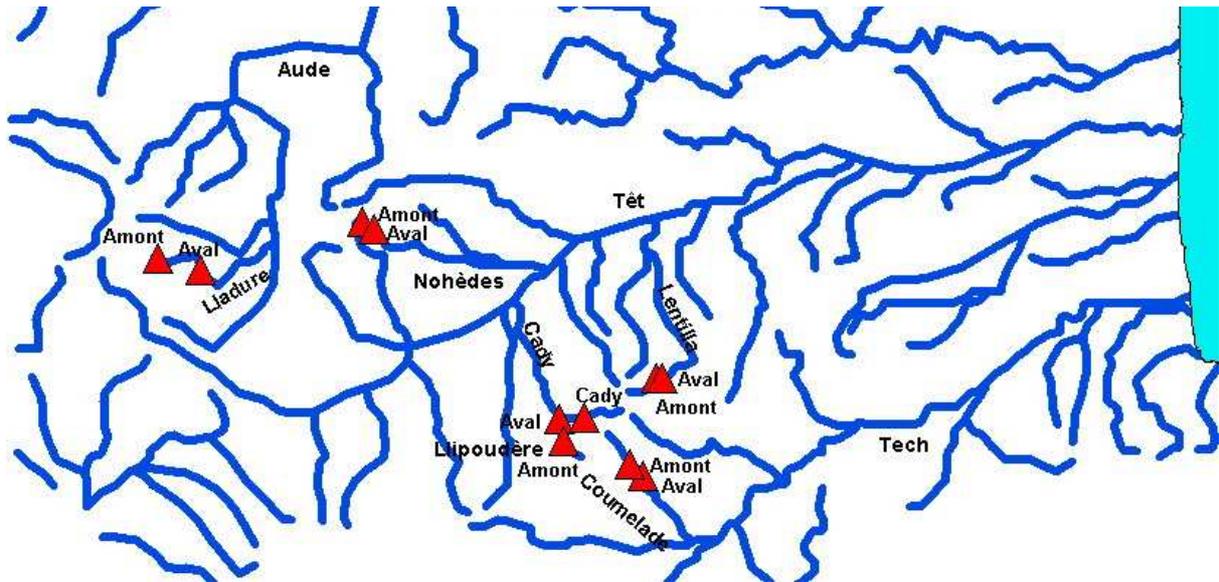


Figure 1: localisation des 11 stations analysées

Station	Sigle	Bassin	Date pêche	N° terrain	n° labo	Nombre
Llipoudère aval	PLV	Têt D	05/08/2008	1 à 10	T13416 à T13425	10
Llipoudère amont	PLM	Têt D	05/08/2008	11 à 20	T13426 à T13435	10
Lentilla amont	PIM	Têt D	06/08/2008	21 à 30	T13436 à T13445	10
Lentilla aval	PIV	Têt D	06/08/2008	31 à 40	T13446 à T13455	10
Nohèdes amont	PNM	Têt G	08/08/2008	41 à 50	T13456 à T13465	10
Nohèdes aval	PNV	Têt G	08/08/2008	51 à 60	T13466 à T13475	10
Lladure aval	PAV	Aude	11/08/2008	61 à 70	T13476 à T13485	10
Lladure amont	PAM	Aude	11/08/2008	71 à 80	T13846 à T13495	10
Coumelade aval	PCV	Tech G	12/08/2008	81 à 90	T13496 à T13505	10
Coumelade am.t	PCM	Tech G	12/08/2008	91 à 97	T13506 à T13512	7
Cady	PCA	Têt D	21/08/2008	101 à 108	T13513 à T13520	8
Carança	PCR	Têt D	01/12/1993	-	T2230 à T2236	7
Harlando	EHA	Ebre	01/09/1993	B149-B170	T2009 à T2030	22
Roquebilière	R01	-	01/09/2001	-	T5147 à T5166	20
Roquebilière	R08	-	01/02/2008	GO108-341 à 370	T13061 à T13090	29
domestique AT	MUR	-	2008	MUR01 à 30	T16926 à T16955	30
domestique AT	GER	-	2008	GER01 à 30	T16956 à T16985	30

Tableau 1: Caractéristiques des 11 stations analysées et des 6 échantillons de référence du laboratoire de Montpellier

### I.2 - Diagnostic visuel

A partir des photos un diagnostic visuel a été posé pour chaque truite (voir le tableau des données en annexe), basé sur les caractéristiques phénotypiques particulières de chaque souche : Globalement truites méditerranéennes fortement ponctuées de noir sur la totalité du corps, ponctuations petites, pas ou peu ocellées, pas de liseré noir et blanc sur la dorsale ; truites atlantiques faiblement ponctuées de noir, en particulier sur l'opercule et en dessous de la ligne latérale, ponctuations grosses et ocellées, liseré noir et blanc sur la dorsale.



Truite méditerranéenne (Lladure)



Truite atlantique (Nohèdes)

### I.3 - Méthodes moléculaires

Cet échantillonnage a été analysé au niveau de 4 locus microsattellites qui ont déjà fait leurs preuves dans ce cas de figure: Ssa197, Omm1105, Oneμ9 et Omy21Dias. Pour cela, les échantillons de nageoires sont traités à la protéinase K (destruction des tissus et libération de l'ADN) et au Chelex (élimination des enzymes et inhibiteurs qui détruiraient l'ADN ou empêcheraient la PCR).

Les PCR se font en thermocycleur et les produits amplifiés sont mis à migrer dans des gels d'acrylamide dénaturant.

Les gels sont scannés et interprétés en terme de génotypes avec l'aide d'un analyseur d'image.

La matrice de génotypes donnée en annexe est la base de tous les calculs statistiques.

Afin de lever le doute sur un type indéterminé, il a été ajouté gracieusement un séquençage de l'ADN mitochondrial, marqueur très sûr pour différencier les lignées méditerranéennes des lignées atlantiques.

### I.4 - Méthodes statistiques

La matrice de données génotypiques (voir annexe I) additionnée des génotypes de référence d'origine connue, sert de base aux calculs.

Dans le but de répondre aux questions posées, deux méthodes complémentaires sont employées :

- Une méthode plutôt qualitative, l'analyse multidimensionnelle (ici l'AFC). Elle permet de visualiser chaque truite dans un hyper-espace qui favorise le regroupement des truites génétiquement semblables et sépare celles qui sont dissemblables. Il s'agit d'un défrichage des résultats.

- Une méthode plutôt quantitative qui consiste à rechercher les meilleurs regroupements de truites (assignation) selon une logique populationnelle (les regroupements doivent avoir une panmixie maximum et un déséquilibre de liaison minimum) au moyen du logiciel STRUCTURE basé sur les statistiques bayésiennes, l'exploration Monte-Carlo MCMC, les chaînes de Markov et le suivi de la vraisemblance des partitions proposées. Ici la période de recherche (burnin) est de 50000 itérations et la finition de 200000 itérations. Le nombre de partitions testées (k) est de 2 à 6 avec deux répétitions du test.

## II - Résultats

### II.1 - Diagnostic visuel

Station	% détaillé			% global	
	Médit.	Atlantique	Hybride	Médit.	Atlantique
Llipoudère aval	10	50	40	30	70
Llipoudère amont	30	40	30	45	55
Lentilla amont	40	50	10	45	55
Lentilla aval	50	40	10	55	45
Nohèdes amont		100			100
Nohèdes aval		90	10	5	95
Lladure aval	80		20	90	10
Lladure amont	20	30	50	45	55
Coumelade aval	/	/	/	/	/
Coumelade am.t		100			100
Cady	25	50	25	37,5	62,5

Tableau 2: Pourcentages d'appartenance à un type génétique d'après le diagnostic visuel.

La série de photo n'étant pas complète pour la station Coumelade aval, les données ne figurent pas. Cependant lors du prélèvement cette station avait été d'emblée classée de type majoritairement atlantique. On aurait donc :

- Une seule station de type méditerranéen, Lladure aval.
- Trois stations de type atlantique, Nohèdes amont et aval, Coumelade amont.
- Cinq stations à dominante atlantique, Llipoudère aval et amont, Coumelade aval, Lladure amont et Cady.
- Deux stations à dominante méditerranéenne, Lentilla amont et aval.

## II.2 - Méthode multidimensionnelle

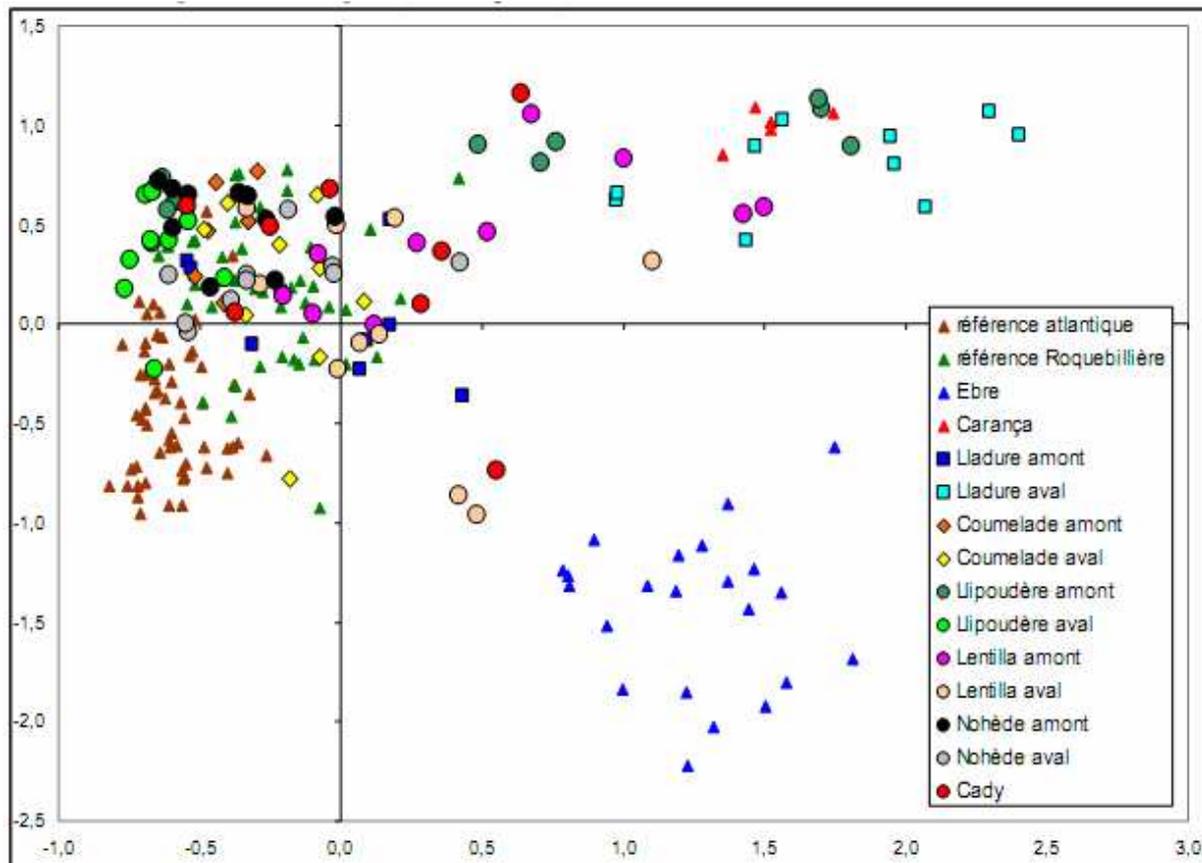


Figure 2 : Analyse multidimensionnelle montrant les ressemblances génétiques entre les truites nouvellement analysées et les truites de référence d'origine connue (références = triangles, Aude = carrés, Tech = losanges, Têt = ronds).

Les truites atlantiques sont à gauche de l'axe des ordonnées, les méditerranéennes sont à droite (voir figure 2). L'interprétation n'est pas facile, il est en particulier surprenant de voir les truites méditerranéennes de Roquebillière situées majoritairement avec les truites atlantiques domestiques. Concernant les truites des Pyrénées Orientales on remarque que :

- Une seule station est de type méditerranéen, Lladure aval.
- Trois stations sont de type atlantique, Nohèdes amont et aval, Coumelade amont.
- Quatre stations sont à dominante atlantique, Llipoudère aval, Coumelade aval, Lladure amont et Cady.
- Trois stations sont à dominante méditerranéenne, Lentilla amont et aval, Llipoudère amont.

Mais il n'est pas possible d'obtenir plus de précisions, notamment sur l'influence des repeuplements.

On note une bonne cohérence globale entre la méthode multidimensionnelle et le diagnostic visuel.

## II.3 - La méthode d'assignation avec le logiciel STRUCTURE

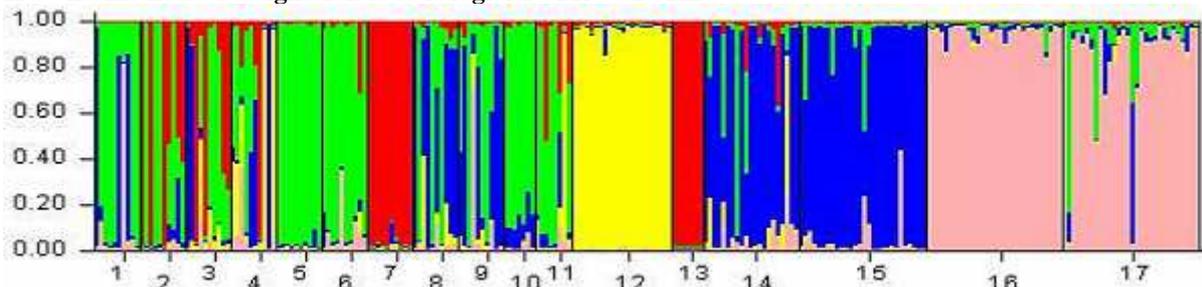


Figure 3 : Ce graphique nous montre l'assignation de chaque truite à un type (couleur) indépendamment de l'origine (chiffres en abscisse). Les échantillons de référence nous donnent la signification: Ebre = jaune; Carança = rouge; Roquebillière = bleu, atlantiques domestiques = rose.

Les pourcentages calculés sur les échantillons nouveaux des Pyrénées Orientales (de 1 à 11 dans l'ordre des numéros de terrain) sont estimés par similitude d'assignation avec ces références.

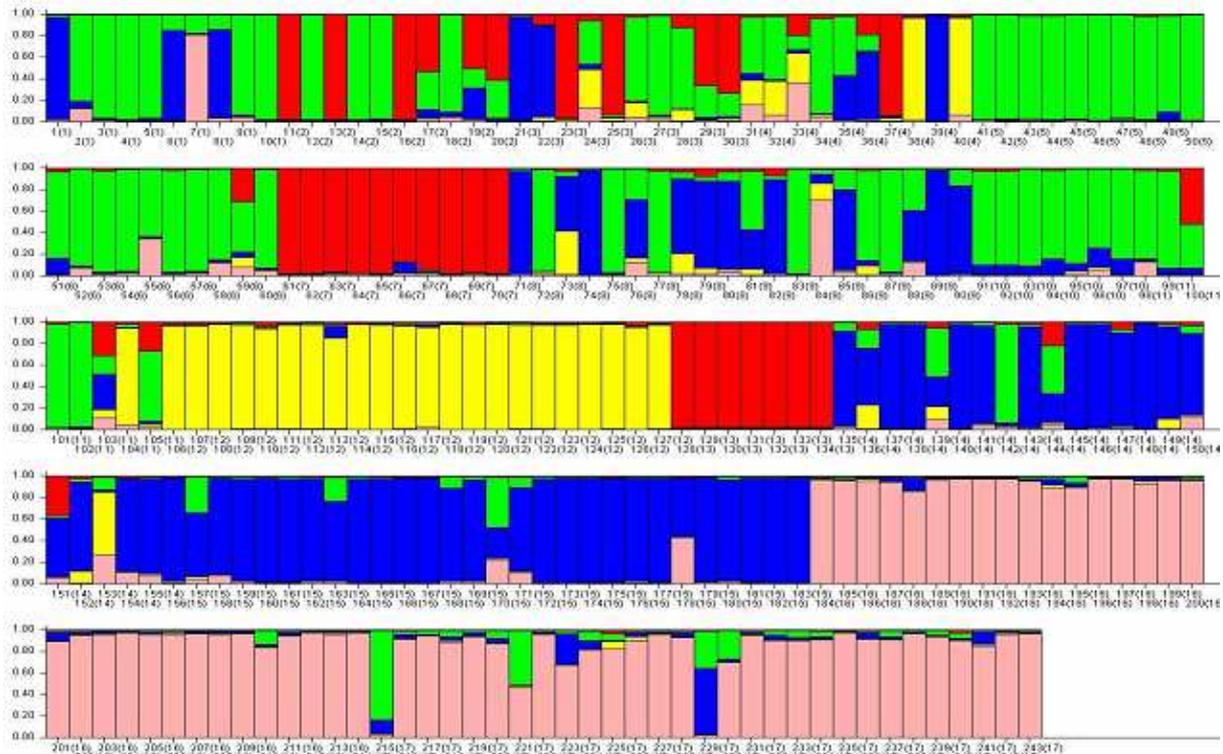


Figure 4 : même analyse, mais ici chaque truite est individualisée clairement, avec les mêmes codes de couleur qu'à la figure précédente. Une synthèse est fournie en annexe I. L'ordre des individus est celui des numéros de terrain.

Dans les échantillons des Pyrénées Orientales il y a une forte dominance de la couleur verte qui n'est présente qu'en faible proportion et uniquement dans les échantillons de références "Roquebillière" et "atlantiques domestiques". Cette couleur verte ressort particulièrement sur les échantillons du bassin de la Têt, mais aussi dans l'échantillon du bassin du Tech. Nous appellerons ce type particulier "type Têt". Les résultats numériques transposent les graphiques en proportion de chaque type (= couleur) dans chaque truite ou chaque échantillon.

	type Têt	type Carança	type Ebre	domestique roquebillière	domestique atlantique
Lladure amont	33,75	4,25	7,3	51,8	2,9
Lladure aval	0,8	95,35	1,45	1,55	0,85
Llipoudère amont	46,9	42,4	4,4	4,85	1,45
Llipoudère aval	60,5	0,7	0,6	27,25	10,95
Lentilla amont	33,55	34,45	9,7	19,55	2,75
Lentilla aval	28,2	15,45	26,85	21,75	7,75
Nohède amont	95,6	0,95	0,8	1,65	1
Nohède aval	82,6	4,95	1,85	3	7,6
Cady	61,05	16,05	12,55	5,9	4,45
Coumelade aval	40,25	3,3	3,85	43,3	9,3
Coumelade amont	83,55	1,45	1	12,05	1,95
Carança	0,6	89,5	8,8	0,6	0,5
Harlando	0,8	1,3	95,5	1,25	1,15
Roquebillière 2001	11,25	6,25	5,85	71,65	5
Roquebillière 2008	5,35	0,9	0,7	88,7	4,35
domestique AT	1,6	0,55	0,9	2,15	94,8
domestique AT	9,35	0,95	1,2	5,85	82,65

Tableau 3 : Pourcentage d'appartenance de chaque échantillon aux cinq types génétiques observés.

Le tableau 3 diagnostique l'influence des deux types domestiques (Roquebillière = Doubs, et atlantique domestique), des types locaux Carança et Ebre, et du type particulier Têt dans chaque échantillon. Deux tests ont été effectués, c'est la moyenne qui est donnée dans ce tableau. Compte tenu du petit nombre de marqueurs (4) et des nuances très poussées demandées à l'analyse (distinguer entre 3 types de truites méditerranéenne: 2 sauvages et 1 domestique), il ne semble pas raisonnable de tenir compte de pourcentages inférieurs à 5% (mis en **gris** sur le tableau 3). Par contre les tendances majoritaires (en **jaune**) sont sûres, de même que les fréquences plus faibles (en **bleu**). Visiblement la méthode d'assignation permet ici de déceler assez nettement les apports des différentes souches de repeuplement utilisées.

#### **II.4 - La méthode mitochondriale**

Les analyses réalisées sur 5 truites de la station Nohèdes amont (95,6% de « type Têt », voir tableau 3) ont montré que 4 étaient de type ATcs2 et l'autre de type ATcs3 selon les séquences publiées par Cortey et Garcia-Marin en 2002. Ces types sont couramment trouvés dans les souches atlantiques domestiques autant en France qu'en Espagne.

### **III - Interprétations**

#### **III.1 - Souche Roquebillière**

On a constaté sur l'AFC (figure 2) que ces truites, pourtant d'origine méditerranéenne Doubs, se situent plutôt dans la zone occupée par les truites atlantiques domestiques. Ceci laisserait douter de leur nature méditerranéenne. En fait une analyse sur 16 marqueurs, comprenant plus d'un millier de truites de 42 provenances dont Roquebillière (projet GENESALM), classe bien cette souche domestique au sein des truites méditerranéennes. Dans notre analyse la méthode d'assignation les différencie des truites méditerranéennes des Pyrénées Orientales. Ceci indique que ces poissons sont différents et probablement éloignés sur le plan génétique. L'assignation montre en outre un faible pourcentage de gènes atlantiques. La souche n'est pas pure, elle a probablement été fondée à partir de truites prélevées dans des populations sauvages impactées par des repeuplements. Notons que la souche a été fondée en Franche-Comté, puis perpétuée à Roquebillière après fermeture de la pisciculture d'origine.

#### **III.2 - Type Têt**

L'AFC et le diagnostic visuel nous indiquent qu'il s'agirait de truites atlantiques. Mais la méthode d'assignation affirme leur forte différence par rapport aux truites atlantiques de repeuplement. Dès lors serions nous en présence d'un type sauvage indéterminé ? On connaît des cas de présence naturelle probable de truites atlantiques sauvages dans le bassin méditerranéen par captures de cours d'eau dues à l'érosion régressive : Vis supérieure dans les Cévennes gardoises (CAMBON et BERREBI 1998), Clamoux, Grave et Serremijeane dans la montagne noire audoise (BERREBI 1997). On sait aussi qu'il y a une bonne présence de truites méditerranéennes, plus ou moins introgressées, dans le cours supérieur de l'Aude et dans la Têt (LASCAUX 1996). Ce type Têt indéterminé est rencontré à haute altitude, en têtes de bassins versants et à l'amont de grandes cascades infranchissables. Ceci est particulièrement net pour les stations Cady et Llipoudère. Cette situation est comparable à celle des truites ancestrales corses protégées des truites méditerranéennes par de grandes cascades et on pourrait alors être en présence d'un nouveau type ancestral pyrénéen. On peut tout aussi avancer l'hypothèse que, après la fonte des glaciers, ces zones apicales stériles sur le plan piscicole n'ont pas pu être colonisées par la souche méditerranéenne présente à l'aval, et ce du fait d'obstacles infranchissables. Dans la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle, les pratiques de repeuplements se développant, la truite y aurait été introduite et s'y serait perpétuée donnant le type Têt. Il importait donc de déterminer au sûr l'origine de ces poissons. Il avait été réalisé des analyses enzymatiques sur la rivière de Nohèdes (BERREBI et al. 2000) avec un résultat atlantique. Monsieur PATAUD, président de la FDPPMA, nous a confirmé que la station de 1999 correspond avec notre échantillon Nohèdes aval. Simultanément l'Institut des Sciences de l'Evolution procédait au séquençage de l'ADN mitochondrial de 5 truites de Nohèdes avec un résultat atlantique domestique. **Il s'agit donc bien d'une introduction contemporaine dans des zones apicales qui étaient vides de truites.** Ce phénomène a été observé à de multiples reprises, en particulier dans les Alpes Maritimes, bassin amont de la Roya (BERREBI et al. 2006)

#### **III.3 - Structure naturelle des truites des Pyrénées Orientales**

Ceci est la première étude des truites de cette région basée sur des microsattellites. L'ancienne méthode, les allozymes, ne permettait pas de distinguer de sous groupes dans le type méditerranéen. Ici nous sommes en présence de deux types naturels méditerranéens : Carança (affluent de la Têt) et Ebre.

- Le type Carança est minoritaire, sauf dans la Lladure aval (95%). On le trouve à des taux allant de 15 à 40% dans trois affluents de la Têt, mais pas dans l'affluent du Tech. Le type Carança a été introduit récemment dans ces stations apicales alors que la Lladure aval constitue une station naturelle de truites méditerranéennes en bon état de conservation, bien que quelque peu introgressée.
- le type Ebre (identifié sur un affluent français des Pyrénées Orientales, l'Harlando) a été retrouvé en minorité (entre 5 et 25%) dans des affluents de l'Aude et de la Têt.

La structure naturelle des truites des Pyrénées Orientales demande à être précisée. On sait déjà qu'un premier type méditerranéen "Carança", à priori largement répandu naturellement, est présent dans les bassins de la Têt et de l'Aude. Un second type "Ebre", à priori localisé aux affluents de ce fleuve, est très minoritaire ailleurs.

### III.4 - Impacts des repeuplements

Les repeuplements se font depuis plusieurs décennies à partir de souches domestiques atlantiques répandues dans toute l'Europe. Mais plus récemment la DFPPMA a constitué une souche captive d'origine locale Carança à la pisciculture de Sahorre. La production ne couvrant pas les besoins, elle achète depuis quelques années des œufs à la pisciculture de Roquebillière qui détient une souche méditerranéenne d'origine du nord du Rhône (Doubs).

	Types PO Carança + Ebre	Type Roquebillière	Types atlantiques	Total Méd.	Total Atl.
Lladure aval	96.8	1.55	1.65	98.35	1.65
Lentilla aval	42.3	21.75	35.95	64.05	35.95
Lentilla amont	44.15	19.55	36.3	63.7	36.3
Lladure amont	11.55	51.8	36.65	63.35	36.65
Llipoudère amont	46.8	4.85	48.35	51.65	48.35
Coumelade aval	7.15	43.3	49.55	50.45	49.55
Coumelade amont	2.45	12.05	85.5	14.5	85.5
Llipoudère aval	1.3	27.25	71.45	28.55	71.45
Cady	28.6	5.9	65.5	34.5	65.5
Nohèdes amont	1.75	1.65	96.6	3.4	96.6
Nohèdes aval	6.8	3	90.2	9.8	90.2

Tableau 4 : Pourcentages synthétiques des divers types génétiques.

Le tableau 4 montre une seule station où le type local est quasi exclusif (rouge), station peu impactée par les repeuplements. Deux stations sont de types atlantiques quasi exclusifs (bleu), stations anciennement impactées par l'introduction de la truite, mais laissées en l'état depuis. Il y a deux stations où types méditerranéens et atlantiques sont à égalité (jaune), 3 stations avec types méditerranéens majoritaires (orange), et trois stations avec types atlantiques majoritaires (vert). Sur ces dernières stations les impacts ont probablement été successifs et importants. Les impacts des repeuplements sur les cours d'eau étudiés sont donc anciens, multiples et complexes.

Essayons de détailler à l'aide des résultats du tableau 3 :

- Le type Têt, truites atlantiques d'introduction ancienne, est plus ou moins fortement présent dans toutes les stations à l'exception de Lladure aval. Il est le témoin de l'impact des premiers repeuplements dans les zones apicales où la truite était naturellement absente.
- Le type Carança est quasi exclusif de la station Lladure aval. C'est le type local naturellement présent et très peu impacté par les repeuplements sur cette station.
- Le type Carança est moyennement présent, entre 16 et 42 % dans 4 stations : Llipoudère amont, Lentilla amont et aval et Cady (bassin de la Têt), stations où le type Têt est par ailleurs fortement représenté. Il s'agit là de l'impact de repeuplements récents à partir de la souche locale captive de Sahorre (souche Carança).
- Le type Roquebillière est bien plus présent avec plus de 50% dans la Lladure amont (Aude) et presque autant dans la Coumelade aval, 12% dans la Coumelade amont (Tech), entre 20 et 30% dans la Lentilla (amont et aval) et Llipoudère aval (Têt). L'impact des alevinages récents avec la souche de Roquebillière semble donc très nettement plus important, mais peut-être que les quantités utilisées le sont également.
- Le type Ebre, souche essentiellement espagnole, n'est présent qu'à l'état de traces, sauf sur la Lladure amont (Aude) ainsi que dans deux affluents de la Têt, le Cady et surtout la Lentilla aval où il représente plus d'un quart de la population. Ce pourcentage relativement fort est difficilement explicable. On est sûr qu'il est dû à l'impact de repeuplements récents en souches méditerranéennes (Sahorre ou Roquebillière) dont il est une composante minoritaire.

- Enfin le type atlantique domestique classique est très peu présent, entre 5 et 10% dans 5 stations: Llipoudère aval, Lentilla aval, Nohède aval et Cady (Têt) ; Coumelade aval (Tech). Il représente l'impact de repeuplements que l'on peut qualifier d'intermédiaires. Son efficacité semble très limitée, surtout s'il a été abondamment utilisé par le passé.

On observe de surprenantes différences entre amont et aval : Lladure amont = type Têt, Lladure aval = type Carança ; Llipoudère : environ 50% du type Carança uniquement à l'amont. Ce type de variations amont-aval fait plus penser à des repeuplements ou à des translocations qu'à des phénomènes naturels. Nous allons les expliquer.

On peut aller plus loin dans le détail et, à l'aide du tableau 3 et de l'annexe 1 (génotypes par truites), essayer de retracer les apports et leurs influences pour les différentes stations :

- **Llipoudère aval** : Ce petit torrent de haute altitude dont la confluence avec le Cady se situe en amont de cascades de plusieurs dizaines de mètres de haut n'a pas pu être colonisé par les truites de la Têt après la disparition des glaciers. La truite y a été introduite vraisemblablement dans la première moitié du 20<sup>e</sup> siècle à partir d'une souche atlantique indéterminée qui s'y est très bien acclimatée et qui constitue toujours le fonds du peuplement sur ce point d'échantillonnage (70% des truites). La souche domestique classique a dû être utilisée par la suite, mais avec une efficacité modérée sur le long terme. La souche Roquebillière a été introduite récemment avec une bonne efficacité puisque 30% des truites en proviennent. On note l'absence de la souche Carança sur cette station.
- **Llipoudère amont** : Même historique. Mais le type atlantique initialement introduit est plus réduit (40% des génotypes). On remarque en plus un apport récent et très efficace de souche Carança (42% de la composition génétique), alors que la souche Roquebillière est à l'état de traces. Cette station amont étant plus facile d'accès, il est probable que c'est là que se font préférentiellement les repeuplements. Ces résultats laissent suggérer que la souche Roquebillière (trouvée sur la station aval) a eu tendance à dévaler et à disparaître alors que la souche Carança est restée sur le lieu d'introduction.
- **Cady** : Station très difficile d'accès en amont de la confluence avec la Llipoudère. L'impressionnant canyon du Cady n'a pas permis l'arrivée naturelle de la truite. Ce poisson y fut introduit anciennement. Par la suite les souches domestiques classiques ont été utilisées avec peu d'influence. On remarque les introductions récentes, peu impactante pour Roquebillière (6%), mais bien plus efficace pour Carança (28,6%). C'est l'une des deux stations avec présence significative du type Ebre (13%), composante minoritaire des souches méditerranéennes utilisées dont il pourrait résulter de l'effet cumulatif.
- **Lentilla amont et aval** : Le haut bassin de la Lentilla est lui aussi peuplé par un fond encore important de truites atlantiques d'introduction ancienne (environ 30%). Ici aussi la souche domestique classique n'a laissé que peu de traces. La souche Roquebillière y a été introduite avec une efficacité relativement bonne, environ 20% du peuplement. Enfin la souche locale Carança a été utilisée à priori plus récemment, et plus assidûment à l'amont, avec une bonne efficacité puisqu'elle rentre dans la composition de la population à hauteur de 15% à l'aval et de 34% à l'amont. La composante habituellement minoritaire Ebre des souches méditerranéennes introduites vient s'y ajouter pour 10% à l'amont et 27% à l'aval où l'on peut émettre l'hypothèse d'un effet cumulatif. L'utilisation récente de deux provenances méditerranéennes a donc abouti en quelques années à retrouver une population majoritairement méditerranéenne (64%), mais qui hélas est très mélangée.
- **Nohèdes** : les deux stations se trouvent en tête de bassin versant à l'amont de fortes déclivités. Naturellement vides de poissons elles ont été anciennement repeuplées en truites atlantiques (type Têt). Nous sommes dans une réserve naturelle dont la réglementation interdit les repeuplements. De ce fait la population introduite y a été conservée en l'état, notamment à l'amont. On relève quelques traces de repeuplements à l'aval avec faible présence du type atlantique domestique classique et du type Carança.
- **Lladure aval** : Cette station en relation directe avec le cours supérieur de l'Aude est naturellement peuplée avec le type Carança. On y rencontre quelques traces des autres types ce qui laisse supposer des repeuplements anciens sans grande efficacité, et/ou la dévalaison des truites introduites à l'amont.
- **Lladure amont** : Nous retrouvons le cas classique de la station de haute altitude, à l'amont de cascades, jamais colonisée par la truite après les glaciations. Le type atlantique Têt initialement introduit constitue encore une part importante de la composition génétique (34%). Le type atlantique domestique est rare, ce qui confirme une fois de plus son manque de résilience. Par contre le type Roquebillière représente 52%. Sa très forte efficacité peut être expliquée par deux facteurs : On se trouve dans une réserve de pêche, et surtout à la sortie d'un lac naturel dont l'effet régulateur soustrait ces poissons aux conséquences des fortes crues. Présence modérée des types locaux Carança et Ebre laissant supposer leur utilisation marginale.
- **Coumelade aval** : Situation classique d'une zone d'altitude probablement jamais colonisée par la truite. Le type atlantique Têt y a été initialement introduit et constitue encore une part importante de la composition génétique (40%). Par la suite la souche classique domestique a du y être utilisée assidûment et on la retrouve pour presque 10%. Les repeuplements récents se sont faits efficacement à partir de la souche

Roquebillière (50% de gènes méditerranéens). La souche locale de Sahorre (Carança) n'est visiblement pas utilisée dans cette zone.

- **Coumelade amont** : On se trouve ici dans une zone apicale fortement pentue avec séries de cascades infranchissables. Le type atlantique Têt initialement introduit constitue encore la presque totalité du peuplement. Le type atlantique domestique classique, certainement utilisé par la suite, n'a laissé que peu de traces. Le type Roquebillière récemment utilisé semble avoir du mal à s'y maintenir. La souche locale Carança n'y a pas été introduite.

### III.5 - Diagnostic visuel

Le diagnostic visuel est globalement cohérent avec les analyses génétiques. Sa fiabilité moyenne est de 92%, mais avec des variations importantes, par exemple proche de 100% pour Lipoudère aval, Cady et Nohèdes amont, mais seulement 80% pour Lentilla amont et Lladure amont.

Plus dans le détail :

- Les truites données pour être atlantiques le sont effectivement à 75%, mais 21% ressortent avec un génotype hybride et 4% avec un génotype méditerranéen.
- Les truites notées hybrides le sont effectivement à 57%, alors que 33% sont de génotype atlantique et 10% de génotype méditerranéen.
- Enfin les truites supposées méditerranéennes le sont bien à 83% tandis que 10% d'entre elles ont un génotype hybride et 7% ont un génotype atlantique. Il n'est pas possible de distinguer à l'œil nu les sous-types méditerranéens.

Lentilla amont	81%
Lladure amont	82%
Coumelade amont	90%
Lentilla aval	91%
Lladure aval	92%
Lipoudère amont	93%
Nohèdes aval	95%
Nohèdes amont	97%
Cady	97%
Lipoudère aval	99%
<b>Moyenne</b>	<b>92%</b>

Tableau 5 – Fiabilité du diagnostic visuel

Le diagnostic visuel est d'une bonne fiabilité en présence de populations pas ou peu mélangées. Par contre il est plus aléatoire pour des populations au sein desquelles un poisson d'aspect méditerranéen peut avoir un génotype atlantique, ou vice-versa avec tous les intermédiaires possibles, il s'agit alors de populations hybrides. Donc le diagnostic visuel peut être utile pour détecter le type de population: méditerranéenne, atlantique ou mélangée. Par contre, en cas de mélange il est d'une fiabilité aléatoire au niveau de l'individu. Ces résultats concordent totalement avec ceux déjà obtenus par LASCAUX (1996) sur les truites des Pyrénées ou CAMBON (1998) sur le bassin de l'Hérault.

## IV - Synthèse

Les méthodes employées permettent de connaître la nature du peuplement salmonicole en place sur les diverses stations, de donner une esquisse de la structuration des populations naturelles de truites des Pyrénées Orientales et de connaître les impacts des pratiques de repeuplements.

On sait à partir des échantillons de références du laboratoire qu'il existe au moins deux types méditerranéens naturels dans le département. D'une part le type Carança, à priori le plus répandu, qui pourrait peupler le bassin de la Têt et dont nous venons de mettre en évidence la présence sur le haut bassin de l'Aude (station Lladure aval). D'autre part le type Ebre probablement cantonné au seul bassin versant de ce fleuve. Mais cette structuration naturelle reste à préciser, bien sûr dans les bassins de la Têt, de l'Aude et du Sègre, mais en particulier au niveau des bassins du Tech et de petits fleuves côtiers où un éventuel nouveau type reste possible.

Il faut noter que le petit nombre de marqueurs microsatellites utilisés ici (4), ainsi que le faible nombre de truites de référence Carança (7), ont probablement introduit une importante incertitude sur les pourcentages des diverses origines. A l'avenir, ce type d'analyse devra être basé sur 6 marqueurs microsatellites et 30 truites de la Carança.

Les Pyrénées Orientales, hautes montagnes qui côtoient la mer, sont profondément entaillées de vallées aux versants abrupts. Au fond de ces longues vallées coulent des fleuves du bassin méditerranéen à la pente relativement forte, mais dont les affluents sont d'impétueux torrents qui dévalent plusieurs centaines de mètres sur de courtes distances. De ce fait les hauts de bassins versants sont souvent séparés de l'aval par des séries de grandes cascades. A la lumière de notre connaissance du réseau hydrographique, d'anciennes études génétiques, et des résultats exposés ci-dessus on peut décrire la situation suivante : les truites naturelles méditerranéennes peuplaient les cours d'eau situés en fond des longues vallées lors des glaciations et ont progressé vers l'amont à la

fonte des glaciers. Mais elles se sont heurtées aux grandes cascades leur interdisant l'accès à la plupart des zones apicales qui sont demeurées "stériles" jusqu'à l'époque contemporaine.

Au 20<sup>e</sup> siècle les repeuplements sont venus bousculer cet ordre naturel d'une part en introduisant la truite dans les zones apicales, et d'autre part en propageant des truites d'origines allochtones. Les premiers repeuplements se sont faits à partir d'une souche atlantique qui s'est bien acclimatée dans les parties amont initialement vides de poissons, et qui s'y est maintenue jusqu'à nos jours, venant introgresser les populations naturelles de l'aval. Pendant plusieurs décennies les repeuplements en truites domestiques atlantiques ont été soutenus avec des effets modérés. Ce n'est que récemment qu'une souche domestique d'origine méditerranéenne éloignée (bassin du Doubs, pisciculture de Roquebillière dans les Alpes Maritimes) est utilisée à priori sur l'ensemble du département, et ce avec une bonne efficacité ayant abouti à l'introduction dans les zones apicales de truites méditerranéennes mélangées aux truites atlantiques. Mais la souche Roquebillière aurait tendance à dévaler et à disparaître à long terme. Ce n'est que depuis quelques années également que la FDPPMA utilise sa propre souche d'origine locale Carança, mais à priori de façon restreinte au seul bassin de la Têt. La souche Carança montre une très bonne efficacité ... elle semble particulièrement bien adaptée à ces torrents fortement pentus.

Les résultats obtenus sur les torrents étudiés montrent qu'il est possible en quelques années de faire fortement augmenter le pourcentage de gènes méditerranéens sur des stations peuplées par des truites atlantiques introduites. On peut donc raisonnablement espérer pouvoir remplacer les truites atlantiques par des méditerranéennes afin de revenir vers un état plus naturel et protéger les populations locales situées à l'aval. Ceci ne semble être possible que moyennant d'une part une pression de repeuplement soutenue. Ceci ne semble être possible d'autre part qu'en utilisant une souche parfaitement adaptée : la souche locale.

Sur les onze stations échantillonnées, une seule est de type méditerranéen local. Toutes les autres sont peuplées de truites introduites. Il ne faut pas en déduire une situation catastrophique pour les truites méditerranéennes ancestrales dans le département. En effet, les stations apicales ne sont pas représentatives de l'ensemble des bassins. Il se pourrait par exemple qu'un échantillonnage du Cady au niveau de Casteil révèle la présence de truites méditerranéennes. On aurait de façon générale des truites locales plus ou moins introgressées à l'aval, et des truites introduites à l'amont ... à vérifier par un échantillonnage plus poussé.

## **V - Pistes de gestion**

On ne peut qu'insister sur le fait que les populations naturelles de truites sont le résultat de plusieurs milliers d'années d'évolutions dans un environnement particulièrement inhospitalier (fortes pentes, crues, cycles thermiques ...). Il s'agit donc de poissons parfaitement adaptés à leur torrent. On peut difficilement faire mieux, et toute implantation de truites allochtones peut passer par une phase d'adaptation plus ou moins longue se soldant par de lourdes pertes et des effectifs instables. Par exemple on note de façon générale la faible efficacité sur le long terme des souches domestiques classiques ... et le suivi mené sur les stations échantillonnées tend déjà à montrer une plus grande abondance de truites et une meilleure stabilité sur la station Lladure aval, la seule dont le peuplement est naturel ! Nos truites méditerranéennes locales sont la meilleure assurance pour une capacité d'adaptation permanente aux variations du milieu. Leur structuration génétique est également le témoin de l'histoire de nos cours d'eau : peuplement très ancien à partir d'échanges par voie marine, invasions naturelles successives, évolution particulière de chaque population isolée dans son bassin versant, échanges par captures de cours d'eau ... et à très long terme apparition potentielle de nouvelles espèces. Les apports exogènes peuvent conduire à une homogénéisation gommant toutes les différences, avec perte de diversité et de capacité adaptative, et peut-être de productivité.

Nous avons entre les mains un grand livre auquel nous avons déjà arraché de nombreuses pages. Essayons de conserver ce qu'il en reste en optant pour une gestion respectueuse de la biodiversité naturelle ! Pour cela les principes sont d'éviter les repeuplements, si nécessaire les utiliser de façon raisonnée, agir plutôt sur l'habitat et ses causes de dégradations. On peut proposer les pistes suivantes :

### **V.1 - Utilisation des souches de repeuplements**

- Souche Carança. : Elle paraît être la mieux adaptée et on ne peut qu'encourager son utilisation pour introduction dans les têtes de bassins, ou en renforcement des populations naturelles plus ou moins introgressées ... mais uniquement dans sa zone de présence naturelle, c'est-à-dire pour ce que nous en connaissons actuellement le bassin de la Têt et le bassin supérieur de l'Aude. On ne doit pas l'introduire dans le bassin du Sègre (Ebre) qui possède son type particulier, ni dans les autres cours d'eau dont on ne

connaît pas le type naturel. Elle serait à préférer pour repeupler les bassins fluviaux dont l'échantillonnage aurait conclu à l'absence de truites locales.

- Souche Roquebillière : Nous déconseillons fortement son utilisation, et tout particulièrement dans les bassins de la Têt, de l'Aude et du Sègre, car bien que méditerranéenne elle est éloignée géographiquement et génétiquement des truites naturelles des Pyrénées Orientales. Par ailleurs les analyses ci-dessus laissent supposer que malgré une bonne efficacité instantanée, cette souche pourrait avoir tendance à dévaler et à disparaître sur le long terme, en laissant des traces. Elle semble être "un remède pire que le mal" puisque son utilisation vient fortement dénaturer les populations locales.
- Autres souches méditerranéennes captives (pisciculture du Marais dans l'Ain, pisciculture de Babeau dans l'Hérault ...) : Idem souche Roquebillière.
- Souches classiques domestiques atlantiques : On recommande bien sûr de ne pas les utiliser en zone méditerranéenne, en particulier bassins de la Têt et de l'Aude et du Sègre.
- Truites triploïdes : Non utilisées actuellement, peut être à expérimenter (mais plus coûteuses) ?

## **V.2 - Cas des stations échantillonnées**

- Lladure aval : Il s'agit d'une population méditerranéenne bien conservée, présentant quelques traces d'introggression. Elle est à préserver et à conserver en l'état en faisant confiance à la nature. On ne la repeuplera donc pas. En pareil cas les seules interventions envisageables ne doivent concerner que l'habitat si des problèmes sont décelés (actions sur la ripisylve essentiellement). On devra autant que possible limiter les sources d'introggression à partir de l'amont (voir Lladure amont ci-dessous).
- Lladure amont, Llipoudère amont et aval, Cady, Lentilla amont et aval : Ces stations de têtes de bassins se situent dans l'aire naturelle du type méditerranéen Carança qui est théoriquement présent à l'aval (vérifié pour la Ladure). Leurs truites atlantiques constituent donc une source d'introggression pour les populations ancestrales de l'aval. On peut se dire que comme la truite n'y était pas présente naturellement, le retour à l'état originel impliquerait de l'éradiquer. Cette solution n'est pas envisageable car techniquement irréaliste, en outre elle serait peu satisfaisante pour les pêcheurs. Nous recommandons de ne plus les repeupler avec des truites d'origines allochtones (dont Roquebillière). Il s'agit de stations sur lesquelles doit porter l'effort d'introduction du type local à partir de la production de la pisciculture de Sahorre. On peut également ne pas les repeupler et laisser faire la nature, mais on conserve alors le risque d'introggression pour l'aval. Pour le Cady et la Llipoudère le choix sera arrêté dans le plan de gestion de la réserve biologique du Canigou en cours de création (à priori effort de réintroduction du type local Carança).
- Nohèdes amont et aval : Il s'agit également de stations apicales initialement sans truites, à l'aval desquelles on doit théoriquement rencontrer le type Carança. Du fait de leur situation dans une réserve naturelle nationale elles n'ont pas été repeuplées et la souche atlantique initialement introduite n'a pas été modifiée. Ici aussi l'éradication de la truite n'est pas envisageable, la seule méthode réellement efficace étant l'empoisonnement total ! On peut donc continuer à ne pas les repeupler et conserver ainsi un témoin de l'action humaine. On peut également décider d'y introduire le type Carança afin de minimiser les risques d'introggression pour l'aval. Cette question devra être débattue en comité consultatif de la réserve naturelle.
- Coumelade amont et aval : Stations du bassin du Tech dont on ignore la nature du peuplement originel. Pour cette raison on recommande de ne pas y introduire une quelconque provenance méditerranéenne (Carança, Roquebillière, Ebre, Ain, Orb ...). Si on désire les repeupler, une souche domestique atlantique classique (par exemple 'red spot') peut y être préférée. Cette position sera à reconsidérer après investigations sur le bassin du Tech. En attendant l'idéal serait de ne pas les repeupler ...

## **VI - Pistes de recherches**

La structure naturelle des truites des Pyrénées Orientales et la nature des peuplements en place restent à préciser. Ceci est un préalable à la mise en œuvre d'une gestion respectueuse de la biodiversité. Pour cela il serait souhaitable de mener une étude globale sur l'ensemble du réseau hydrographique de première catégorie du département afin de délimiter l'aire de présence naturelle des types Carança et Ebre, mais aussi afin de rechercher la présence éventuelle d'un nouveau type méditerranéen.

Le bassin du Tech est totalement inconnu. C'est donc prioritairement dans ce fleuve et ses affluents qu'il faudrait mener des investigations. Ensuite le bassin de la Têt serait à explorer en complément de ce qu'on connaît. Enfin les bassins versant de moindre étendue seraient traités en dernier (Ebre, Aude, Agly, petits fleuves côtiers comme la Massane).

La méthode que nous proposons fait appel de façon complémentaire à la prospection par pêches électriques, au diagnostic visuel, et aux analyses génétiques. La pêche électrique est le moyen le plus rapide et le plus efficace pour échantillonner une population de truites. Cependant le matériel et les règles de sécurité demandent un grand nombre d'opérateurs ce qui induit un coût élevé. Les analyses génétiques sont également chères, d'autant plus que le passage à 6 marqueurs est nécessaire vu la finesse recherchée pour le typage des poissons. Compte tenu de l'importance du réseau hydrographique concerné on ne peut pas envisager ne serait ce qu'un seul prélèvement par affluent. Afin de prospecter un maximum de stations, l'utilisation d'un appareil de type "martin pêcheur" sera préférée. On procède par sondage pour capturer une quinzaine de truites de plus de 10 cm de long (sur des poissons plus petits il devient impossible de distinguer entre truites atlantiques et truites méditerranéennes). Ces truites sont anesthésiées, photographiées. On ne prélèvera des fragments de nageoires pour analyses génétiques que si le diagnostic visuel conclue à la présence d'une population méditerranéenne, ou d'un type inconnu. Les truites sont remises dans leur élément, et l'équipe se dirige vers une autre station.

## **Conclusion**

Cette étude a été entreprise dans le but de connaître la nature génétique des populations de truites faisant l'objet d'un suivi conjoint par l'Office National des Forêts et la Fédération des Pyrénées Orientales pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. Une seule population de type méditerranéen local en bon état de conservation a été trouvée. Toutes les autres stations sont peuplées par des truites introduites de plusieurs origines. Ceci a permis d'une part de donner une esquisse de la structuration des populations naturelles de truites dans le département, et d'autre part de mesurer l'efficacité et les impacts des diverses souches utilisées. En fonction des populations actuellement en place des stratégies de gestion ont été proposées afin de prendre en compte la diversité salmonicole naturelle dans la gestion piscicole. Mais les stations échantillonnées ne représentent qu'une infime portion du réseau hydrographique. L'éventail des situations étant large, faisant intervenir d'une part la présence localisée de divers types méditerranéens naturels (identifiés ou non) et d'autre part diverses introductions, il semble nécessaire de connaître la situation de chaque torrent avant de décider d'un mode de gestion. A cette fin il est proposé de lancer une étude de grande envergure sur l'ensemble du département dont la finalité serait double : premièrement rechercher les populations méditerranéennes dont le caractère patrimonial est reconnu dans l'inventaire ZNIEFF, ce qui permettrait de les préserver. Deuxièmement faire l'inventaire des divers cas et en dresser une typologie à laquelle des règles de gestion seraient attachées.

## **Bibliographie**

- Lascaux J-M. - 1996. Analyse de la variabilité morphologique de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans les cours d'eau du bassin pyrénéen méditerranéen. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, INP Toulouse.
- Berrebi P. - 1997. Analyse enzymatique des truites du bassin de l'Aude. Laboratoire Génome et Populations – Université de Montpellier II.
- Cambon D. et Berrebi P. - 1998. Etude génétique et morphologique des truites des affluents du haut Hérault : Vis et Lergue. Office National des Forêts direction régionale Languedoc-Roussillon et Laboratoire Génome et Populations - Université de Montpellier II.
- Berrebi et al. - 2006. Berrebi P. Lasserre B. Dubois S. - Analyse génétique (microsatellites) des truites du Parc du Mercantour - Rapport final novembre 2006 - Université Montpellier 2.
- Berrebi P. - 2010. Rapport d'analyse des truites des Pyrénées Orientales - Microsatellites et séquençage de la Dloop.

Annexe I : résultats truite par truite

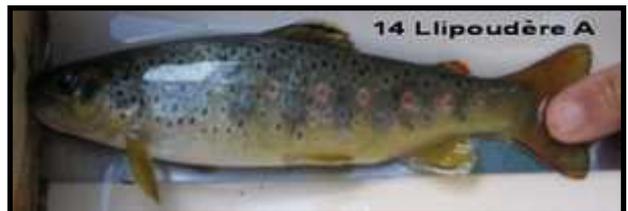
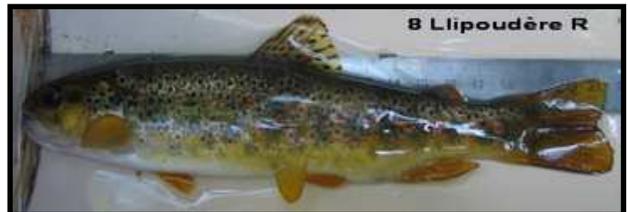
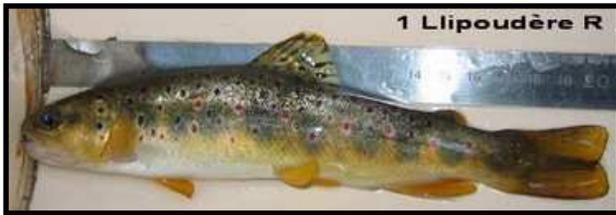
N° labo	N° terrain	station	Ssa197	Om=1103	Onep9	Omy210/AS	Taille	Diagnosticvisuel	TEI	CARAN.	EBRE	ROQUEB.	ATL.
T13416	ONF-PO-1	Llipoudère aval	127139	182210	199199	102108	205	A	0,023	0,01	0,01	0,95	0,02
T13417	ONF-PO-2	Llipoudère aval	131131	238274	199211	108114	192	H	0,799	0,01	0,01	0,06	0,13
T13418	ONF-PO-3	Llipoudère aval	127131	268302	0	102114	193	A	0,957	0,01	0,01	0,01	0,01
T13419	ONF-PO-4	Llipoudère aval	127131	268302	185201	102114	155	A	0,969	0,01	0,01	0,01	0,01
T13420	ONF-PO-5	Llipoudère aval	127127	208302	185201	102114	165	A	0,957	0,01	0,01	0,02	0,01
T13421	ONF-PO-6	Llipoudère aval	123127	268266	199201	106138	217	M06	0,143	0,01	0,01	0,83	0,01
T13422	ONF-PO-7	Llipoudère aval	131135	262274	201201	114122	190	H	0,171	0,01	0,01	0,01	0,81
T13423	ONF-PO-8	Llipoudère aval	127139	182210	201201	102126	217	H	0,136	0,01	0,01	0,81	0,04
T13424	ONF-PO-9	Llipoudère aval	131131	270278	201201	102108	190	A	0,927	0,01	0,01	0,02	0,05
T13425	ONF-PO-10	Llipoudère aval	131131	270270	201201	102120	214	H	0,967	0,01	0,01	0,01	0,01
T13426	ONF-PO-11	Llipoudère amont	147147	154170	197197	110110	204	M06	0,005	0,99	0,01	0,01	0,01
T13427	ONF-PO-12	Llipoudère amont	131131	308310	201201	102114	186	H	0,969	0,01	0,01	0,01	0,01
T13428	ONF-PO-13	Llipoudère amont	147147	154214	197197	110110	216	M06	0,005	0,99	0,01	0,01	0,01
T13429	ONF-PO-14	Llipoudère amont	127131	302306	201201	102102	177	A	0,967	0,01	0,01	0,01	0,01
T13430	ONF-PO-15	Llipoudère amont	127131	302306	201201	102114	182	A	0,964	0,01	0,01	0,01	0,01
T13431	ONF-PO-16	Llipoudère amont	147147	170214	197197	110110	205	M06	0,005	0,99	0,01	0,01	0,01
T13432	ONF-PO-17	Llipoudère amont	131147	154174	0	102108	177	A	0,347	0,53	0,02	0,09	0,02
T13433	ONF-PO-18	Llipoudère amont	127111	274286	201201	102114	166	A	0,899	0,01	0,01	0,04	0,05
T13434	ONF-PO-19	Llipoudère amont	127147	170286	197201	102110	203	H	0,179	0,50	0,01	0,29	0,03
T13435	ONF-PO-20	Llipoudère amont	131147	214306	197201	108110	175	H	0,345	0,81	0,01	0,02	0,01
T13436	ONF-PO-21	Lentilla amont	123127	202246	201201	110138	161	M06	0,015	0,01	0,01	0,99	0,01
T13437	ONF-PO-22	Lentilla amont	123127	214226	199201	110110	193	M06	0,010	0,10	0,04	0,85	0,01
T13438	ONF-PO-23	Lentilla amont	147147	158174	197197	110114	212	M06	0,008	0,99	0,02	0,01	0,01
T13439	ONF-PO-24	Lentilla amont	123135	174270	197199	108116	190	A	0,396	0,06	0,35	0,05	0,13
T13440	ONF-PO-25	Lentilla amont	147147	158174	197197	100114	183	A	0,023	0,93	0,03	0,01	0,01
T13441	ONF-PO-26	Lentilla amont	131131	166270	197201	116120	175	A	0,775	0,03	0,14	0,02	0,04
T13442	ONF-PO-27	Lentilla amont	123141	274310	197199	108114	176	A	0,921	0,01	0,03	0,02	0,02
T13443	ONF-PO-28	Lentilla amont	141151	174270	197207	108118	173	M06	0,753	0,12	0,11	0,01	0,01
T13444	ONF-PO-29	Lentilla amont	147147	174310	201207	110112	172	H	0,292	0,66	0,01	0,02	0,02
T13445	ONF-PO-30	Lentilla amont	101147	154270	197201	108110	178	A	0,215	0,73	0,02	0,02	0,01
T13446	ONF-PO-31	Lentilla aval	123123	0	197207	108114	162	A	0,519	0,03	0,23	0,07	0,16
T13447	ONF-PO-32	Lentilla aval	131135	158310	197201	108116	178	A	0,587	0,02	0,31	0,01	0,07
T13448	ONF-PO-33	Lentilla aval	131135	168174	197199	114116	179	A	0,135	0,19	0,28	0,03	0,37
T13449	ONF-PO-34	Lentilla aval	131131	170306	197201	108116	154	A	0,885	0,04	0,03	0,01	0,04
T13450	ONF-PO-35	Lentilla aval	131131	170286	199203	108138	200	M06	0,552	0,02	0,01	0,41	0,01
T13451	ONF-PO-36	Lentilla aval	123127	174286	193199	106108	211	M06	0,153	0,19	0,02	0,63	0,01

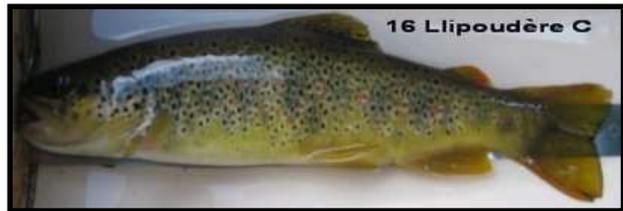
N° labo	N° terrain	station	Ssa197	Onm1105	Oneu9	Ony210/AS	Taille	Diagnosticvisuel	TET	CARAN.	EBRE	ROQUEB.	ATL.
T13452	ONF-PO-37	Lantilla aval	157157	188194	197197	112114	202	M06	0.012	0,94	0.03	0.01	0.01
T13453	ONF-PO-38	Lantilla aval	123123	158174	0	118116	158	H	0.008	0.02	0,95	0.01	0.02
T13454	ONF-PO-39	Lantilla aval	123127	185226	199199	106112	201	M06	0.008	0.01	0.01	0,97	0.01
T13455	ONF-PO-40	Lantilla aval	135135	158168	197197	118118	244	M06	0.008	0.02	0,90	0.01	0.07
T13456	ONF-PO-41	Nohêdes amont	131151	274302	185207	102118	235	A	0,987	0.01	0.01	0.01	0.01
T13457	ONF-PO-42	Nohêdes amont	131131	242310	201207	106108	178	A	0,965	0.01	0.01	0.01	0.01
T13458	ONF-PO-43	Nohêdes amont	131135	274282	197207	90106	196	A	0,981	0.01	0.01	0.01	0.01
T13459	ONF-PO-44	Nohêdes amont	131151	230286	201207	106108	210	A	0,968	0.01	0.01	0.01	0.01
T13460	ONF-PO-45	Nohêdes amont	127135	310310	185201	106128	179	A	0,980	0.01	0.01	0.01	0.02
T13461	ONF-PO-46	Nohêdes amont	127131	274310	207207	90114	183	A	0,976	0.01	0.01	0.01	0.01
T13462	ONF-PO-47	Nohêdes amont	123127	274274	201207	90106	178	A	0,959	0.01	0.01	0.01	0.01
T13463	ONF-PO-48	Nohêdes amont	131151	288282	197207	106108	152	A	0,954	0.02	0.01	0.01	0.01
T13464	ONF-PO-49	Nohêdes amont	131131	270286	199201	100106	210	A	0,890	0.01	0.01	0.08	0.01
T13465	ONF-PO-50	Nohêdes amont	131131	274298	207207	90106	191	A	0,978	0.01	0.01	0.01	0.01
T13466	ONF-PO-51	Nohêdes aval	131151	288282	199201	108110	205	A	0,800	0.03	0.01	0.15	0.01
T13467	ONF-PO-52	Nohêdes aval	127131	298310	201201	108116	205	A	0,902	0.01	0.02	0.01	0.07
T13468	ONF-PO-53	Nohêdes aval	127151	274282	197201	106114	193	A	0,938	0.03	0.01	0.01	0.02
T13469	ONF-PO-54	Nohêdes aval	127151	288274	201203	106114	188	A	0,942	0.01	0.01	0.01	0.03
T13470	ONF-PO-55	Nohêdes aval	127135	274282	201203	106114	186	A	0,825	0.01	0.01	0.01	0,35
T13471	ONF-PO-56	Nohêdes aval	127151	274282	197201	106120	185	A	0,944	0.02	0.01	0.01	0.01
T13472	ONF-PO-57	Nohêdes aval	127151	288274	201203	106120	155	H	0,943	0.01	0.01	0.01	0.03
T13473	ONF-PO-58	Nohêdes aval	127135	288274	201203	106120	179	A	0,842	0.01	0.01	0.02	0.13
T13474	ONF-PO-59	Nohêdes aval	123127	174178	197201	100114	190	A	0,481	0,31	0.10	0.05	0.08
T13475	ONF-PO-60	Nohêdes aval	127151	288282	201201	114120	175	A	0,917	0.01	0.01	0.01	0.06
T13476	ONF-PO-61	Ladure aval	119119	178194	197197	104106	173	M PO	0.008	0,98	0.01	0.01	0.01
T13477	ONF-PO-62	Ladure aval	119151	142174	193193	104112	154	H	0.006	0,97	0.01	0.01	0.01
T13478	ONF-PO-63	Ladure aval	119119	188194	197197	106112	157	M PO	0.007	0,98	0.01	0.01	0.01
T13479	ONF-PO-64	Ladure aval	119147	142182	197197	104110	154	M PO	0.006	0,97	0.01	0.01	0.01
T13480	ONF-PO-65	Ladure aval	119147	170194	197197	106108	190	M PO	0.007	0,98	0.01	0.01	0.01
T13481	ONF-PO-66	Ladure aval	119151	190246	193197	106108	185	H	0.010	0,87	0.01	0.09	0.03
T13482	ONF-PO-67	Ladure aval	119151	190194	193203	106108	174	M PO	0.018	0,94	0.01	0.02	0.02
T13483	ONF-PO-68	Ladure aval	119147	190194	193197	106110	174	M PO	0.006	0,98	0.01	0.01	0.01
T13484	ONF-PO-69	Ladure aval	119119	158194	193197	104106	185	M PO	0.006	0,97	0.02	0.01	0.01
T13485	ONF-PO-70	Ladure aval	119119	174178	197197	104104	187	M PO	0.006	0,98	0.01	0.01	0.01
T13486	ONF-PO-71	Ladure amont	127131	182234	199203	108112	158	H	0.018	0.01	0.01	0,88	0.02
T13487	ONF-PO-72	Ladure amont	131135	230282	197201	106126	251	A	0,938	0.01	0.02	0.01	0.02
T13488	ONF-PO-73	Ladure amont	123131	0	197199	112130	183	H	0.051	0.02	0,40	0,51	0.02
T13489	ONF-PO-74	Ladure amont	127131	228286	199199	102112	206	H	0.016	0.01	0.01	0,97	0.01

N° labo	N° terrain	station	Ssa197	Omm1105	Oneju9	Omy210IAS	Taille	Diagnosticvisuel	TET	CARAN.	EBRE	ROQUEB.	ATL.
T13490	ONF-PO-75	Lladure amont	127131	230274	201201	98114	215	A	0,981	0,01	0,01	0,02	0,01
T13491	ONF-PO-76	Lladure amont	123131	248298	201201	112118	195	H	0,282	0,01	0,04	0,55	0,12
T13492	ONF-PO-77	Lladure amont	127127	270302	197197	90106	185	H	0,945	0,02	0,02	0,01	0,01
T13493	ONF-PO-78	Lladure amont	123123	202228	197201	120136	180	M O6	0,071	0,03	0,18	0,69	0,03
T13494	ONF-PO-79	Lladure amont	123123	190246	197201	106108	173	A	0,044	0,08	0,05	0,81	0,02
T13495	ONF-PO-80	Lladure amont	123123	190282	0	106112	212	M O6	0,080	0,04	0,02	0,83	0,04
T13496	ONF-PO-81	Coumelade aval	123127	198230	197199	106128	158	A	0,548	0,02	0,06	0,36	0,01
T13497	ONF-PO-82	Coumelade aval	127127	174286	199199	108110	230	-	0,033	0,07	0,02	0,87	0,01
T13498	ONF-PO-83	Coumelade aval	127131	302310	201201	102102	237	-	0,968	0,01	0,01	0,01	0,01
T13499	ONF-PO-84	Coumelade aval	123143	258278	201201	112118	190	-	0,040	0,01	0,16	0,09	0,70
T13500	ONF-PO-85	Coumelade aval	123123	190286	201201	98112	193	-	0,187	0,01	0,03	0,75	0,03
T13501	ONF-PO-86	Coumelade aval	123123	230274	197207	106108	192	-	0,840	0,02	0,09	0,04	0,01
T13502	ONF-PO-87	Coumelade aval	127131	266274	197201	0	202	-	0,944	0,01	0,01	0,02	0,01
T13503	ONF-PO-88	Coumelade aval	123123	248270	199207	108120	184	-	0,383	0,01	0,02	0,47	0,12
T13504	ONF-PO-89	Coumelade aval	127131	228234	199199	108112	203	-	0,012	0,01	0,01	0,97	0,01
T13505	ONF-PO-90	Coumelade aval	131131	182198	199203	108110	213	A	0,151	0,01	0,01	0,82	0,02
T13506	ONF-PO-91	Coumelade amont	127131	266274	201201	106110	230	A	0,870	0,02	0,01	0,09	0,01
T13507	ONF-PO-92	Coumelade amont	127131	266274	201201	106110	215	A	0,870	0,02	0,01	0,09	0,01
T13508	ONF-PO-93	Coumelade amont	131131	270270	199199	106108	204	A	0,897	0,01	0,01	0,08	0,01
T13509	ONF-PO-94	Coumelade amont	131131	270274	199199	106110	251	A	0,819	0,02	0,01	0,15	0,01
T13510	ONF-PO-95	Coumelade amont	123127	266270	201201	98098	150	A	0,872	0,01	0,02	0,08	0,02
T13511	ONF-PO-96	Coumelade amont	123131	266302	199199	108122	128	A	0,733	0,01	0,02	0,18	0,06
T13512	ONF-PO-97	Coumelade amont	127127	266270	199201	106108	120	A	0,830	0,01	0,01	0,15	0,01
T13513	ONF-PO-101	Cady	135139	170274	201201	98106	200	A	0,822	0,02	0,01	0,02	0,13
T13514	ONF-PO-102	Cady	131131	274274	197201	108112	180	A	0,903	0,03	0,01	0,05	0,01
T13515	ONF-PO-103	Cady	131147	182170	197201	102102	150	M O6	0,405	0,52	0,01	0,05	0,01
T13516	ONF-PO-104	Cady	131131	178306	197201	108108	150	A	0,956	0,02	0,01	0,01	0,01
T13517	ONF-PO-105	Cady	131131	298302	199201	100120	270	H	0,963	0,01	0,01	0,01	0,01
T13518	ONF-PO-106	Cady	123135	194202	197201	106106	215	H	0,173	0,31	0,08	0,32	0,11
T13519	ONF-PO-107	Cady	135135	98170	197197	118118	140	A	0,033	0,02	0,90	0,01	0,05
T13520	ONF-PO-108	Cady	127131	194274	197201	110118	220	M PO	0,649	0,27	0,03	0,03	0,03

**Annexe II : Planches photographiques**

Dans le texte figurent : le n° du poisson, la station, l'initiale du type génétique dominant : A pour atlantique, C pour Carança, E pour Ebre, R pour Roquebillière, et H pour mélanges lorsque le type dominant est inférieur à 90%.





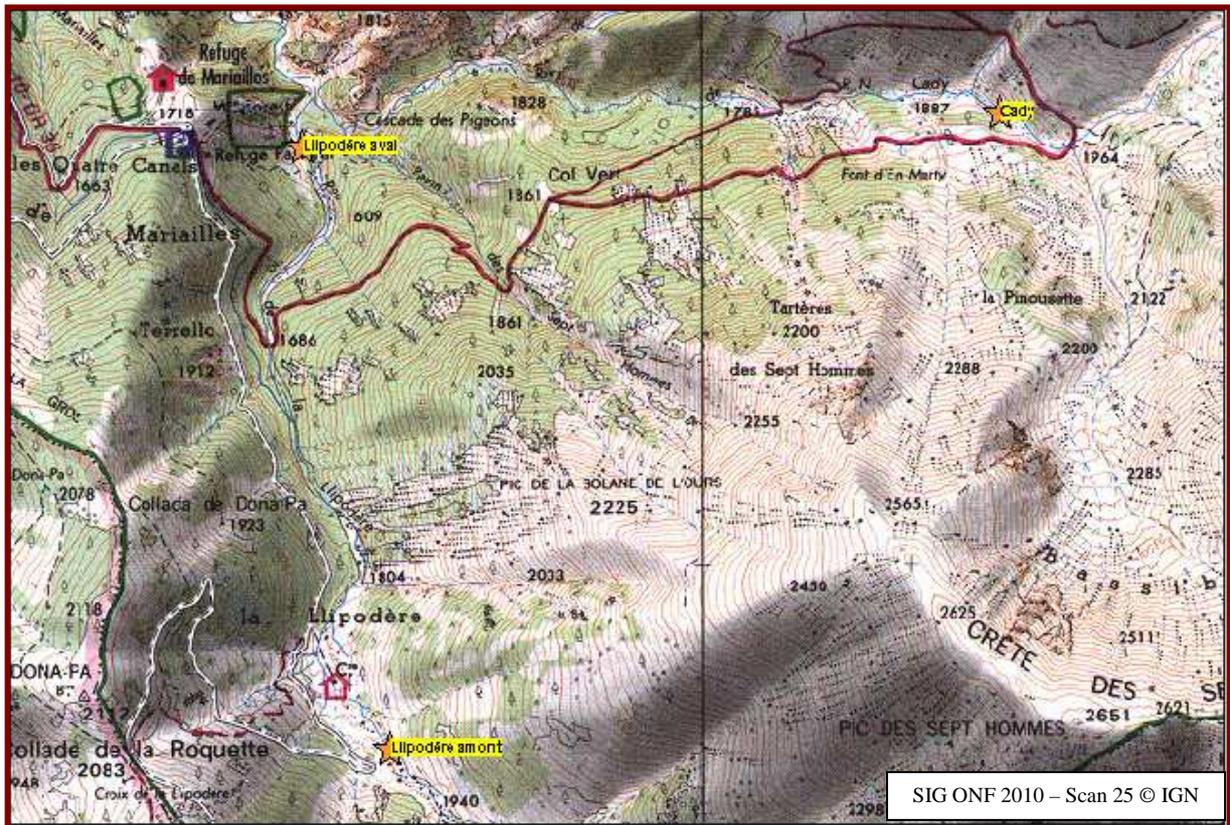




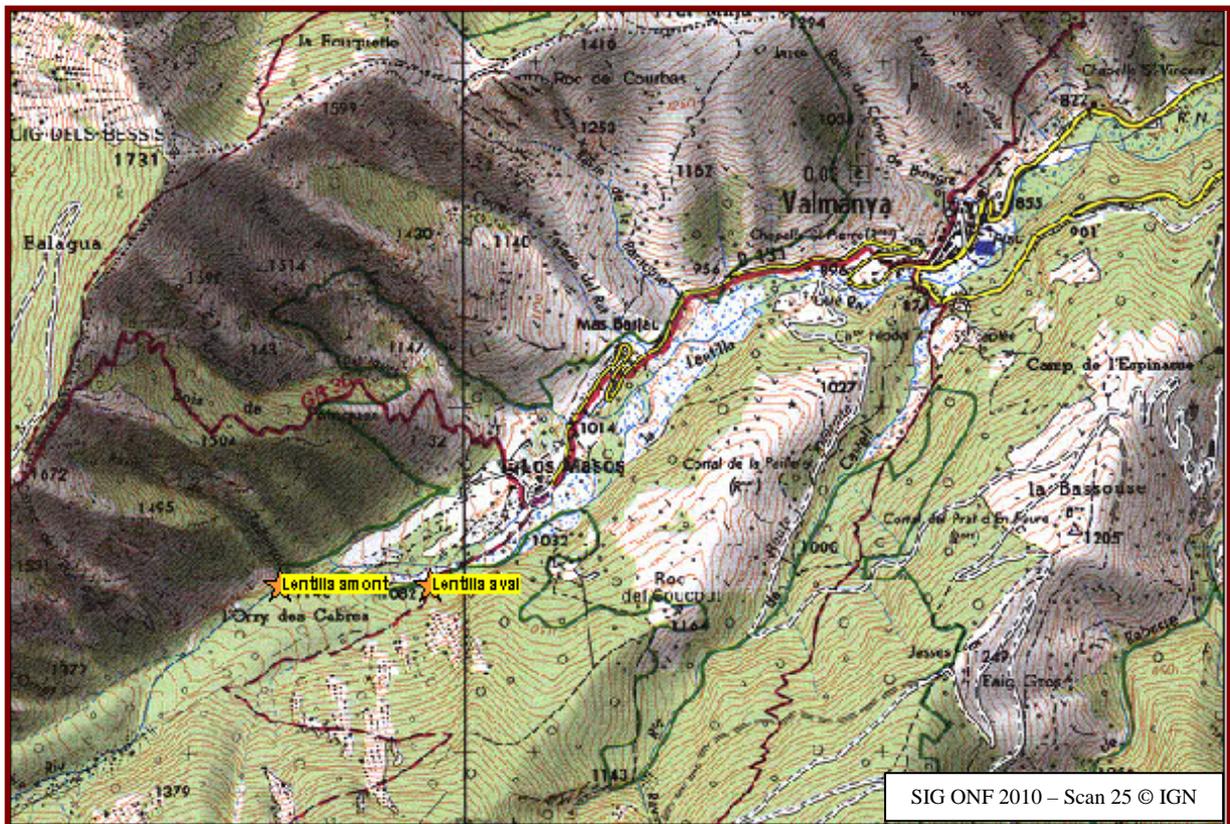




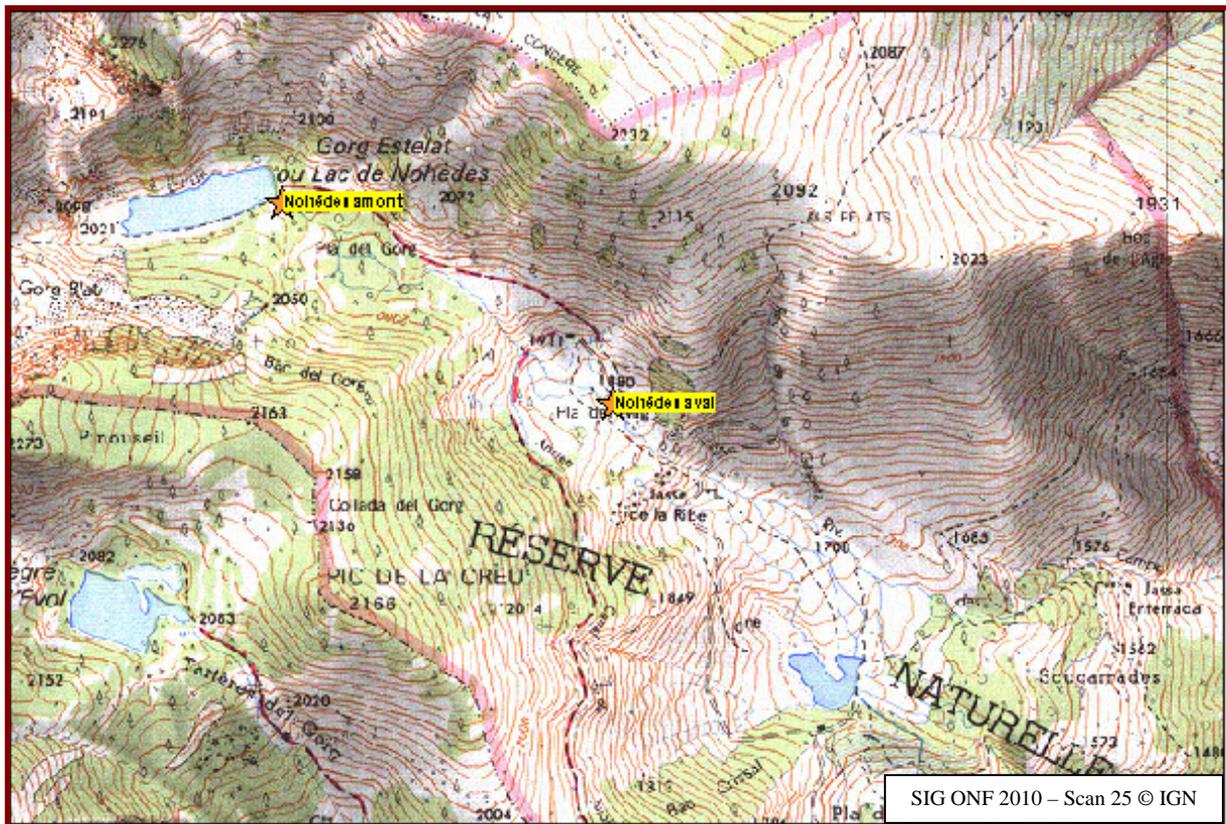
### Annexe III – Localisation des stations



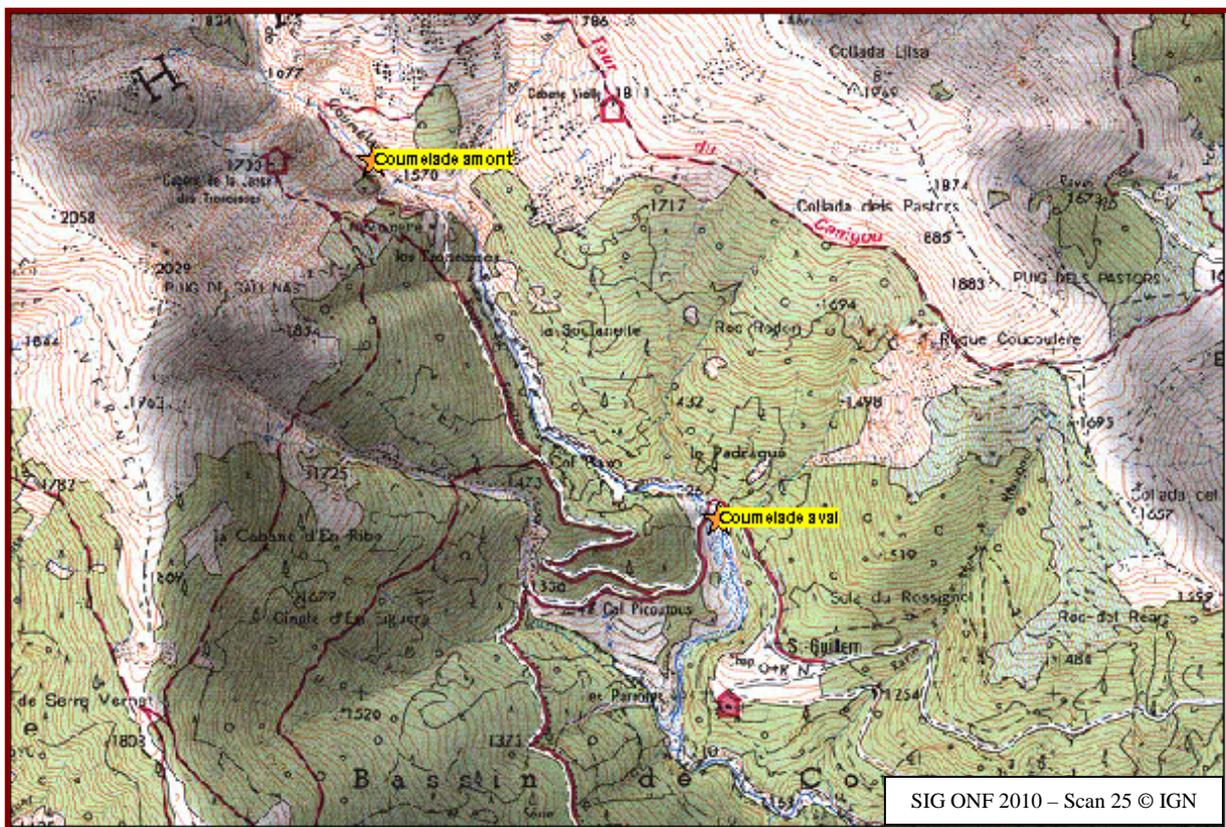
Stations Llipodère et Cady



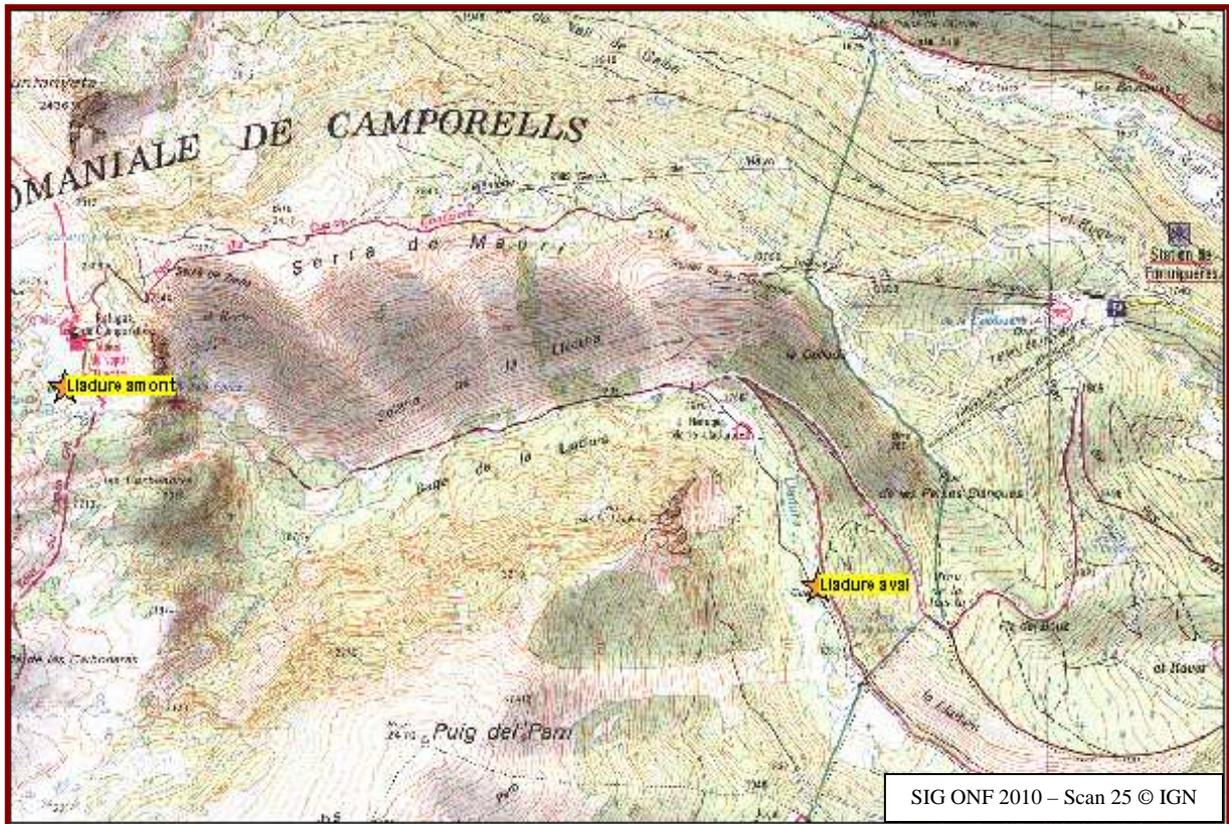
Stations Lentilla



Stations Nohèdes



Stations Coumelade



Stations Lladure