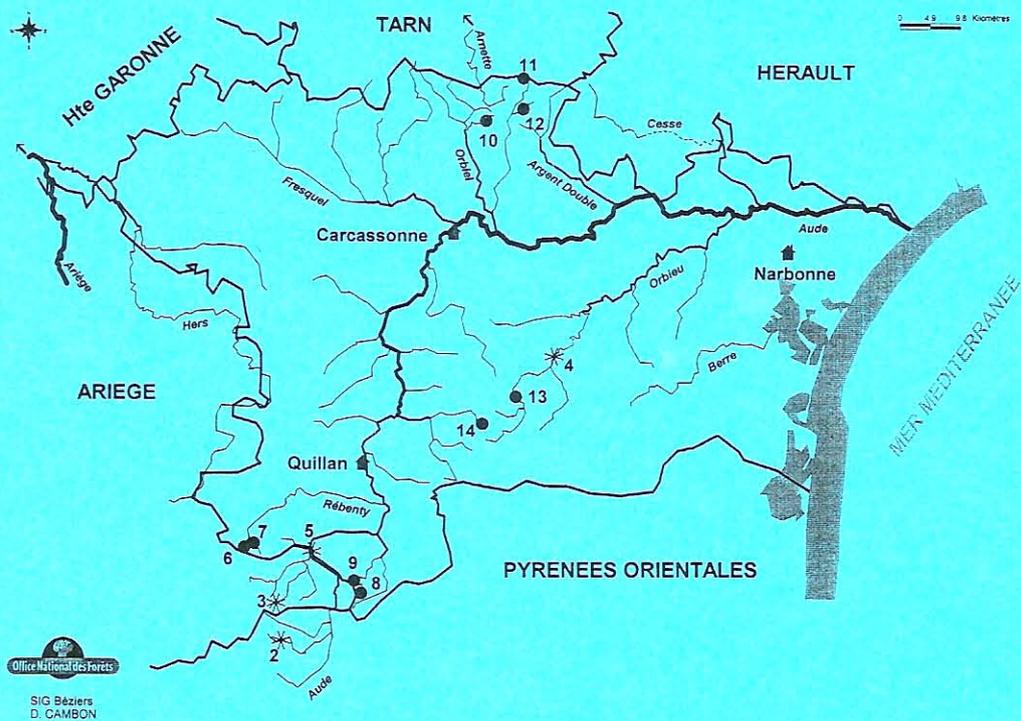


ANALYSE ENZYMATIQUE DES TRUITES DU BASSIN DE L'AUDE



Patrick BERREBI, décembre 1997

Laboratoire GENOME ET POPULATIONS
Université Montpellier 2, CC063,
place E. Bataillon
35095 MONTPELLIER cedex 05

AVERTISSEMENT

*Le rapport que vous avez entre les mains est le compte rendu de recherches commandées au Laboratoire Génome et Populations par l'organisme demandeur de l'étude. Il ne s'agit donc pas d'une publication scientifique proprement dite. La propriété des données décrites ici est double : elles appartiennent à l'organisme demandeur de l'étude et aux scientifiques producteurs des données. Cette double propriété entraîne des obligations : en aucun cas l'ensemble ou une partie de ce document ne peut être reproduit sans l'accord des différentes parties, et en particulier, **toute reproduction des données de ce rapport par la presse doit faire l'objet d'un accord des parties.***

ANALYSE ENZYMATIQUE DES TRUITES DU BASSIN DE L'AUDE

Montpellier, décembre 1997
rédaction : Patrick BERREBI (avec l'aide de D. CAMBON, ONF Béziers)
analyses : Ghislaine CATTANEO-BERREBI

INTRODUCTION

La connaissance précise de la composition des peuplements de truites de nos rivières est un élément important dans leur gestion et leur protection. Indépendamment des décisions qui peuvent être prises en fonction des résultats des analyses génétiques, ce rapport s'attache à décrire de façon la plus précise possible (en fonction des marqueurs employés) une réalité qui n'est accessible que par des méthodes sophistiquées.

En effet, bien que l'analyse de la robe des truites, soit très utile et pourra dans l'avenir servir à la reconnaissance des divers types de truites habitant une région (voir thèse J. M. Lascaux), la caractérisation génétique semble actuellement un préalable indispensable du fait des multiples perturbations qu'ont causé et causent encore les repeuplements en truites domestiques.

Le bassin de l'Aude a déjà fait l'objet d'une étude de la composition génétique des truites qui l'habitent. Il s'agit de l'étude commandée par l'association TFP, la CEE et le Club Halieutique, et dont le "rapport de synthèse" a été produit en mars 1995 :

"Analyse génétique des truites fario des rivières méditerranéennes des Pyrénées françaises, marqueurs enzymatiques"

Parmi les 14 échantillons qui y ont été analysés, quatre appartiennent au bassin de l'Aude et ont été constitués en avril 1993 (Lladure), en juin 1993 (Boutadiol) et en juin 1994 (Orbieu aux environs de St Martin-des-Puits que nous nommerons "Orbieu 1" et haute partie de l'Aude au niveau d'Escouloubreles-Bains et que nous nommerons "Aude 1").

En juin 1996, neuf nouveaux échantillons du bassin de l'Aude étaient constitués avec l'aide de la Fédération de Pêche du département, et à la demande de l'Office National des Forêts. L'analyse de ces neuf stations fait l'objet du présent rapport, cependant, il est logique d'y ajouter les échantillons précédents

puisque la technique d'analyse génétique est identique et que cela permet d'analyser le bassin dans son ensemble. Ceci explique pourquoi le Club Halieutique est un des destinataires du présent rapport.

L'objectif global de ce travail est double :

1 - mesurer l'impact génétique des reempoisonnements en truites de pisciculture dans l'Aude et donc leur efficacité.

En France, les piscicultures entretiennent, dans leur immense majorité, des souches d'origine scandinave. Donc, du point de vue génétique, cela se résume à rechercher l'introgession de **gènes atlantiques** dans un **peuplement ancestral méditerranéen**. Pour ce type de question, la méthode la plus efficace est l'électrophorèse des protéines enzymatiques. Cette méthode permet de reconnaître des marqueurs moléculaires des deux origines (Atlantique - Méditerranée) sans risque d'erreur (marqueurs contrôlés au niveau européen par de nombreux laboratoires).

Parmi les 31 gènes testés, les plus performants sont :

- la *LDH5** (ou lactate déshydrogénase 5) extraite de l'oeil présentant la forme (ou allèle) "90" en Atlantique et la forme "100" en Méditerranée;

- la *TF** (ou transferrine) extraite du sérum sanguin avec la forme "100" en Atlantique et la forme "102" en Méditerranée;

- moins efficace mais utile, la *FBP1** ou (Fructose bi-phosphatase 1) présente la forme 100 essentiellement en Atlantique et la forme 150 essentiellement en Méditerranée, mais il y a des exceptions.

- enfin, tous les marqueurs polymorphes (17 sur les 31 analysés) participent à la description des différences entre souches de pisciculture et populations naturelles, et aident, grâce aux tests statistiques et aux AFC, à confirmer les analyses.

2 - Rechercher des différences génétiques éventuelles entre populations ancestrales, pour connaître la diversité génétique entre truites naturelles dans le bassin de l'Aude. On peut également rechercher des différences entre truites atlantiques pêchées dans les rivières pour déceler d'éventuelles origines multiples des souches de repeuplement, voire des truites atlantiques sauvages.

MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage

Le présent rapport concerne un échantillonnage atteignant **293** truites composé de **263** truites de l'Aude et **30** spécimens de pisciculture (pisciculture de Fontanelle, Vaucluse) traités à des fins de comparaison. Parmi les échantillons de l'Aude, **114** proviennent des premiers échantillonnages de 1993

et 1994 signalés plus haut (4 stations) et **149** proviennent de la campagne de juin 1996 (9 stations). Les caractéristiques des stations et des échantillons sont données au tableau I. La localisation des stations est donnée dans la figure 1. Parmi les échantillons de juin 1996, **49** n'ont été analysés qu'au niveau des enzymes de l'œil (*LDH1**, *LDH3**, *LDH4**, *LDH5** et *CK3**) et de la transferrine du sérum (*TF**), ce qui a permis, à moindre frais, de préciser les résultats au niveau des deux locus diagnostiques capables de distinguer entre truites atlantiques et méditerranéennes (*LDH5** et *TF**).

STATIONS	Numéro	Sous bassin	Altitude	Effectif analysé
Fontanelle	1	(PISCICULTURE)		30
Lladure	2	Lladure	2100	29
Boutadiol	3	Bruyante	1620	30
Orbieu 1	4	Orbieu	180	25
Aude 1	5	Aude	900	30
Rebenty	6	Rebenty	1400	10 (+5)
Fount d'A.	7	Rebenty	1400	10 (+5)
Clarianelle	8	Aiguette	1600	10 (+5)
Pountarrou	9	Aiguette	1500	10 (+5)
La Grave	10	Orbiel	400	15 (+5)
Clamoux	11	Orbiel	1000	6 (+4)
Serremijeanne	12	Orbiel	480	10 (+10)
Gorges d'O.	13	Orbieu	250	9
Rialsesse	14	Sals	480	10 (+10)

Tableau I : caractéristiques des 14 échantillons analysés

Analyses biochimiques

Sur le terrain, les truites sont anesthésiées sitôt après capture et disséquées sur place : muscle, foie, œil et sang (séparé par centrifugation en sérum et hématies) sont prélevés sur chaque spécimen.

Au laboratoire, les tissus sont décongelés, broyés, centrifugés et le surnageant est prélevé, constituant l'extrait enzymatique.

L'électrophorèse consiste à faire migrer dans un champ électrique, les protéines enzymatiques insérées dans un gel d'amidon hydrolysé horizontal. La vitesse de migration des protéines enzymatiques est fonction de leur charge électrique. Une mutation au niveau de l'ADN les codant (donc héréditaire) peut provoquer une modification de ces charges, ce qui devient visible sur le gel.

Après migration, les gels sont colorés par des solutions permettant de détecter l'activité enzymatique recherchée. Les taches colorées permettent de distinguer les différents types d'enzymes (les allèles), de reconnaître leur état homozygote (2 copies) ou hétérozygote (1 copie), et ainsi de les comptabiliser au niveau de l'individu et au niveau de la population.



0 4.9 9.8 Kilomètres

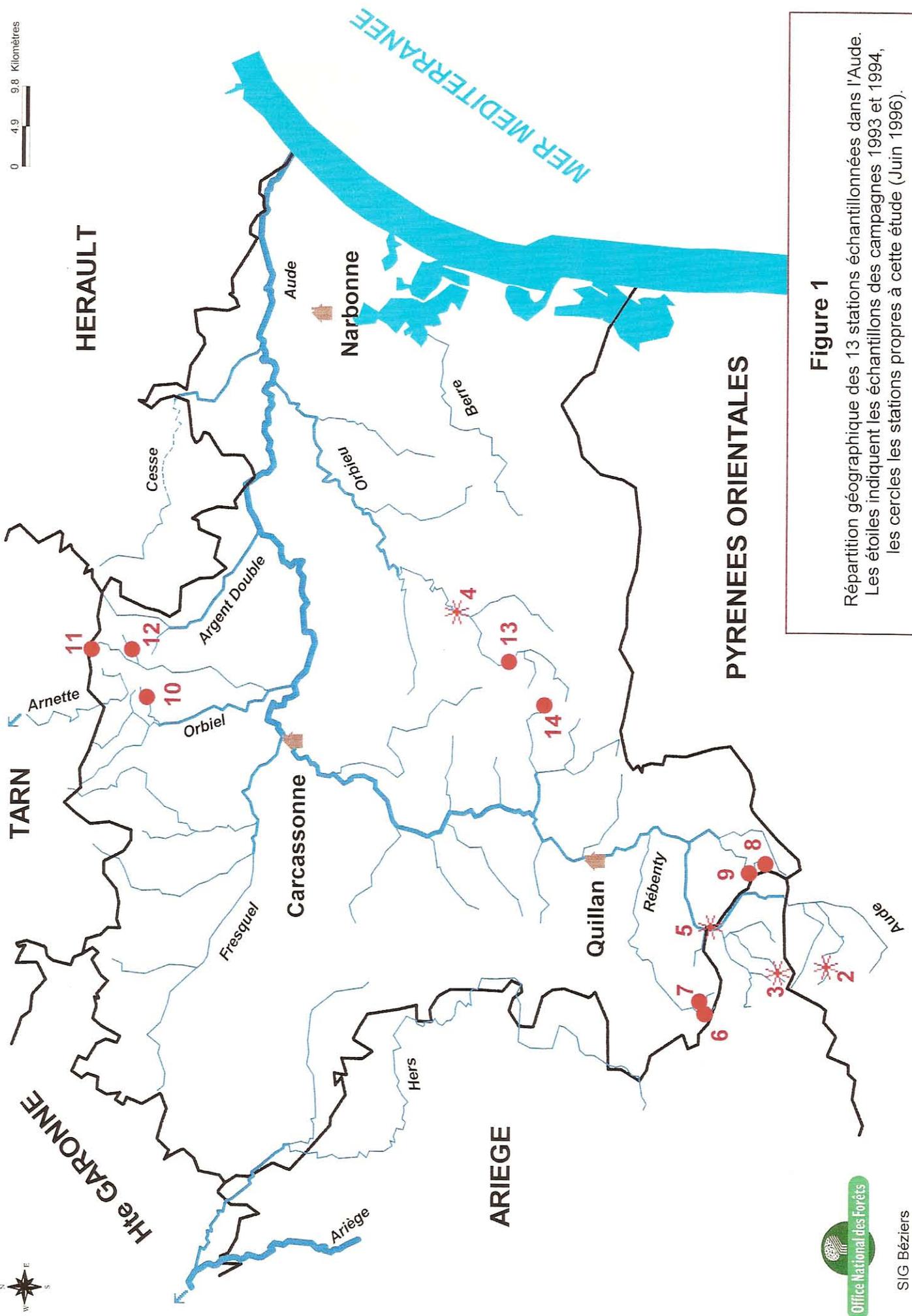


Figure 1

Répartition géographique des 13 stations échantillonnées dans l'Aude. Les étoiles indiquent les échantillons des campagnes 1993 et 1994, les cercles les stations propres à cette étude (Juin 1996).



SIG Béziérs
D. CAMBON

15 systèmes enzymatiques ont été analysés, fournissant 31 locus présumptifs. Parmi ceux ci, 17 se sont montrés polymorphes sur l'ensemble de l'échantillonnage pris en compte.

Analyses statistiques

Ces lectures de gels sont converties en tableaux de génotypes (voir annexe) qui sont traités statistiquement par le logiciel GENETIX (Belkhir *et al.*, 1996) ou par le programme AFC.EXE de M. Roux. Globalement, cinq étapes successives permettent une description interprétable des données :

- le calcul des fréquences alléliques : ce calcul permet de mesurer l'importance relative, dans chaque échantillon, des différents allèles à chaque locus;

- l'hétérozygotie de chaque échantillon (ici l'*hétérozygotie théorique non biaisée*) a été calculée. Ce paramètre Hnb donne une idée du polymorphisme génétique présent à chaque station.

- calcul des distances génétiques de Nei : basée sur les différences de fréquences alléliques à chaque locus, la distance de Nei de 1978 a été choisie, elle comporte une pondération pour les faibles effectifs;

- analyse multidimensionnelle : par l'Analyse Factorielle des Correspondances, il est possible de garder la totalité de l'information individuelle, alors que toute autre méthode, passant par le calcul de paramètres divers, comprime l'information en une moyenne par échantillon ou par locus. Ainsi, la série de projections proposées plus bas situe toutes les truites dans un hyper-espace en fonction de toutes leurs caractéristiques génétiques simultanément. Les corrélations multilocus sont ainsi mises en évidence.

RESULTATS ET INTERPRETATION

Analyse du tableau de fréquence (tableau II)

Le tableau de fréquence ci-joint reproduit l'ensemble des données obtenues, présentées sous forme synthétique. D'autre part, le détail des résultats bruts, poisson par poisson, est donné dans le grand tableau en annexe à la fin du rapport.

Comment lire le tableau de fréquences? Les sigles suivis d'une astérisque (*AAT1**, *AAT4**, *FBP1** etc.) sont les noms des enzymes analysées. Les chiffres en italiques sur la ligne (*N*) donnent le nombre de poissons analysés (entre 0 et 30) pour chaque enzyme. Les chiffres en dessous (90, 100 et 130; 65 et 100, etc.) sont les noms des différentes formes (ou allèles) que peuvent prendre les enzymes pour chaque poisson. Enfin, les chiffres portés dans le tableau (0.00, 1.00, 0.95 etc.) donnent les fréquences des allèles (marqueurs) à chaque station d'échantillonnage (par exemple, 50% est indiqué 0.50 et 3% est indiqué 0.03).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AAT1*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
100	0,95	0,97	1,00	1,00	0,92	0,90	1,00	0,95	1,00	1,00	0,97	0,95	0,94	1,00
130	0,05	0,03	0,00	0,00	0,08	0,10	0,00	0,05	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00
AAT2*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
AAT4*														
(N)	30	29	30	24	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
65	0,30	0,09	0,02	0,10	0,00	0,20	0,05	0,00	0,00	0,30	0,06	0,35	0,00	0,20
100	0,70	0,91	0,98	0,90	1,00	0,80	0,95	1,00	1,00	0,70	0,94	0,65	1,00	0,80
ADH*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CK1*														
(N)	30	29	30	25	30	7	10	10	10	15	16	5	9	10
100	0,55*	1,00	0,82*	0,55*	1,00	1,00	1,00	0,68*	1,00	1,00	1,00	0,37*	1,00	0,55*
125	0,45*	0,00	0,18*	0,45*	0,00	0,00	0,00	0,32*	0,00	0,00	0,00	0,63*	0,00	0,45*
CK2*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
CK3*														
(N)	30	29	30	24	28	15	15	15	15	20	20	20	9	20
90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FBP1*														
(N)	30	23	30	23	27	10	10	10	10	14	16	10	9	10
100	0,73	0,43	0,33	0,89	0,02	0,80	0,55	0,00	0,75	0,54	0,94	1,00	0,28	0,80
150	0,27	0,57	0,67	0,11	0,98	0,20	0,45	1,00	0,25	0,46	0,06	0,00	0,72	0,20
FBP2*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FH1*														
(N)	30	29	27	25	30	10	5	10	10	15	16	10	9	10
100	0,42	0,88	0,94	0,82	1,00	0,80	0,60	1,00	0,85	0,97	0,84	0,90	0,89	0,70
110	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,20	0,00	0,00	0,03	0,13	0,10	0,11	0,00
135	0,58	0,12	0,06	0,18	0,00	0,15	0,20	0,00	0,15	0,00	0,03	0,00	0,00	0,30
IDH1*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,50	0,00	0,00
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	0,50	1,00	1,00
IDH2*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
IDH3*														
(N)	30	28	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
IDH4*														
(N)	30	28	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
LDH1*														
(N)	30	29	30	23	28	15	15	15	15	20	20	20	9	20
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau II (partie 1) : fréquences alléliques aux 31 locus analysés.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>LDH3*</i>														
(N)	30	29	30	23	28	15	15	15	15	20	20	20	9	20
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>LDH4*</i>														
(N)	30	29	30	23	28	15	15	15	15	20	20	20	9	20
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>LDH5*</i>														
(N)	30	29	30	22	28	15	15	15	15	20	20	20	9	20
90	0,97	0,34	0,20	0,39	0,02	1,00	0,83	0,23	0,73	0,85	0,35	1,00	0,50	1,00
100	0,03	0,64	0,80	0,61	0,98	0,00	0,17	0,77	0,27	0,15	0,65	0,00	0,50	0,00
110	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>MDH1*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	8	10
100	1,00	1,00	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
105	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>MDH2*</i>														
(N)	29	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	8	10
100	0,66	0,91	0,97	1,00	1,00	0,80	1,00	0,90	0,85	0,93	0,84	0,40	0,88	1,00
200	0,34	0,09	0,03	0,00	0,00	0,20	0,00	0,10	0,15	0,07	0,16	0,60	0,13	0,00
<i>MDH3*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
75	0,40	0,14	0,32	0,10	0,03	0,10	0,35	0,05	0,25	0,07	0,00	0,15	0,00	0,00
100	0,60	0,86	0,68	0,90	0,97	0,90	0,65	0,95	0,75	0,93	1,00	0,85	1,00	1,00
<i>MDH4*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>MPI*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	0,57	0,91	0,90	0,54	1,00	0,85	0,80	0,90	0,70	0,23	0,44	0,00	0,78	0,20
105	0,43	0,09	0,10	0,46	0,00	0,15	0,20	0,10	0,30	0,77	0,56	1,00	0,22	0,80
<i>G3PD2*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
50	0,22	0,02	0,03	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,09	0,20	0,00	0,45
100	0,78	0,98	0,97	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00	0,91	0,80	1,00	0,55
<i>6PGD*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>GPI1*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>GPI2*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	0,44	0,75	1,00	1,00
200	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,56	0,25	0,00	0,00
<i>GPI3*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
106	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>PGM*</i>														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tableau II (partie 2) : fréquences alléliques aux 31 locus analysés.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SOD*														
(N)	30	29	30	25	30	10	10	10	10	15	16	10	9	10
100	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TF*														
(N)	30	28	21	25	28	0	0	0	0	20	20	20	9	20
98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-----	-----	-----	-----	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
100	1,00	0,54	0,45	0,76	0,00	-----	-----	-----	-----	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00
102	0,00	0,46	0,55	0,24	1,00	-----	-----	-----	-----	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00

Tableau II (partie 3 et fin) : fréquences alléliques aux 31 locus analysés. Correspondance des numéros de stations : 1 = Fontanelle (pisciculture) ; 2 = Lladure ; 3 = Boutadiol ; 4 = Orbieu ; 5 = Aude 1 (niveau d'Escouloubre-les-Bains) ; 6 = Rebenty ; 7 = Fount d'Agent ; 8 = Clarianelle ; 9 = Pountarrou ; 10 = La Grave ; 11 = Clamoux ; 12 = Serremijeanne ; 13 = Gorges d'Orbieu ; 14 = Rialsesse.

==+==

	LDH5*	TF*	FBP1*	écart moyen	Hnb	introgres. moyenne	Fis	significat. du Fis	% truites atlantiques
Fontanelle	97	100	73	3	0,11	98,50	0,05	ns	93
Lladure	34	54	43	20	0,08	44,00	0,55	***	31
Boutadiol	20	45	33	25	0,07	32,50	0,68	***	10 à 17 ^a
Orbieu 1	39	76	89	37	0,08	57,50	0,09	ns	8 à 16 ^a
Aude 1	1	0	2	1	0,01	0,50	0,19	ns*	0
Rebenty	100	-	80	-	0,07	100	0,15	ns	100 ^b
Fount d'A.	83	-	55	-	0,09	83	0,05	ns	67 ^b
Clarianelle	23	-	0	-	0,03	23	0,02	ns	7 ^b
Pountarrou	73	-	75	-	0,08	73	0,22	ns	60 ^b
La Grave	85	100	54	15	0,07	92,50	0,25	**	70
Clamoux	35	100	94	65	0,08	67,50	-0,03	ns	5
Serremijeanne	100	100	100	0	0,09	100,00	-0,015	ns	100
Gorges d'O.	50	78	28	28	0,07	64,00	0,16	ns	22
Rialsesse	100	100	80	0	0,06	100,00	0,25	ns	100

Tableau III : calcul des paramètres aux 14 échantillons considérés :

- les trois premières colonnes donnent les taux d'introgression (% de gènes atlantiques) décelés par marqueur diagnostique;
- l'écart représente la différence des valeurs entre les marqueurs *LDH5** et *TF** (*FBP1** est donné à titre indicatif);
- *Hnb* est l'hétérozygotie moyenne calculée sur l'ensemble des locus à l'exception de *CK1**.
- le taux d'introgression moyen est également estimé à partir de ces deux locus diagnostiques;
- les Fis sont calculés à partir de l'ensemble des locus (en fait 30 locus sur les 31 car *CK1** présente des ambiguïtés de lecture) et leur significativité obtenue par 500 permutations (logiciel Genetix).

ns : non significatif (c'est à dire que le déséquilibre n'est pas démontré),

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$,

*ns** : non significatif quand on retire le locus *CK3** seul responsable du déséquilibre;

- enfin, les truites supposé d'origine atlantique (dernière colonne) sont celle présentant les allèles atlantiques à l'état homozygote aux deux locus *LDH5**, *TF**.

^a = des données manquantes ne permettent pas d'être plus précis;

^b = basé sur la seule *LDH5**.

Les locus pour lesquels seul l'allèle 100 est indiqué sont monomorphes. Le locus *CK1** est traité à part : il n'est pas possible d'y distinguer les génotypes 100/100 et 100/125. Il est donc nécessaire d'extrapoler la seule fréquence sure (celle du génotype 125/125) en considérant le locus en équilibre panmictique (fréquences marquées d'une astérisque).

Impact des repeuplements

Le tableau III indique, entre autres, les pourcentages de gènes atlantiques (le pourcentage d'introgression des gènes de pisciculture, bien que cette interprétation soit discutée plus loin dans le rapport) dans les différents échantillons (en gras). La moyenne est calculée à partir des seuls locus *LDH5** et *TF** considérés comme des marqueurs fiables de l'origine atlantique ou méditerranéenne. Le marqueur *FBP1**, donné à titre informatif, indique des pourcentages comparables.

Nous pouvons classer les stations selon leur taux d'introgression. Nous remarquons que :

- un groupe de stations présente quasiment que des truites atlantiques (Rebenty, Serremijeanne, Riassesse, et dans une moindre mesure La Grave);
- seule la station Aude 1 (au niveau d'Escouloubre-les-Bains) est quasiment purement méditerranéenne;
- le reste des stations se partagent entre celles qui sont fortement introgressées (Fount d'Argent et Pountarou), celles qui sont proches du 50% (Lladure, Orbieu 1, Clamoux et les Gorges d'Orbieu) et celles qui sont faiblement introgressées (Boutadiol et Clarianelle).

Ancienneté des repeuplements

Les écarts entre ces deux marqueurs principaux (*LDH5** et *TF**) sont utilisés ici comme marqueurs de l'**ancienneté des repeuplements** pratiqués. Le principe est le suivant :

si dans un laps de temps assez court, 10% de géniteurs de pisciculture réussissent à participer à la reproduction naturelle d'une population méditerranéenne, 10% de gènes atlantiques seront introduits dans la rivière et des analyses génétiques montreraient 90% d'allèles 100 (méditerranéens) au locus *LDH5** et 90% d'allèles 102 (méditerranéens) au locus *TF**.

Puis, avec le temps (probablement des dizaines d'années), la dérive, la sélection naturelle, les réductions sporadiques d'effectif... vont modifier ces pourcentages. Si les gènes méditerranéens sont mieux adaptés, leur pourcentage va augmenter lentement par mortalité différentielle des truites croisées (les truites porteuses de plus de gènes de pisciculture vivront moins longtemps que les truites croisées portant moins de gènes de pisciculture). Mais les deux marqueurs vont se modifier de façon différente, leurs pourcentages vont diverger. Donc, plus l'écart sera grand, plus la population aura eu le temps de se modifier et plus les repeuplements auront commencé tôt.

Dans l'Aude, mises à part les stations Rebenty, Fount d'Argent, Clarianelle et Pountarou pour lesquelles le paramètre n'a pu être mesuré du fait du défaut de prélèvement de sang (problèmes pratiques au moment de l'échantillonnage), plusieurs classes peuvent être proposées (Tableau III):

- l'échantillon à écart fort : Clamoux, donc probablement repeuplé de longue date

- les échantillons à écart moyen : Lladure, Boutadiol, Orbieu 1, La Grave et les Gorges d'Orbieu qui ont dû subir de nombreux repeuplements;

- enfin, les échantillons à écart nul : Aude 1, Serremijeanne et Rialsesse. Pour ces échantillons, l'interprétation est différente : le premier est quasiment tout de type méditerranéen et les autres quasiment entièrement atlantiques : un écart fort est impossible.

Hétérozygotie des populations

Le tableau III indique également l'hétérozygotie (H_{nb}) ou "diversité génétique". Une hétérozygotie d'environ 0,05 est attendue pour une population méditerranéenne de taille moyenne, le double, soit 0,1, est attendu pour une souche de pisciculture, cette forte diversité serait due aux multiples échanges entre piscicultures.

Les valeurs sont majoritairement comprises entre 0,06 et 0,09, ce qui constitue une valeur intermédiaire entre les valeurs attendues, sans doute explicable par les taux d'introggression fréquemment au dessus de 50%. Seules les stations Aude 1 et Clarianelle, les plus méditerranéennes, sont nettement en dessous de 0,05. La pisciculture de Fontanelle a une forte hétérozygotie comme attendu.

Les déséquilibres populationnels

Des déséquilibres de panmixie (indiqués par les valeurs de F_{is}) apparaissent aux stations Lladure, Boutadiol et La Grave. De tels déséquilibres ne sont pas systématiquement présents dans les populations d'introggression semblable (exemple : Orbieu 1). Ces écarts ont souvent été observés, même pour des peuplements entièrement sauvages (voir DEA D. Aurelle et rapport D. Cambon & P. Berrebi sur les truites du Haut Hérault, à paraître).

L'interprétation de ces déséquilibres est double :

- (i) une part provient des repeuplements, mais le déséquilibre disparaît rapidement quand les déversements s'arrêtent quelques années. Pour le tester, il faut retirer des analyses les individus de pisciculture (voir paragraphe suivant);

- (ii) une part provient du comportement même des truites : il a été montré que les migrations intra-rivière sont cycliques chez la truite. Par exemple les juvéniles se concentrent dans les parties hautes des rivières et dévalent pour rejoindre les adultes plus tard. Ces comportements cycliques provoquent des juxtapositions de sous-populations légèrement différenciées (par exemple quand

les juvéniles rejoignent des adultes qui ne sont pas leurs parents). Ces mélanges hétérogènes provoquent un déséquilibre panmictique appelé "effet Walhund".

La présence des truites de pisciculture

Il est nécessaire de distinguer entre "allèles de pisciculture" et "truites de pisciculture". Les allèles "de pisciculture" (domestiques) sont introduits dans la population chaque fois qu'une truite domestique parvient à se reproduire avec les truites sauvages. Ces allèles vont ensuite se diluer dans la population et ne se retrouveront plus jamais dans un individu totalement domestique, mais dans des truites "hybrides". Les "truites de pisciculture" sont des poissons qui sont nés en pisciculture et qui portent uniquement des gènes des souches domestiques. On les détecte en principe quand les marqueurs sont tous homozygotes pour les allèles atlantiques (génotypes LDH5(90-90) et TF(100-100)). Le marqueur *FBPI** est employé comme contrôle du fait de sa diagnosticité imparfaite. Le tableau III donne le pourcentage de truites provenant probablement de pisciculture, ou du moins de type atlantique.

Quand ces truites sont en nombre modéré (moins de 30%), il convient de les retirer des analyses car il est bien connu que les peuplements fortement repeuplés qui ont un taux d'introggression de cet ordre subissent une introggression annuelle inférieure au 1% (travaux D. Beaudou). Ces truites de pisciculture ayant une espérance de reproduction (donc d'influence sur le peuplement sauvage) de l'ordre de 0.3% et en dessous, on peut estimer qu'elles sont en "stage provisoire" dans la rivière et ne font pas partie de son peuplement proprement dit.

Mais quand ces truites sont en nombre important, atteignant même les 100% dans la station Serremijeanne, il est difficile d'affirmer que leur survie est nulle! L'hypothèse d'une capture de cours d'eau qui va être discutée plus bas rend aussi problématique l'élimination de ces truites des données.

Comme il serait totalement artificiel de retirer ces truites dans certains échantillons et de les y laisser dans d'autres, il est préférable de se contenter d'analyser l'effet de ces retraits (à l'exception des échantillons d'introggression 0% ou 100%) sur les principaux paramètres employés ici :

(i) les fréquences alléliques peuvent varier, modifiant les estimations de l'introggression. Seules les stations Lladure et Boutadiol voient leur estimation d'introggression se modifier considérablement, respectivement 44% -> 22% et 32,5% -> 20%. Leur taux de truites supposées de pisciculture est respectivement de 31 et 17%. Or l'Orbieu et surtout La Grave avaient aussi un taux important de truites supposées déversées (respectivement 16 et 70%). Leur introggression mesurée ne change quasiment pas après retrait, signe que ces truites retirées de l'analyse étaient représentatives du peuplement et que leur génotype, apparemment domestique, s'était reconstitué naturellement par croisement et recombinaison. C'est d'autant plus sûr pour l'Orbieu dont le Fis n'est pas significativement différent de zéro.

(ii) l'hétérozygotie Hnb ne subit pas de modification importante. Toutefois, on peut utiliser les résultats en considérant que les truites de pisciculture augmentent l'hétérozygotie d'une population naturelle repeuplée (une hétérozygotie d'environ 0,05 est attendue pour une population méditerranéenne de taille moyenne, le double, soit 0,1, est attendu pour une souche de pisciculture). Par conséquent, seules les truites supposées de pisciculture qui provoqueront une baisse d'hétérozygotie lors de leur retrait seront effectivement considérées comme domestiques. Lladure passe de 8 à 5%, Boutadiol de 7 à 5%, Rebenty de 7 à 5, Fount d'Argent de 9 à 10, les Gorges d'Orbieu de 7 à 8 et Riالسسه de 6 à 8%. Lladure, Boutadiol et Rebenty sont donc les seules stations hébergeant des truites d'origine piscicole directe.

(iii) les déséquilibres populationnels décelés par le Fis (tableau III) sont maintenus pour les stations Lladure et Boutadiol. Par contre il n'y a plus de déséquilibre pour la station La Grave. On peut donc en conclure que c'était là la cause de l'apparent déséquilibre à cette station, bien que le taux d'introggression et l'hétérozygotie n'en sont pas modifiées.

Interprétation des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) :

Cette analyse met en évidence les corrélations multiples entre individus (ce qui groupe les individus portant les mêmes gènes) et entre variables (ce qui montre les grands types génétiques).

L'analyse est présentée ici à partir de la même projection : le plan principal, constitué des axes synthétiques 1 et 2. Les points blancs représentent l'ensemble des 293 truites analysées ici et servent de "fond de carte". Les points noirs sont ceux des échantillons, représentés un à un. Une enveloppe en facilite la lecture.

Nous voyons nettement que le plan est composé de trois zones :

- la moitié droite, avec l'échantillon Aude 1, est le **pôle méditerranéen**, caractérisé par les allèles connus que sont TF(102), LDH5(100), FBP1(150) et MPI(100);

- la moitié gauche est donc le **pôle atlantique** caractérisé par les marqueurs classiques et très répandus dans le versant atlantique : TF(100), LDH5(90), AAT4(65), FBP1(100), MPI(105), MDH2(200) ou G3PDH(50); mais ce pôle est bifide (voire trifide), avec deux tendances principales :

- le quart gauche inférieur, avec l'échantillon de pisciculture, correspond au **pôle domestique**, caractérisé, outre par les marqueurs atlantiques classiques, par les marqueurs plus propres aux souches de pisciculture et à plus faible fréquence : CK1(125), FH1(135), MDH3(75) et AAT1(130).

- le quart gauche supérieur représente une **entité atlantique distincte**, caractérisée par les marqueurs classiques mais aussi par des marqueurs propres d'origine inconnue et peu fréquents en zone atlantique : FH1(110), GPI2(200) et IDH1(90).

Ces trois marqueurs ont été recherchés dans les analyses précédentes de diverses régions. Le tableau IV en donne un aperçu. On peut y voir que l'allèle FH1(110) est très répandu dans les populations naturelles du sud de la France, du côté de l'Adour (ce sont des truites sauvages de type "atlantique moderne") et de la Corse (là, ce sont des truites ancestrales de type méditerranéen ou corse). Par contre, on ne le rencontre qu'en faible fréquence en pisciculture, suggérant que ces populations ne seraient pas domestiques. L'allèle GPI2(200) se rencontre dans l'Adour, la Nivelle et l'Untxin, plus rarement dans les Pyrénées Orientales, le Vaucluse ou le Languedoc. Concernant cette dernière zone, on rencontre cet allèle à une fréquence de 60% dans la station Alzon de la rivière Vis. Or cette station, estimée introgressée à 70% par des allèles atlantiques, est étrangement placée en amont d'une rivière comportant une population quasiment purement méditerranéenne. Des investigations supplémentaires sont envisagées, mais cette zone Alzon est soupçonnée d'être issue d'une capture (d'un affluent de la Dourbie, atlantique, par exemple). Cet allèle, très peu présent en pisciculture, serait-il un marqueur des peuplements atlantiques sauvages? Ceci suggère un lien entre les stations Clamoux et Serremijeanne et les peuplements naturels atlantiques.

Par contre, IDH1(90) n'avait jamais été rencontré jusqu'à présent, constituant un caractère propre aux échantillons La Grave et Serremijeanne.

Deux hypothèses peuvent donc être avancées :

- (i) une souche de pisciculture distincte a été employée dans un nombre limité de stations, constituée à partir de truites sauvages atlantiques ou
- (ii) ces deux stations ont un peuplement atlantique naturel issu d'une capture de cours d'eau jadis coulant par exemple vers le Tarn.

Les projections de l'analyse qui suivent sont classées en :

- échantillons essentiellement méditerranéens placés à droite (figure 2)
- échantillon essentiellement atlantiques (figure 3) placés à gauche. Cependant, cette zone gauche est nettement subdivisée en deux prolongements vers le haut (Clamoux et Serremijeanne) interprété comme caractéristique des peuplements arrivés dans l'Aude lors de captures de cours d'eau atlantiques (voir discussion).
- échantillons essentiellement "hybrides", c'est à dire dont la composition, relativement homogène, comporte des allèles atlantiques et méditerranéens mélangés chez les mêmes individus (figure 4)
- échantillons composites, c'est à dire assez hétérogènes, comportant des individus surtout méditerranéens et des individus surtout atlantiques, plus des "hybrides" (figure 5).

	bassin	FH1(110)	GPI2(200)	IDH1(90)
Pyrénées atlantiques				
Lac d'Aratille	Adour	0,23		
Marcadeau	Adour	0,07		
Gaube	Adour	0,02		
Glère	Adour	0,24	0,68	
Ossoue	Adour	0,36	0,03	
Chiroulet	Adour	0,16		
Gavarnie	Adour		0,08	
Arrimoula	Adour	0,05	0,02	
Oussouet	Adour	0,29		
Luz	Adour	0,13		
Arros	Adour	0,24		
Ilhounatzeko	Adour	0,06		
Beherekobentako	Nivelle		0,04	
Dancharia	Nivelle		0,17	
Andurentako	Untxin		0,2	
Bastan	Nive		0,03	
Béhérobie	Nive		0,03	
Esterenguibel	Nive		0,02	
Pyrénées méditerranéennes				
Alemanay	Têt		0,07	
Nohède	Têt		0,18	
Languedoc				
Alzon	Vis (Hérault)		0,60	
Soulondre	Hérault	0,1		
Laurounet	Hérault		0,05	
Orb	Orb			
Vaucluse				
Fontaine	pisciculture		0,02	
Corse				
Haut Golo	Golo	0,02		
Fium'alto	Fium'alto	0,07		
Melaja	Golo	0,17		
Chiova	Taravo	0,02		
Bravone	Bravone	0,02		
Luri	Luri	0,08		
Belgique				
	Meuse			

Tableau IV : récapitulatif des stations où les marqueurs particuliers des échantillons Clamoux et Serremijeanne ont été rencontrés, parmi les diverses régions analysées par le laboratoire de Montpellier.

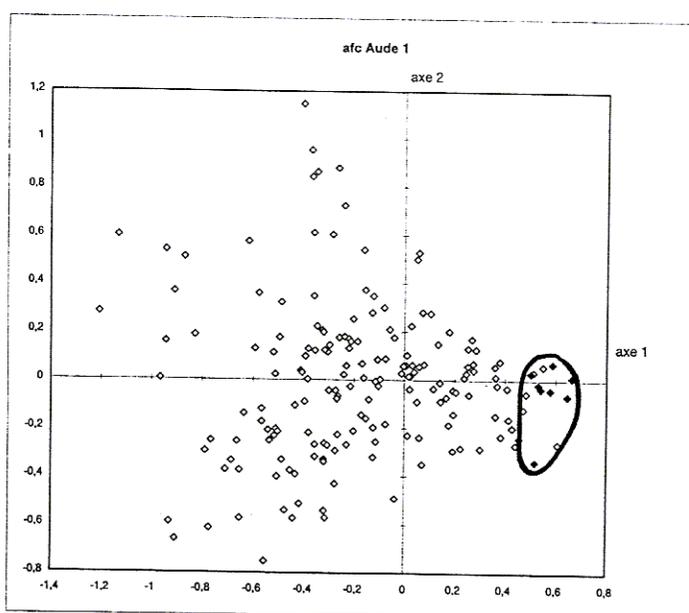
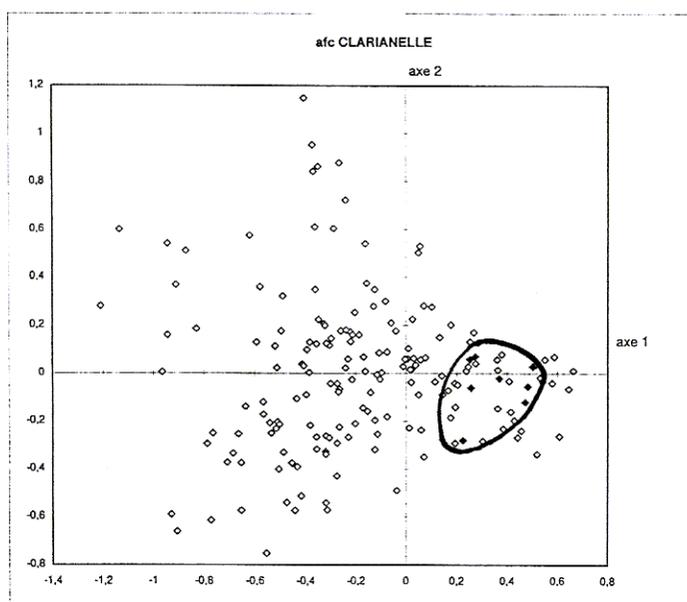


Figure 2 : position des échantillons de type essentiellement méditerranéen. Les individus qui composent ces échantillons sont automatiquement placés à droite de la projection de l'AFC.

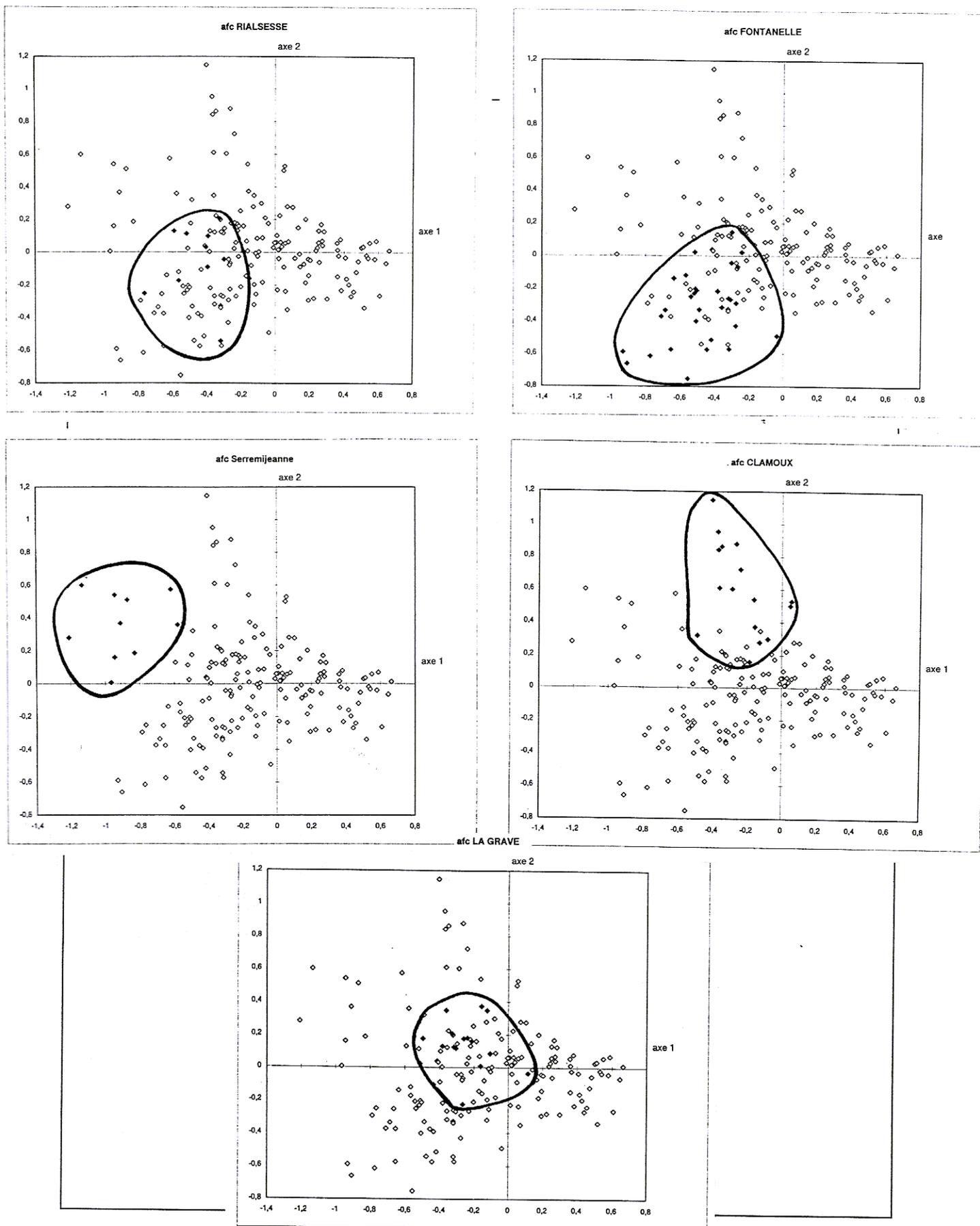


Figure 3 : position des échantillons de type essentiellement atlantique. Dans la projection de l'AFC, les individus qui composent ces échantillons sont automatiquement placés à gauche de l'axe 2 vertical.

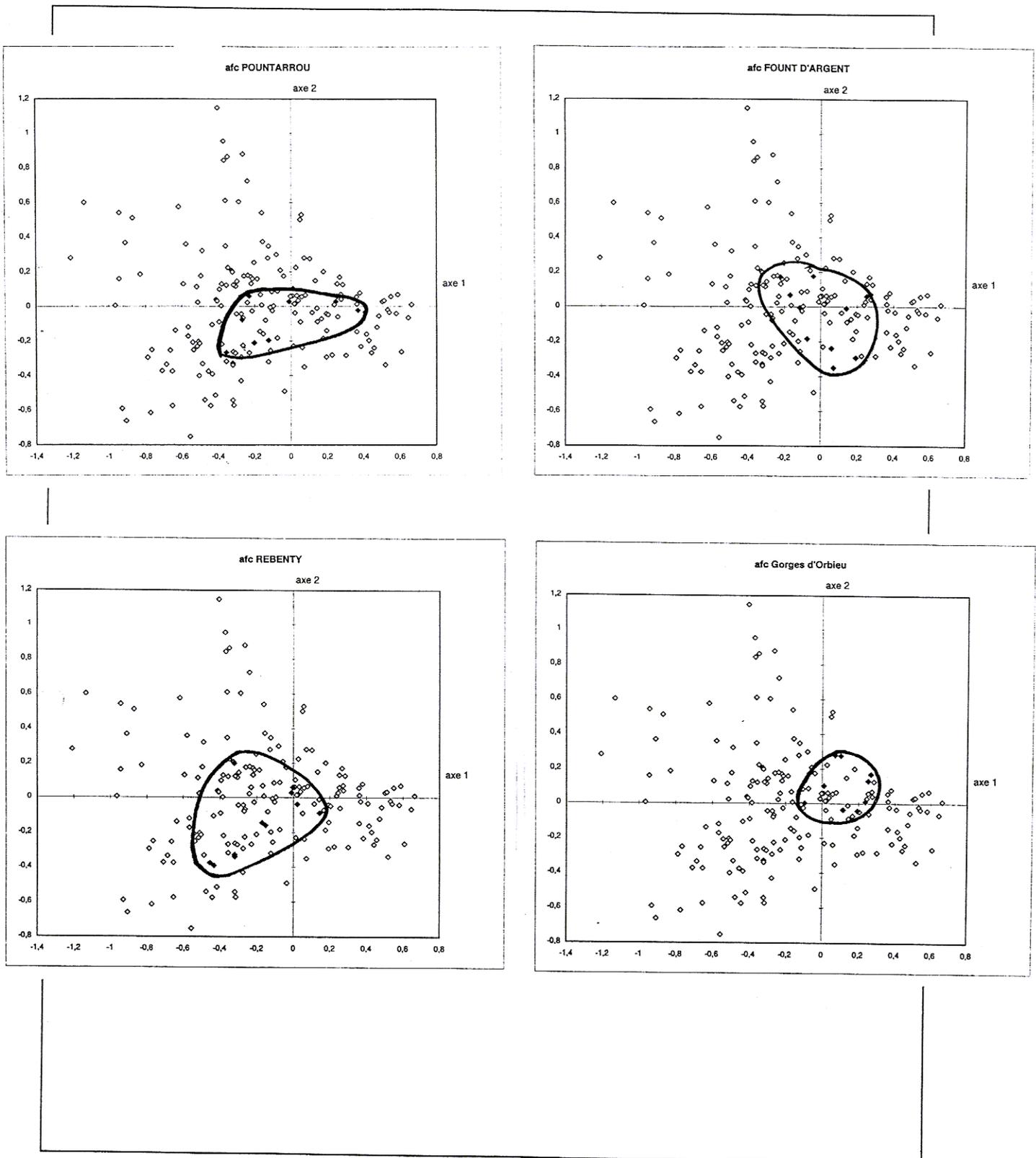


Figure 4 : position des échantillons de type essentiellement hybride dans la projection de l'AFC. Les individus qui composent ces échantillons sont très centrés et les enveloppes ont de faibles surfaces car chaque individu comporte des allèles de types variés dont la combinaison les place au centre.

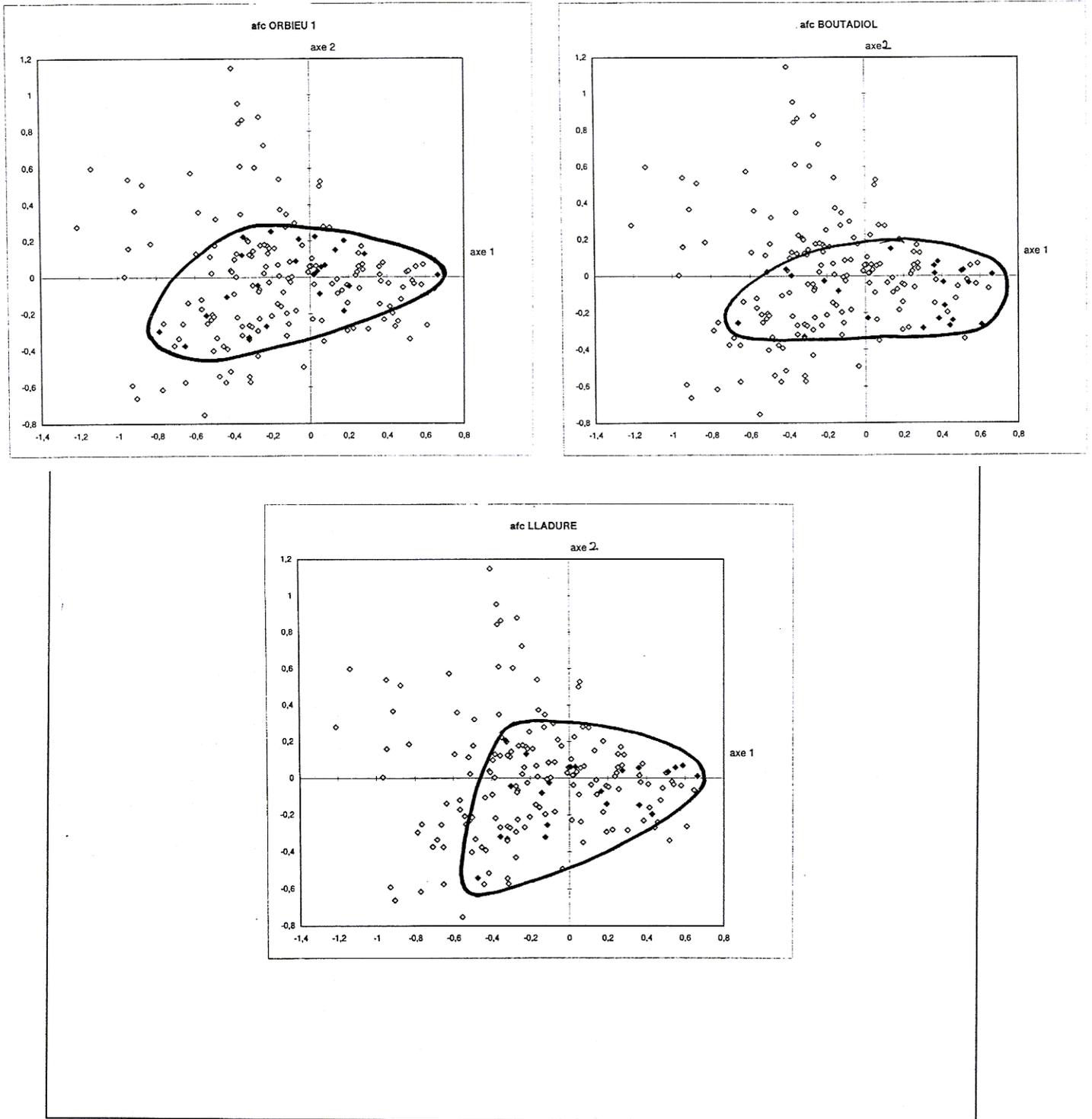


Figure 5 : position des échantillons de type composite dans la projection de l'AFC. Les individus qui composent ces échantillons sont centrés, mais couvrent une grande surface car ils peuvent être de purs méditerranéens et des atlantiques.

DISCUSSION

L'analyse génétique des 13 stations a donné des résultats complexes, assez différents de ceux de l'analyse des truites des Pyrénées Orientales (rapport 1995). Ceci explique pourquoi il a été nécessaire de pousser les tests statistiques quasiment au maximum, pour cumuler des informations permettant de conclure.

Si le taux moyen de pénétration des gènes atlantiques y est aussi important, voire plus que dans les Pyrénées Orientales, nous verrons qu'une des explications qui sont proposées est nouvelle : c'est l'existence possible de peuplements atlantiques sauvages dans un cours d'eau méditerranéen!

Classement des stations

Les 13 échantillons analysés peuvent donc être classés selon divers groupes et sous groupes, en fonction des catégories adoptées pour les projections d'AFC (figures 2 à 5) :

- échantillons essentiellement méditerranéens

Ils constituent des populations de type méditerranéen pur (**Aude 1**) ou faiblement introgressées comme l'échantillon de **Clarianelle**. Concernant cette dernière station, l'introgression est de 23%, mais ce chiffre est approximatif car basé sur le seul marqueur *LDH5** (le marqueur *FBPI** indique une introgression nulle!).

Ceci montre que la forme de truite ancestrale méditerranéenne est minoritaire dans le bassin avec une moyenne de 62% d'introgression (présence atlantique naturelle). Elle est plus présente dans les bassins méditerranéens des Pyrénées Orientales : la Têt avec 42% d'introgression moyenne, le Tech avec 41% et le Sègre (Ebre) avec 45%.

- échantillons essentiellement atlantiques

Avec pour référence l'échantillon de la pisciculture de **Fontanelle** (Vaucluse), seul l'échantillon de **Rialsesse** présente des caractères similaires, donc probablement introgressé par les truites domestiques. Cet échantillon présente 100% de truites estimées de pisciculture (à génotype atlantique aux deux locus diagnostiques).

Par contre, les échantillons de **Serremijanne** et **Clamoux** (et à une moindre mesure **La Grave**) se distinguent par la possession de divers marqueurs originaux (voir "résultats") déjà trouvés dans des populations naturelles atlantiques. L'hypothèse d'un apport important d'une pisciculture inconnue à souche particulière peut expliquer ce résultat et est à considérer. Cependant, on ne voit pas pourquoi cette souche ne serait utilisée que dans ces cours d'eau et en quantité telle qu'elle aurait supplanté une forme résidente. Cette hypothèse est

donc peu crédible et l'hypothèse d'un peuplement naturel atlantique, issu de capture de cours d'eau atlantiques, reste le plus probable d'autant plus que ces trois stations appartiennent au même sous bassin (fig. 1).

Serremijeanne est un échantillon exceptionnel car son taux d'allèle atlantiques est de 100% et tous ses individus sont placés à part (enveloppe disjointe au centre gauche) dans l'AFC. Cependant, on peut se demander comment un peuplement atlantique naturel arrivé par capture au plus tard il y a 10000 ans a pu se maintenir pur depuis si longtemps. Selon D. Cambon (communication personnelle), ce cours d'eau de faible débit et à population de truite réduite, présente une forte pente et comporte de nombreux obstacles à la remontée, tels que cascades et barrages anciens. Ceci peut expliquer un isolement fort vis à vis de l'aval.

Clamoux présente le même type de truites atlantiques, mais est mélangé à environ un tiers d'allèles méditerranéens. D'autre part, le fort écart des introgression entre *LDH5** et *TF** montre une introgression ancienne. Si elle est en partie naturelle, cela n'a rien d'étonnant!

La Grave présente à la fois une forte présence atlantique (92%), un déséquilibre des Fis qui disparaît quand on élimine les truites supposées de pisciculture et un écart moyen entre les marqueurs diagnostiques. Il semble donc que cette population soit du type "Serremijeanne ou Clamoux", mais avec une forte présence domestique. De faible débit, ce cours d'eau a été repeuplé au moyen de boîtes Vibert (D. Cambon, communication personnelle).

- échantillons essentiellement hybrides

Les échantillons de **Pountarrou**, **Fount d'Argent - Rebenty** et des **Gorges d'Orbieu** ont la particularité de présenter en AFC, un rassemblement de leurs individus autour de l'origine des axes. C'est la marque d'une composition homogène en hybrides et non d'une juxtaposition d'individus domestiques et sauvages. Cet apport atlantique est fort (64 à 100%) et d'origine domestique au moins pour le couple de stations proches Rebenty / Fount d'Argent (le retrait des truites domestiques abaisse l'hétérozygotie). Cette dernière caractéristique ne concerne pas Pountarrou et les Gorges d'Orbieu ce qui tendrait à montrer que l'apport domestique y est plus ancien (d'ailleurs l'écart entre les marqueurs diagnostiques est de 28% pour les Gorges d'Orbieu, ce qui est une valeur relativement forte et aucune truite d'origine pisciculture n'y a été décelée).

- échantillons composites

Les échantillons d'**Orbieu 1**, **Boutadiol** et **Lladure** se rassemblent aussi autour de l'origine des axes de l'AFC. Cependant, les enveloppes sont largement étendues depuis la zone méditerranéenne pure (centre droit du graphique), jusque dans la zone domestique (gauche inférieur). Ces peuplements sont donc

composés, autres d'hybrides divers, d'individus purement atlantiques et purement méditerranéens, preuve d'une composition mélangée qui n'est pas à l'équilibre à cause de déversements récents et de dévalaisons de truites méditerranéennes. L'apport de truites de pisciculture est une des causes des forts déséquilibres détectés par les Fis dans les échantillons Lladure et Boutadiol car quand on retire les truites de pisciculture, l'hétérozygotie baisse. Ce n'est pas le cas de l'Orbieu 1 pour lequel le retrait des truites supposées de pisciculture ne modifie pas l'hétérozygotie. Ceci est en accord avec l'ancienneté estimée plus grande de l'introggression atlantique (écart 37%). Enfin, la faible proportion de truites de pisciculture (de 8 à 31%) nous montre bien qu'une autre cause, de type démographique (forte séparation des classes d'âge?), explique les déséquilibres de Lladure et Boutadiol.

L'hypothèse de capture de cours d'eau atlantiques par l'Aude

Des contacts Aude - bassins atlantiques ont ils été évoqués par des scientifiques? Selon H. Persat (communication personnelle), il y a eu, à des périodes diverses, de nombreuses opportunités d'échanges entre le Languedoc (ou tout au moins le bas cours de l'Aude) et la Garonne, durant tout le quaternaire.

Ces échanges n'auraient pas concerné la truite uniquement. Les données nous manquent et les biologistes ont du pain sur la planche! en particulier pour retrouver les traces de ces échanges, spécialement du dernier maximum glaciaire (Würm). H. Persat pense que le toxostome, la blennie et le barbeau méridional ont pu passer du Languedoc vers la Garonne avec, pour le premier, une dispersion généralisée, et pour les autres une dispersion limitée aux eaux vives sous influences méditerranéennes, les conditions environnementales de l'aval formant une barrière écologique. La présence du barbeau méridional dans le haut Tarn peut s'expliquer ainsi.

En sens inverse, il pense que la Vandoise et l'Ablette ont pu venir en Languedoc dans le bassin de l'Aude à partir de bassins atlantiques.

Selon D. Cambon (communication personnelle), cette capture, limitée à un petit sous bassin, est probablement récente et serait due à un épisode tardif lié aux grandes modifications décrites plus haut. Selon lui, un ancien affluent de l'Arnette (versant atlantique du Tarn) a pu être capturé par la Clamoux par érosion régressive. De tels phénomènes sont d'ailleurs en cours actuellement, chaque fois qu'une source d'un affluent du sous bassin de l'Orbiel se trouve à proximité et en contrebas d'un cours d'eau atlantique.

Plus de précisions : selon les travaux de Gotis (et collaborateurs) en 1972, de tels changements de bassins ont été nombreux. Le seuil de Castelnaudary (de Narbonne à Montferrand) est tronçonné par plusieurs failles sud-ouest / nord-est, et semble s'être déplacé régulièrement vers l'ouest au fur et à mesure de l'effondrement tectonique du golfe du Lion (et/ou l'érection du seuil du Lauragais).

Les relations connues de l'amont de l'Aude avec le versant atlantique comprennent, à la fin du Pliocène, dans la région de Toulouse, des écoulements nord pyrénéens, avec l'Hers Mort comme branche est, alimentée par l'Aude pyrénéenne. Au début du quaternaire, capture (antérieure au Gunz) de l'Hers au niveau de Montréal par érosion régressive de l'Aude - Fresquel méditerranéen. Plus tard, au Mindel, recouplement du coude de l'Aude le long d'une faille sur l'axe Limoux - Carcassonne.

Selon H. Persat, il y a de fortes présomptions de relations Agout - Sor - Fresquel, soit avec écoulement direct de l'Agout dans le Fresquel, soit écoulements intermittents du Sor dans l'une ou l'autre des deux directions. Ceci a pu permettre des échanges faunistiques dans les deux sens (Atlantique - Méditerranée et Méditerranée - Atlantique) alors que la capture de l'Aude, elle, aura privilégié des échanges Atlantique - Méditerranée.

CONCLUSION

En dehors de la description des divers échantillons, la question d'une introgression atlantique naturelle, au moins pour les stations Serremijeanne et Clamoux, est d'un grand intérêt. Intérêt fondamental car il peut illustrer les grands mouvements d'ichtyofaune du proche passé, mais appliqué aussi car considérer une population comme purement artificielle (hypothèse d'une origine domestique inconnue) ou purement naturelle (hypothèse de capture) aboutit forcément à des plans de gestions très différents! Si cette dernière hypothèse était confirmée, le taux moyen d'introgression domestique (et non atlantique) baisserait de 62% à 50% environ, ce qui est plus proche des 41 à 45% de pénétration d'allèles domestiques dans les Pyrénées Orientales.

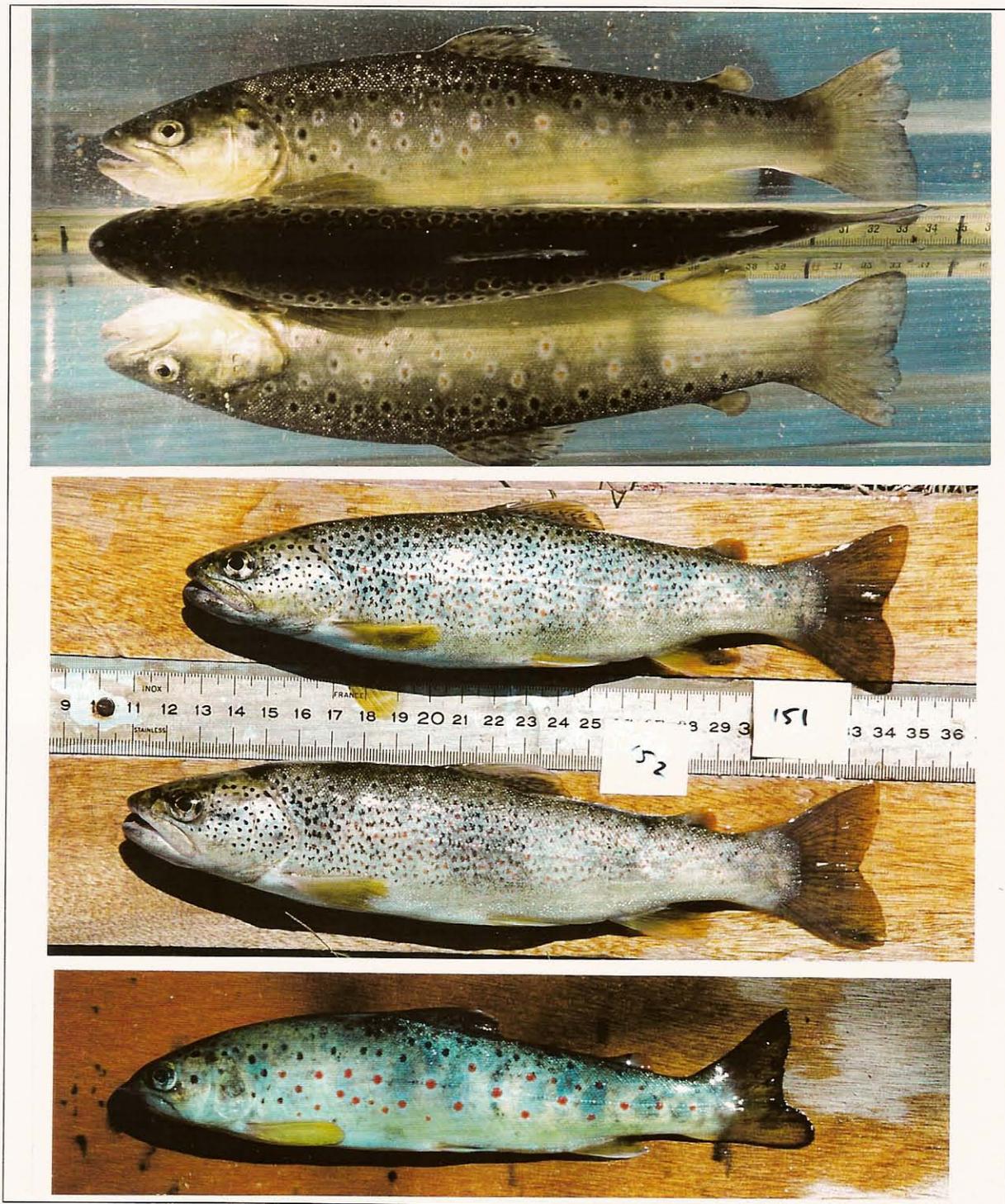


Planche hors texte : robe des principaux types de truites rencontrées dans l'Aude. En haut, une truite de pisciculture (ici une truite de la pisciculture de Soueich; photo : ENSA de Toulouse). Au centre, une truite méditerranéenne caractéristique avec de petits nombreux points noirs (ici deux truites de l'Ouvèze, affluent du Rhône; photo : P. Berrebi). En bas, une truite de la Serremijeanne, représentative du peuplement atlantique probablement capturé par l'Aude, avec ses grands points rouges sur fond très clair (photo : D. Cambon)

Annexe

terrain	Localité	LDH 5	FBP1	TF	AAT 1	AAT 2	AAT 4	ADH	CK1	CK2	CK3 œil
963	P110	Lladure	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
964	111	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
965	112	Lladure	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
966	113	Lladure	100100	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
967	114	Lladure	100100	-	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
968	115	Lladure	100110	-	100100	100100	100100	065065	100100	100100	100100
969	116	Lladure	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
970	117	Lladure	100100	-	102102	100100	100100	065100	100100	100100	100100
971	118	Lladure	090100	100100	-	100100	100100	065100	100100	100100	100100
972	119	Lladure	100100	150150	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100
973	120	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
975	122	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
976	123	Lladure	090090	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
977	124	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
978	125	Lladure	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
979	126	Lladure	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
980	127	Lladure	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
981	128	Lladure	100100	100150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
982	129	Lladure	100100	-	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
983	130	Lladure	100100	100150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
984	131	Lladure	100100	100150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
985	132	Lladure	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
986	133	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
987	134	Lladure	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
988	135	Lladure	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
989	136	Lladure	090090	-	100100	100130	100100	100100	100100	100100	100100
990	137	Lladure	100100	150150	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
991	138	Lladure	090100	100150	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
992	139	Lladure	090090	100100	100100	100130	100100	100100	100100	100100	100100
1499	T121	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1500	122	Boutadiol	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1501	123	Boutadiol	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1502	124	Boutadiol	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1503	125	Boutadiol	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1504	126	Boutadiol	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1505	127	Boutadiol	100100	100100	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1506	128	Boutadiol	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1507	129	Boutadiol	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1508	130	Boutadiol	090090	100100	-	100100	100100	065100	100100	100100	100100
1509	131	Boutadiol	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1510	132	Boutadiol	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1511	133	Boutadiol	090090	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100
1512	134	Boutadiol	100100	100100	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1513	135	Boutadiol	100100	100100	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1514	136	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1515	137	Boutadiol	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1516	138	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1517	139	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1518	140	Boutadiol	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1519	141	Boutadiol	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1520	142	Boutadiol	090100	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1521	143	Boutadiol	100100	150150	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1522	144	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1523	145	Boutadiol	100100	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1524	146	Boutadiol	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1525	147	Boutadiol	100100	150150	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1526	148	Boutadiol	100100	150150	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1527	149	Boutadiol	090100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
1528	150	Boutadiol	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2637	F1	ORBIEU	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2638	2	ORBIEU	100100	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2639	3	ORBIEU	090100	100100	100100	100100	100100	-	100100	100100	100100
2640	4	ORBIEU	090090	100100	100102	100100	100100	065100	100100	100100	100100
2641	5	ORBIEU	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2642	6	ORBIEU	090100	100100	100102	100100	100100	065100	100100	100100	100100

terrain	Localité	LDH 5	FBP1	TF	AAT 1	AAT 2	AAT 4	ADH	CK1	CK2	CK3 œil
2643	7	ORBIEU	100100	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100
2644	8	ORBIEU	100100	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2645	9	ORBIEU	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2646	10	ORBIEU	100100	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2647	11	ORBIEU	090100	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100
2648	12	ORBIEU	090090	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2649	13	ORBIEU	090090	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100
2650	14	ORBIEU	090100	100100	100102	100100	100100	100100	125125	100100	100100
2651	15	ORBIEU	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2652	16	ORBIEU	090100	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100
2653	17	ORBIEU	-	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2654	18	ORBIEU	100100	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2655	19	ORBIEU	-	100100	100100	100100	100100	065100	100100	125125	100100
2656	20	ORBIEU	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2657	21	ORBIEU	090100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2658	22	ORBIEU	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2659	23	ORBIEU	090100	100150	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100
2660	24	ORBIEU	100100	-	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2661	25	ORBIEU	-	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2735	F99	AUDE 1	100100	100150	102102	100130	100100	100100	100100	100100	100100
2736	100	AUDE 1	100100	150150	102102	100130	100100	100100	100100	100100	100100
2737	101	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2738	102	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2739	103	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2740	104	AUDE 1	100100	150150	102102	100130	100100	100100	100100	100100	100100
2741	105	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2742	106	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2743	107	AUDE 1	-	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	-
2744	108	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2745	109	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2746	110	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	090090
2747	111	AUDE 1	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2748	112	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2749	113	AUDE 1	100100	150150	102102	100130	100100	100100	100100	100100	100100
2750	114	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2751	115	AUDE 1	100100	-	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2752	116	AUDE 1	100100	-	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2753	117	AUDE 1	090100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2754	118	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2755	119	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2756	120	AUDE 1	100100	-	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2757	121	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2758	122	AUDE 1	100100	150150	102102	100130	100100	100100	100100	100100	090100
2759	123	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2760	124	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2761	125	AUDE 1	-	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2762	126	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	-
2763	127	AUDE 1	100100	150150	102102	100100	100100	100100	100100	100100	100100
2764	128	AUDE 1	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3147	R1	Rebenty	090090	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3148	2	Rebenty	090090	100100	-	100100	100100	065065	100100	000125	100100
3149	3	Rebenty	090090	100100	-	100130	100100	100100	100100	100100	100100
3150	4	Rebenty	090090	100100	-	100130	100100	100100	100100	100100	100100
3151	5	Rebenty	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	000125	100100
3152	6	Rebenty	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3153	7	Rebenty	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	000125	100100
3154	8	Rebenty	090090	100150	-	100100	100100	065100	100100	100100	100100
3155	9	Rebenty	090090	150150	-	100100	100100	065100	100100	100100	100100
3156	10	Rebenty	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3157	11	Rebenty	090090	-	-	-	-	-	-	-	100100
3158	12	Rebenty	090090	-	-	-	-	-	-	-	100100
3159	13	Rebenty	090090	-	-	-	-	-	-	-	100100

terrain	Localité	LDH 5	FBP1	TF	AAT 1	AAT 2	AAT 4	ADH	CK1	CK2	CK3	oeil
3160	14	Rebenty	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3161	15	Rebenty	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3162	R16	ount d'Argen	090100	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3163	17	ount d'Argen	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3164	18	ount d'Argen	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3165	19	ount d'Argen	090090	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3166	20	ount d'Argen	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3167	21	ount d'Argen	090090	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3168	22	ount d'Argen	090100	100100	-	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100
3169	23	ount d'Argen	090090	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3170	24	ount d'Argen	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3171	25	ount d'Argen	090090	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3172	26	ount d'Argen	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3173	27	ount d'Argen	090100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3174	28	ount d'Argen	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3175	29	ount d'Argen	090100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3176	30	ount d'Argen	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3177	R31	Clarianelle	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3178	32	Clarianelle	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3179	33	Clarianelle	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3180	34	Clarianelle	100100	150150	-	100130	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3181	35	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100
3182	36	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3183	37	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3184	38	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3185	39	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3186	40	Clarianelle	100100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3187	41	Clarianelle	090100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3188	42	Clarianelle	100100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3189	43	Clarianelle	100100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3190	44	Clarianelle	090100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3191	45	Clarianelle	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3192	R46	Pountarrou	100100	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3193	47	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3194	48	Pountarrou	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3195	49	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3196	50	Pountarrou	090100	150150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3197	51	Pountarrou	090100	100150	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3198	52	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3199	53	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3200	54	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3201	55	Pountarrou	090090	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3202	56	Pountarrou	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3203	57	Pountarrou	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3204	58	Pountarrou	090100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3205	59	Pountarrou	100100	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3206	60	Pountarrou	090090	-	-	-	-	-	-	-	-	100100
3207	R61	La Grave	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3208	62	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3209	63	La Grave	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100
3210	64	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3211	65	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	065065	100100	100100	100100	100100
3212	66	La Grave	090090	100100	100100	100100	100100	065065	100100	100100	100100	100100
3213	67	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3214	68	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3215	69	La Grave	090100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3216	70	La Grave	090090	150150	100100	100100	100100	065065	100100	100100	100100	100100
3217	71	La Grave	090100	100150	100100	100100	100100	065065	100100	100100	100100	100100
3218	72	La Grave	090090	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3219	73	La Grave	090090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3220	74	La Grave	090090	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3221	75	La Grave	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100

terrain	Localité	LDH 5	FBP1	TF	AAT 1	AAT 2	AAT 4	ADH	CK1	CK2	CK3	oeil
3222	76 La Grave	090100	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3223	77 La Grave	090090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3224	78 La Grave	090100	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3225	79 La Grave	090100	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3226	80 La Grave	090090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3227	R81 Clamoux	090100	100100	100100	100130	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3228	82 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3229	83 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3230	84 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3231	85 Clamoux	090100	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3232	86 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100	100100
3233	87 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3234	88 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3235	89 Clamoux	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100	100100
3236	90 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3237	91 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3238	92 Clamoux	100100	100150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3239	93 Clamoux	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3240	94 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3241	95 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3242	96 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3247	R101 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3248	102 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100	100100
3249	103 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	000125	100100	100100	100100
3250	104 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	000125	100100	100100	100100
3251	105 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	000125	100100	100100	100100
3252	106 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	100100	100100	100100	100100
3253	107 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	065100	100100	000125	100100	100100	100100
3254	108 erremijeann	090090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	000125	100100	100100	100100
3255	109 erremijeann	90090	100100	100100	100130	100100	65065	100100	125125	100100	100100	100100
3256	110 erremijeann	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100	100100
3267	R121 gorges Orbie	90090	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3268	122 gorges Orbie	90100	150150	98100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3269	123 gorges Orbie	90100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3270	124 gorges Orbie	90100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3271	125 gorges Orbie	90100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3272	126 gorges Orbie	100100	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3273	127 gorges Orbie	100100	100150	98098	90100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3274	128 gorges Orbie	90090	150150	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3275	129 gorges Orbie	90100	100100	100102	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3276	R130 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	65100	100100	100100	100100	100100	100100
3277	131 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3278	132 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3279	133 Riassesse	90090	150150	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100	100100
3280	134 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3281	135 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	65065	100100	100100	100100	100100	100100
3282	136 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3283	137 Riassesse	90090	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3284	138 Riassesse	90090	100150	100100	100100	100100	100100	100100	125125	100100	100100	100100
3285	139 Riassesse	90090	100150	100100	100100	100100	65100	100100	100100	100100	100100	100100
3286	140 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3287	141 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3288	142 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3289	143 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3290	144 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3291	145 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3292	146 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3293	147 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3294	148 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100
3295	149 Riassesse	90090	-	100100	-	-	-	-	-	-	-	100100

terrain	Localité	FBP2	FH1	IDH 1	IDH 2	IDH 3	IDH 4	LDH 1	LDH 3	LDH 4	MDH 1	MDH 2
3160	14	Rebenty	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3161	15	Rebenty	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3162	R16	ount d'Argen	100100	135135	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3163	17	ount d'Argen	100100	100110	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3164	18	ount d'Argen	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3165	19	ount d'Argen	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3166	20	ount d'Argen	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3167	21	ount d'Argen	100100	100110	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3168	22	ount d'Argen	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3169	23	ount d'Argen	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3170	24	ount d'Argen	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3171	25	ount d'Argen	100100	-	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3172	26	ount d'Argen	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3173	27	ount d'Argen	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3174	28	ount d'Argen	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3175	29	ount d'Argen	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3176	30	ount d'Argen	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3177	R31	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3178	32	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3179	33	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3180	34	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3181	35	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3182	36	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3183	37	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3184	38	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3185	39	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3186	40	Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3187	41	Clarianelle	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3188	42	Clarianelle	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3189	43	Clarianelle	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3190	44	Clarianelle	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3191	45	Clarianelle	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3192	R46	Pountarrou	100100	100135	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3193	47	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3194	48	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3195	49	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3196	50	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3197	51	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3198	52	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3199	53	Pountarrou	100100	100135	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3200	54	Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3201	55	Pountarrou	100100	100135	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3202	56	Pountarrou	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3203	57	Pountarrou	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3204	58	Pountarrou	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3205	59	Pountarrou	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3206	60	Pountarrou	-	-	-	-	-	100100	100100	100100	-	-
3207	R61	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3208	62	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3209	63	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3210	64	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3211	65	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3212	66	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3213	67	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200
3214	68	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3215	69	La Grave	100100	100100	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3216	70	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3217	71	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3218	72	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3219	73	La Grave	100100	100100	090100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3220	74	La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3221	75	La Grave	100100	100110	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100

terrain	Localité	MDH3	MDH4	MPI	G3PDH2	6 PGD	PGI 1	PGI 2	PGI 3	PGM	SOD 1
3160	14 Rebenty	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3161	15 Rebenty	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3162	R16 ount d'Argen	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3163	17 ount d'Argen	075100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3164	18 ount d'Argen	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3165	19 ount d'Argen	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3166	20 ount d'Argen	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3167	21 ount d'Argen	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	090100	100100
3168	22 ount d'Argen	075100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3169	23 ount d'Argen	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	090100	100100
3170	24 ount d'Argen	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3171	25 ount d'Argen	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3172	26 ount d'Argen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3173	27 ount d'Argen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3174	28 ount d'Argen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3175	29 ount d'Argen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3176	30 ount d'Argen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3177	R31 Clarianelle	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3178	32 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3179	33 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3180	34 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3181	35 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3182	36 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3183	37 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3184	38 Clarianelle	075100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3185	39 Clarianelle	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3186	40 Clarianelle	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3187	41 Clarianelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3188	42 Clarianelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3189	43 Clarianelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3190	44 Clarianelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3191	45 Clarianelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3192	R46 Pountarrou	075075	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3193	47 Pountarrou	100100	100100	100105	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3194	48 Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3195	49 Pountarrou	075100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3196	50 Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3197	51 Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3198	52 Pountarrou	075100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3199	53 Pountarrou	100100	100100	100100	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3200	54 Pountarrou	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3201	55 Pountarrou	075100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3202	56 Pountarrou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3203	57 Pountarrou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3204	58 Pountarrou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3205	59 Pountarrou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3206	60 Pountarrou	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3207	R61 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3208	62 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3209	63 La Grave	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3210	64 La Grave	075075	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3211	65 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3212	66 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3213	67 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3214	68 La Grave	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3215	69 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3216	70 La Grave	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3217	71 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3218	72 La Grave	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3219	73 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3220	74 La Grave	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3221	75 La Grave	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100

terrain	Localité	MDH3	MDH4	MPI	G3PDH2	6 PGD	PGI 1	PGI 2	PGI 3	PGM	SOD 1
3222	76 La Grave	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3223	77 La Grave	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3224	78 La Grave	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3225	79 La Grave	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3226	80 La Grave	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3227	R81 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3228	82 Clamoux	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3229	83 Clamoux	100100	100100	105105	100100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3230	84 Clamoux	100100	100100	100100	050100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3231	85 Clamoux	100100	100100	105105	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3232	86 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3233	87 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3234	88 Clamoux	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3235	89 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3236	90 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3237	91 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3238	92 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3239	93 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3240	94 Clamoux	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3241	95 Clamoux	100100	100100	105105	050100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3242	96 Clamoux	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3247	R101 erremijeann	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3248	102 erremijeann	075100	100100	105105	050100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3249	103 erremijeann	100100	100100	105105	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3250	104 erremijeann	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3251	105 erremijeann	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3252	106 erremijeann	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3253	107 erremijeann	075100	100100	105105	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3254	108 erremijeann	100100	100100	105105	050100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3255	109 erremijeann	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100200	100100	100100	100100
3256	110 erremijeann	75100	100100	105105	100100	100100	100100	200200	100100	100100	100100
3267	R121 gorges Orbie	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3268	122 gorges Orbie	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3269	123 gorges Orbie	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3270	124 gorges Orbie	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3271	125 gorges Orbie	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3272	126 gorges Orbie	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3273	127 gorges Orbie	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3274	128 gorges Orbie	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3275	129 gorges Orbie	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3276	R130 Riassesse	100100	100100	105105	50050	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3277	131 Riassesse	100100	100100	100105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3278	132 Riassesse	100100	100100	100105	50100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3279	133 Riassesse	100100	100100	100100	50100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3280	134 Riassesse	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3281	135 Riassesse	100100	100100	105105	50100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3282	136 Riassesse	100100	100100	105105	50050	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3283	137 Riassesse	100100	100100	105105	100100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3284	138 Riassesse	100100	100100	105105	50100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3285	139 Riassesse	100100	100100	105105	50100	100100	100100	100100	100100	100100	100100
3286	140 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3287	141 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3288	142 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3289	143 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3290	144 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3291	145 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3292	146 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3293	147 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3294	148 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3295	149 Riassesse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-