

Structure génétique des truites de l'amont du gave de Pau (gaves des Tourettes et d'Ossoue)

-
Rapport GAVA



Gave des Tourettes - Station 1 - Cabane des soldats © www.panoramio.com

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

Analyse des paramètres écologiques: **Marc DELACOSTE**
Fédération des AAPPMA des Hautes-Pyrénées, 20 Boulevard 8 Mai 1945, 65000 Tarbes
Tél: 05 62 34 00 43, Mél: federation.peche65@wanadoo.fr

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

1. Introduction

Distinguer entre truites sauvages et domestiques est un exercice parfois aisé, mais parfois hasardeux tant les truites sauvages ont des robes diversifiées, parfois différentes d'un affluent à l'autre d'un même sous bassin.

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

2. Les échantillons analysés

L'échantillonnage de 87 fragments de nageoires préservés dans l'alcool provenant de truites de l'amont du gave de Pau (gaves des Tourettes et d'Ossoue) de 2016 a été livré à l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (ISEM) de l'Université de Montpellier (UM) le 20 décembre 2016 par la Fédération des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (AAPPMA) des Hautes-Pyrénées (FD65). Marc Delacoste est le correspondant de la FD65 auprès de l'ISEM.

N° carte	Stations	Date	Nbre	Rapport	N° ISEM des échantillons	N° ISEM des individus
1	Gave des Tourettes (station 1)	09/09/2016	12	GAVA	L761	T30360-T30371
2	Gave des Tourettes (station 2)	09/09/2016	10	GAVA	L762	T30372-T30381
3	Gave des Tourettes (station 4)	09/09/2016	5	GAVA	L763	T30387-T30426
4	Lourdes	31/08/2016	14	GAVA	L759	T30340-T30353
5	Lécadé	31/08/2016	6	GAVA	L760	T30354-T30359
6	Sausse (station 4)	22/08/2016	2	GAVA	L755	T30300-T30301
7	Sausse (station 6)	22/08/2016	5	GAVA	L756	T30302-T30306
8	Sausse (station 7)	22/08/2016	12	GAVA	L757	T30307-T30319
9	Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	22/08/2016	20	GAVA	L758	T30320-T30339
10	Touyères	23/09/2015	20	TROUM	L676	T28796-T28815
11	Cot	09/09/2015	20	TROUM	L674	T28756-T28775
12	Bastan (aval Dets Coubous)	27/09/2016	20	BASTAN2	L730	T29909-T29918
13	Bastan (Esterre)	27/09/2016	20	BASTAN2	L732	T29955-T29974
14	Gave de Pau (Gavarnie)	01/10/2011	20	GT2015	L409	T20183-T20202
15	pisciculture Cauterets (Puntas)	08/02/2008	20	GSALM2	L157	T13091-T13110
16	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	16/12/2014	20	MAE1	L556	T28112-T28131
17	pisciculture Isère	2008	20	GSALM2	L266	T16926-T16945

Tableau 1 : Détail des échantillons analysés. En jaune l'échantillons nouveaux de 2016; en blanc les échantillons de référence servant aux comparaisons; en gris les références domestiques.

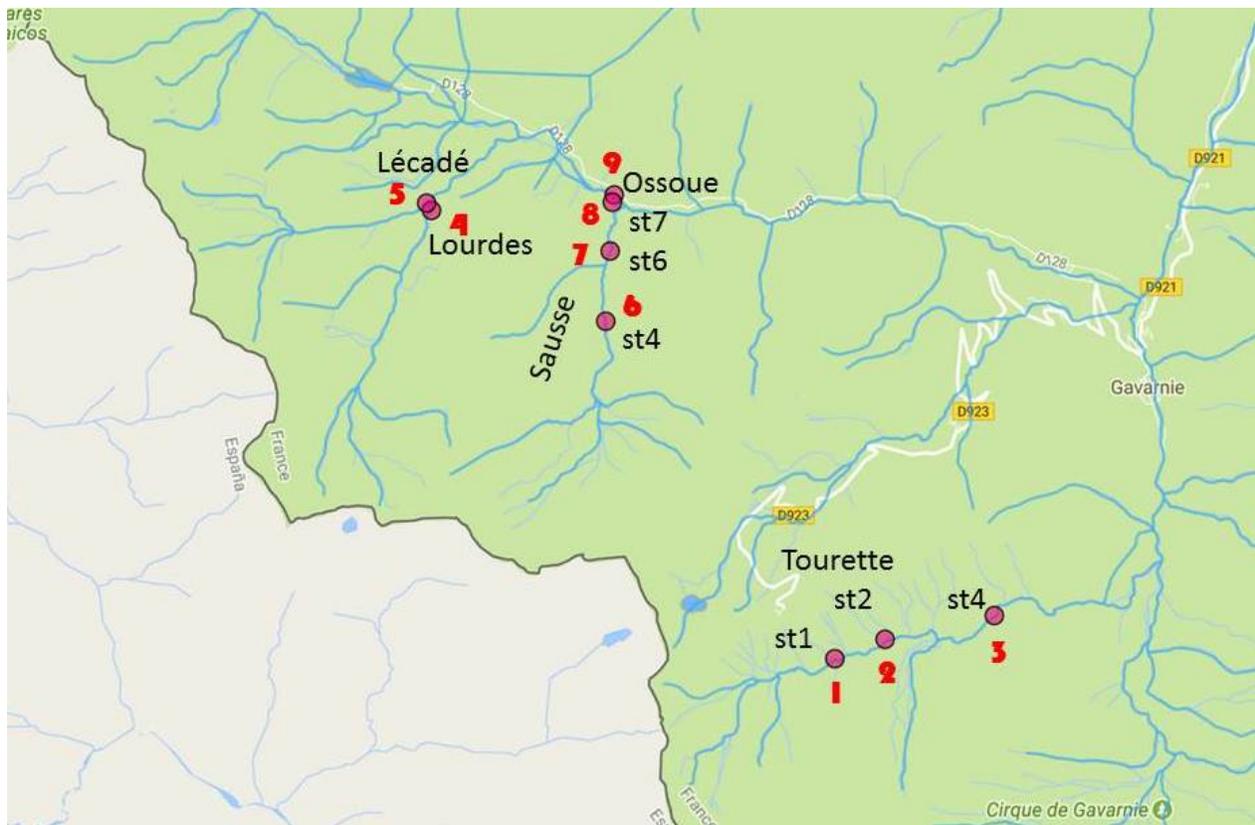


Figure 1 : Position géographique des stations échantillonnées en 2016. En rouge les chiffres renvoient au Tableau 1.

Les analyses statistiques nécessitent de comparer les génotypes des truites des 9 échantillons de 2016 avec des truites de type connu. Ainsi, aux échantillons de 2016 ont été rajoutés 5 échantillons représentant des lignées naturelles connues de la région et 3 échantillons de souches de pisciculture ayant pu être utilisées dans la zone étudiée. Les caractéristiques des échantillons analysés sont détaillées au Tableau 1. Leurs localisations sont précisées à la Figure 1.

3. Les méthodes moléculaires

Les techniques biomoléculaires permettent d'extraire l'ADN contenu dans les nageoires. Par amplification (PCR) et migration sont révélés les variants héréditaires (allèles) portés par chaque truite au niveau d'endroits bien particuliers des chromosomes (les locus). Pour être informatifs, des locus hypervariables sont choisis, les microsatellites. Ici, nous avons choisi 6 locus microsatellites nommés Oneμ9, Mst85, Ss0SL-311, Omy21DIAS, Mst543 et SSoSI-438. Leurs allèles constituent les génotypes des truites.

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

4. Les méthodes statistiques

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

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

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

- *Les paramètres populationnels*

Les paramètres populationnels sont nombreux en génétique des populations. Trois d'entre eux ont été choisis (i) les paramètres de diversité génétique des échantillons (H_{nb} , H_o et A), (ii) un paramètre de panmixie (F_{is} : il teste si les truites d'une population se sont reproduites entre elles, ce qui permet de détecter les immigrations comme lors d'un repeuplement) et (iii) la mesure de différenciation génétique entre échantillon pris deux à deux (F_{st}).

5. Résultats

5.1. Débroussaillage par AFC

La première image des analyses génétiques, par AFC (Figure 2), est compacte. Tout au plus remarque-t-on les truites domestiques en haut à droite, les truites amont de la zone de Gavarnie en haut à gauche et les truites aval de Gavarnie et Bastan en bas au centre.

Une autre analyse est nécessaire.

En ne figurant que les barycentres des échantillons (Figure 3), on retrouve une logique géographique et certains résultats des analyses précédentes:

- le cheptel de truite du sous bassin du Gave de Pau (Bastan, Troumouse, gaves de Pau, Tourettes, Ossoue, Lourdes) est remarquablement peu introgressé par les formes domestiques (peu d'attraction du bas droit du graphique);

- les peuplements Gavarnie, Troumouse et Bastan sont distincts et dans des positions relatives logiques dans le diagramme par rapport à la topographie du réseau hydrographique;

- il y a une continuité entre le Bastan et le Gave de Pau (ce qui n'est pas le cas des autres affluents);

- la proximité Cot (6) / Puntas (32) est confirmée (voir rapport TROUM) et l'hypothèse d'une ressemblance fortuite entre la souche Puntas (Marcadau) et Cot est probable (parce que la diversité de l'ensemble Troumouse est géographiquement cohérente, voir aussi Annexe 1);

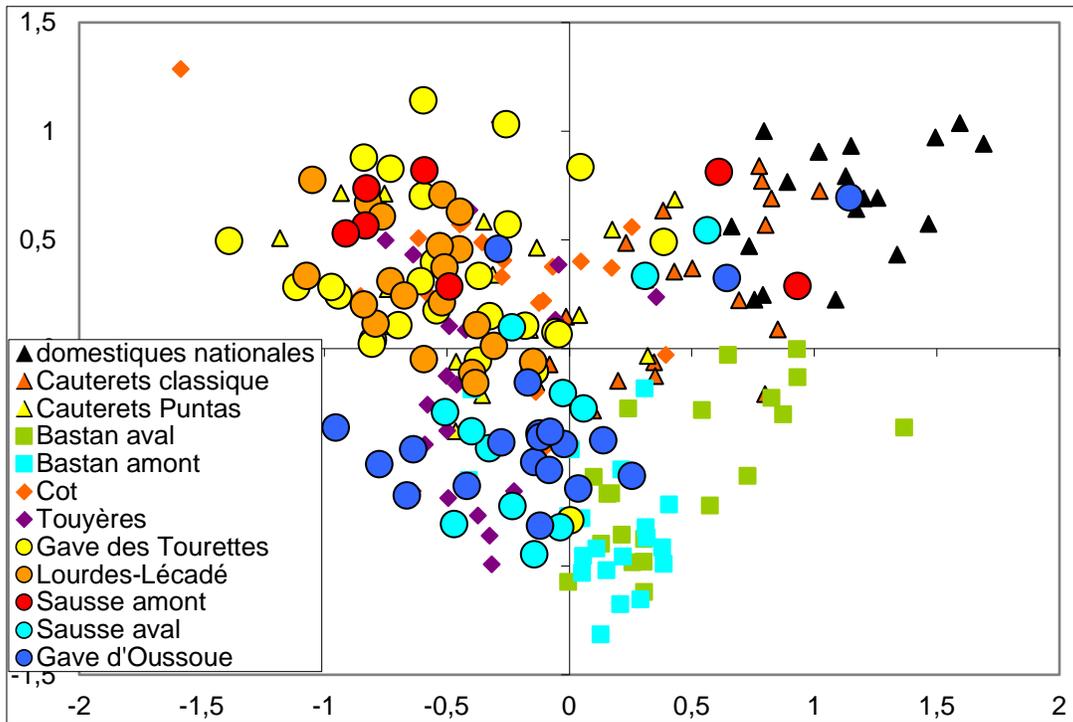


Figure 2: L'analyse multidimensionnelle présentant la totalité des individus est confuse car les populations de truites du Gave de Pau sont génétiquement homogènes et que l'hybridation avec le type domestique est variable.

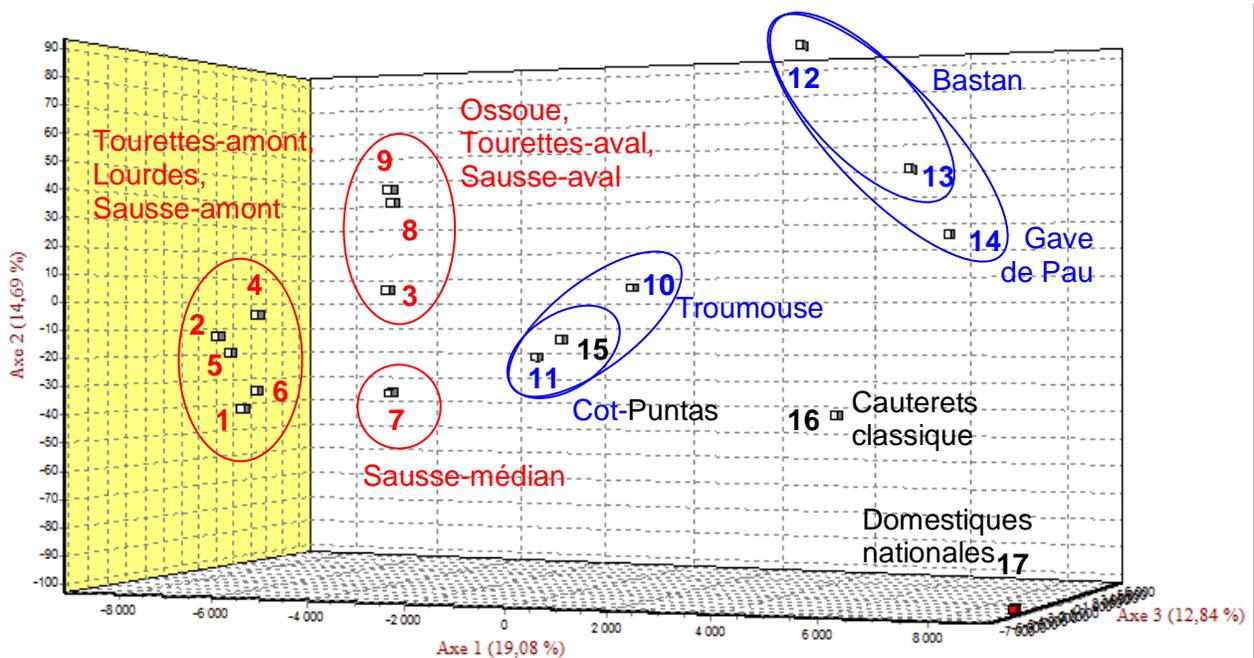


Figure 3: Même analyse que la Figure 2, mais ici seuls les barycentres (centres de gravité) de chaque échantillon est représenté. La logique géographique semble respectée

5.2. Chiffrage par assignation

L'analyse d'assignation permet de classer et de chiffrer la composition génétique de chaque échantillon. La meilleure représentation est l'histogramme de la Figure 4 avec $K=5$ comme le logiciel d'aide à la décision le suggère. Les observations faites sur la Figure 3 sont globalement confirmées par cette analyse à la Figure 4. Seule la présence domestique (ici en rouge) est plus nette, surtout à l'aval du ruisseau de Sausse: 36% (mais 5 truites seulement, dont 2 sont probablement des survivantes d'alevinage) à mi-course puis 12% plus à l'aval, à la confluence avec le Gave d'Ossoue qui présente lui 10% d'introgression.

Il s'agit d'introgression par la souche "Cauterets classique" (seule utilisée dans la zone). Il y a aussi 18% de présence domestique à l'aval du gave des Tourettes (en fait une truite introgressée à 77% sur 5 truites échantillonnées) et beaucoup moins à l'amont (6%). Une introgression par la souche Cauterets Puntas n'est pas mesurable puisque la plupart des échantillons analysés sont de la même lignée (Tableau 2). Plusieurs stations sont indemnes de gènes domestiques mesurables comme à l'amont du ruisseau de Sausse et les stations Lourdes et Lécadé (seules les valeurs au-dessus de 5% sont significatives: en dessous cela peut être du "bruit de fond" de la méthode).

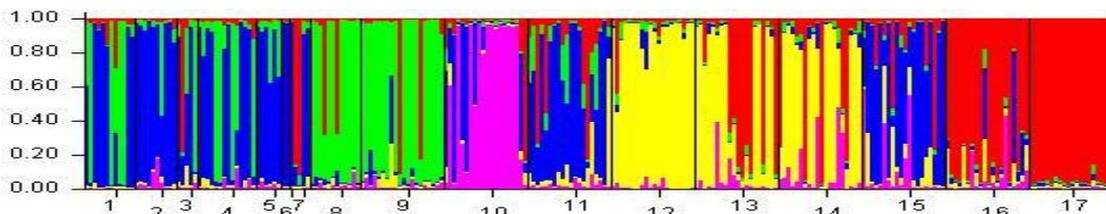


Figure 4 : Histogramme d'assignation donnant la composition génétique de chaque truite (finer barres verticales) et de chaque échantillon quand on subdivise l'échantillonnage total en 5 lignées ($K=5$).

N° carte	Stations	Nbre	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
1	Gave des Tourettes (station 1)	12	53	39	1	1	6
2	Gave des Tourettes (station 2)	10	84	8	4	2	2
3	Gave des Tourettes (station 4)	5	48	28	2	5	18
4	Lourdes	14	58	34	3	2	3
5	Lécadé	6	80	14	3	1	1
6	Sausse (station 4)	2	96	1	1	1	1
7	Sausse (station 6)	5	57	4	1	2	36
8	Sausse (station 7)	12	2	81	2	2	12
9	Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	20	5	79	2	4	10
10	Touyères	20	22	2	66	3	7
11	Cot	20	59	11	4	9	17
12	Bastan (aval Dets Coubous)	20	3	3	2	89	4
13	Bastan (Esterre)	20	1	2	5	57	35
14	Gave de Pau (Gavarnie)	20	3	3	10	61	23
15	pisciculture Cauterets (Puntas)	20	64	2	11	10	13
16	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	20	9	2	6	7	77
17	pisciculture Isère	20	1	1	1	1	95

Tableau 2: Assignation de chaque échantillon aux 5 lignées détectées les plus significatives. Le pourcentage de truites domestiques dans les rivières cumule les truites hybrides mais aussi les truites d'alevinage ayant survécu (voir la discussion sur ce point).

L'autre résultat intéressant est la présence de deux lignées dans la zone étudiée. La lignée dite Amont est présente à l'amont de plusieurs rivières (Gave des Tourettes, ruisseaux de Lourdes et

de Sausse) tandis que l'autre lignée, Ossoue, se retrouve dans la station aval du ruisseau de Sausse et dans le gave d'Ossoue, deux stations contiguës et sans obstacle (pour les truites, c'est sans doute la même station).

L'analyse d'assignation a été poussée au-delà de $K=8$ (Figure 5). On observe successivement la distinction de la souche Puntas de la lignée Amont (à $K=6$), puis la séparation Bastan/Gave de Pau (à $K=7$) et enfin la séparation tardive des souches domestiques Cauterets classique et nationale, montrant ainsi leur ressemblance génétique.

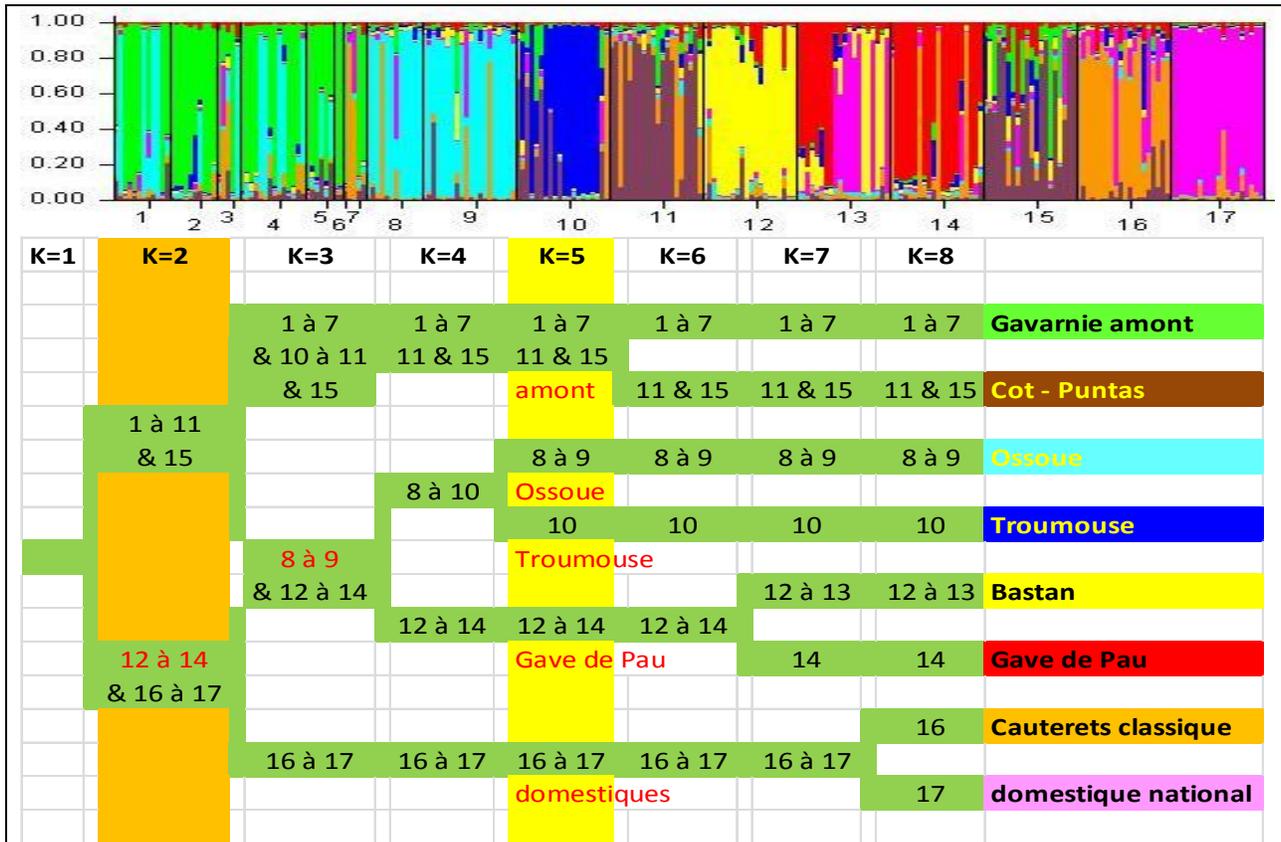


Figure 5: Exploration de l'analyse d'assignation jusqu'à $K=8$ (histogramme du haut) et traduction des résultats sous forme d'arbre. Bandes orange et jaune verticales = partitions les plus significatives. Les 5 lignées écrites en rouge sont celles du Tableau 2.

5.3. Paramètres populationnels

Les mesures de diversité génétique sont globalement normales et aucune valeur n'alerte sur un problème populationnel (Tableau 3). Hnb décrit le mieux cette diversité (il comporte une compensation pour les faibles effectifs) et varie entre 0,6 et 0,8. Le paramètre A (nombre moyen d'allèles par marqueur) montre une sensibilité aux faibles effectifs.

La panmixie est globalement respectée. Un repeuplement récent devrait déséquilibrer ce paramètre. C'est ce qu'on observe aux échantillons 3, 7 et 8, les plus introgressés par la truite domestique et les moins panmictiques.

Quand on teste la différenciation génétique entre échantillons (F_{st} , Tableau 4), on observe une différenciation génétique généralisée entre localités (cellules blanches), ce qui est normal quand on compare deux stations qui ne s'échangent pas de truites. Les seules comparaisons non significatives (cellules vertes = deux échantillons génétiquement similaires) concernent soit des

comparaisons entre stations proches (échantillons 1 à 6 et la paire 8/9), soit des effectifs faibles (échantillons 3 et 6) réduisant artificiellement la robustesse du test.

N° carte	Stations	Nbre	Hnb	Ho	A	Fis	signif.
1	Gave des Tourettes (station 1)	12	0,66	0,59	5,0	0,12	ns
2	Gave des Tourettes (station 2)	10	0,61	0,58	4,5	0,05	ns
3	Gave des Tourettes (station 4)	5	0,78	0,63	5,2	0,21	*
4	Lourdes	14	0,72	0,69	5,2	0,04	ns
5	Lécadé	6	0,63	0,67	4,0	-0,07	ns
6	Sausse (station 4)	2	0,61	0,75	2,3	-0,38	ns
7	Sausse (station 6)	5	0,74	0,60	4,3	0,20	*
8	Sausse (station 7)	12	0,60	0,47	5,0	0,22	**
9	Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	20	0,66	0,63	6,5	0,06	ns
10	Touyères	20	0,65	0,58	6,7	0,10	*
11	Cot	20	0,70	0,63	6,5	0,10	*
12	Bastan (aval Dets Coubous)	20	0,63	0,54	5,5	0,14	*
13	Bastan (Esterre)	20	0,69	0,67	6,3	0,03	ns
14	Gave de Pau (Gavarnie)	20	0,79	0,67	8,7	0,16	***
15	pisciculture Cauterets (Puntas)	20	0,77	0,68	8,7	0,12	**
16	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	20	0,79	0,78	7,3	0,02	ns
17	pisciculture Isère	20	0,69	0,66	5,7	0,04	ns

Tableau 3: Paramètres de diversité génétique (entêtes orange) et de panmixie (entêtes bleues). La couleur des cellules illustre le niveau croissant des valeurs (blanc - jaune - orange). Les cellules roses montrent qu'une valeur très faible (A=nombre moyen de variants par marqueurs) est due à un faible effectif. La dernière colonne donne la significativité du déséquilibre de panmixie (Fis): le plus souvent non significatif (ns = en équilibre) ou faiblement déséquilibré (jaune).

N° carte	Stations	Nbre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Gave des Tourettes (station 1)	12	0	0,14	0,03	0,05	0,06	0,12	0,11	0,14	0,13	0,20	0,08	0,25	0,22	0,13	0,11	0,12	0,20	
2	Gave des Tourettes (station 2)	10		0	0,05	0,09	0,09	0,09	0,18	0,18	0,19	0,15	0,14	0,27	0,25	0,18	0,10	0,16	0,27	
3	Gave des Tourettes (station 4)	5			0	0,03	0,04	0,06	-0,01	0,02	0,01	0,09	0,04	0,14	0,10	0,03	0,03	0,04	0,13	
4	Lourdes	14				0	0,01	0,07	0,08	0,12	0,12	0,14	0,08	0,20	0,19	0,13	0,07	0,12	0,23	
5	Lécadé	6					0	0,07	0,11	0,13	0,14	0,12	0,07	0,25	0,24	0,16	0,06	0,15	0,26	
6	Sausse (station 4)	2						0	0,09	0,24	0,24	0,16	0,10	0,31	0,27	0,16	0,05	0,14	0,28	
7	Sausse (station 6)	5							0	0,18	0,14	0,19	0,11	0,24	0,17	0,11	0,05	0,07	0,21	
8	Sausse (station 7)	12								0	-0,01	0,15	0,14	0,16	0,11	0,12	0,16	0,15	0,17	
9	Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	20									0	0,16	0,14	0,14	0,09	0,10	0,14	0,14	0,18	
10	Touyères	20										0	0,12	0,22	0,19	0,14	0,10	0,13	0,24	
11	Cot	20											0	0,20	0,17	0,10	0,05	0,07	0,20	
12	Bastan (aval Dets Coubous)	20												0	0,06	0,11	0,18	0,16	0,23	
13	Bastan (Esterre)	20													0	0,06	0,17	0,10	0,15	
14	Gave de Pau (Gavarnie)	20														0	0,10	0,04	0,12	
15	pisciculture Cauterets (Puntas)	20															0	0,08	0,18	
16	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	20																0	0,07	
17	pisciculture Isère	20																		0

Tableau 4: Différentiation génétique des échantillons pris deux par deux. Les cellules en vert correspondent à des Fst assimilables à zéro (les deux échantillons comparés ne sont pas différenciés). Ces Fst nuls sont surtout concentrés dans les comparaisons entre échantillons de 1 à 6, sauf l'échantillon 3 génétiquement assimilable à beaucoup d'autres, sans doute à cause de son faible effectif.

6. Interprétation et Discussion

6.1. Impact des repeuplements

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

La souche Cauterets Puntas, qui ne peut pas vraiment être considérée, d'un point de vue génétique, comme domestique (même si elle l'est techniquement), ne peut pas être décelée dans nos échantillons car elle est d'origine locale (Marcadau) et de la même lignée que plusieurs échantillons analysés (lignée Amont, Tableau 2). Seules les statistiques de déversement nous permettraient de soupçonner sa présence ici ou là.

Par contre la souche domestique nationale, représentée ici par la souche Cauterets classique, est bien présente dans la zone étudiée. La Figure 6 donne une idée de sa distribution. Malgré certains très faibles effectifs peu informatifs, la carte montre que la présence domestique se concentre à l'aval des affluents du Gave d'Ossoue, dans le gave d'Ossoue et à l'aval du gave des Tourettes: les amonts sont moins impactés.

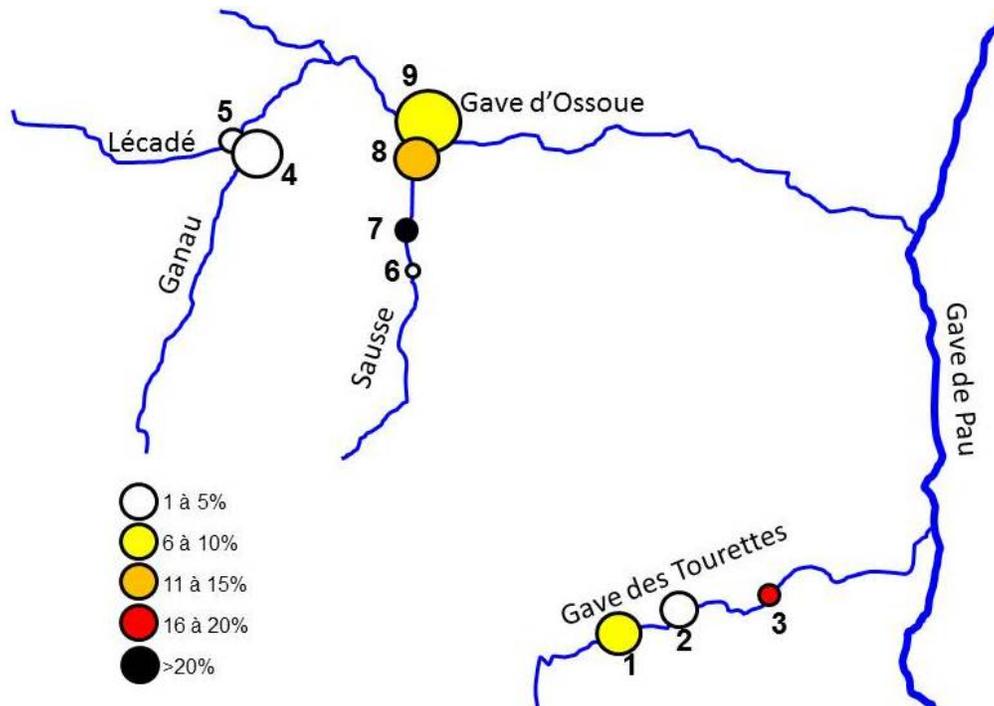


Figure 6: Cette première représentation schématique de la proportion (en %) des gènes domestiques cumule survivants de repeuplements et hybrides. La surface des ronds est proportionnelle à la taille de l'échantillon (et donc à la sureté de l'estimation).

Cependant, ces proportions de gènes domestiques reflètent à la fois de l'introggression (hybridation lignée domestique avec lignées locales) et la présence d'individus survivants d'alevinages récents. Ces survivants d'alevinage faussent la mesure car il est constaté que leur participation à la reproduction sauvage (donc leur hybridation) est très faible. Recalculer la présence domestique dans les populations sauvages en retirant les survivants d'alevinage permettrait de décrire l'introggression par hybridation des gènes domestiques.

L'unique souche de repeuplement récente est celle de Cauterets-classique. Dans le passé, quelques alevinages dispersés avec la souche Cauterets-Puntas ont également eu lieu. Si nous acceptons l'hypothèse que la souche Cauterets-classique est celle qui a laissé des survivants domestiques dans les populations sauvages, et compte tenu de la composition de cette souche (77% de la souche domestique commerciale nationale), alors il est probable que les truites de rivière analysées présentant 77% et plus de la lignée domestique soient des survivantes d'alevinage.

Quand on retire les truites considérées comme nées en pisciculture et survivantes dans les rivières, les estimations de pourcentages de présence domestique dans les populations qui se reproduisent en rivière changent fortement pour les échantillons Tourettes st4 (échantillon n° 3), Sausse st6 (7) et Ossoue (9). En effet, selon le tableau en Annexe 1, l'échantillon Tourettes st4 contient la truite FD65-748 probablement née en pisciculture (77,4% de lignée domestique); l'échantillon Sausse st6 comprend les truites FD65-663 (84,7%) et FD65-664 (91,6%) survivantes; enfin dans l'échantillon du Gave d'Ossoue, on remarque les truites FD65-691 (91,2%) et FD65-696 (81,8%) probablement domestiques.

Ainsi

- l'échantillon Tourettes st4 passe de 17,7% à 2,7% d'introggression domestique (son effectif passe de 5 à 4 truites);

- l'échantillon Sausse st6 passe de 36,2% à 2,9% et son effectif de 5 à 3 truites

- l'échantillon Ossoue passe de 10,1% à 1,5% et son effectif de 20 à 18.

Ces estimations, comme celles du Tableau 2, perdent en précision pour les échantillons de faible volume (chaque fois qu'on a moins de 10 truites). Ces valeurs sont donc indicatives et servent à décrire une tendance et à nourrir une réflexion.

La Figure 7 reprend la 6 mais sans les truites survivantes d'alevinage.

6.2. Structure génétique naturelle des truites de Gavarnie

La zone étudiée dans le présent rapport a révélé une intéressante structure génétique naturelle des truites. Deux lignées se partagent le réseau hydrographique: à l'aval la lignée Ossoue très dominante aux stations Ossoue et Sausse-aval (station 7) mais aussi présente dans le gave des Tourettes jusqu'à 30 ou 40%, et une lignée Amont, nommée ainsi parce qu'on la trouve dans les parties amont des cours d'eau échantillonnés du bassin du gave de Gavarnie.

Le nombre d'échantillons de type Ossoue est trop faible, mais deux hypothèses peuvent être proposées:

- 1) L'hypothèse "naturelle" serait à tester par plus d'échantillons: si les amonts sont colonisés par la lignée Amont et si les avals étaient occupés par la lignée Ossoue, alors il s'agirait de deux invasions chronologiques: Amont puis Ossoue. La Figure 5 montre que cette lignée Ossoue est proche de la lignée Troumouse, et le Tableau 2 que le Cot est de type Amont. Ces observations vont dans le sens de l'hypothèse proposée.

Le Tableau 2 et l'Annexe 1 complètent cette hypothèse: la lignée gave de Pau-Bastan constituerait une autre colonisation de la région.

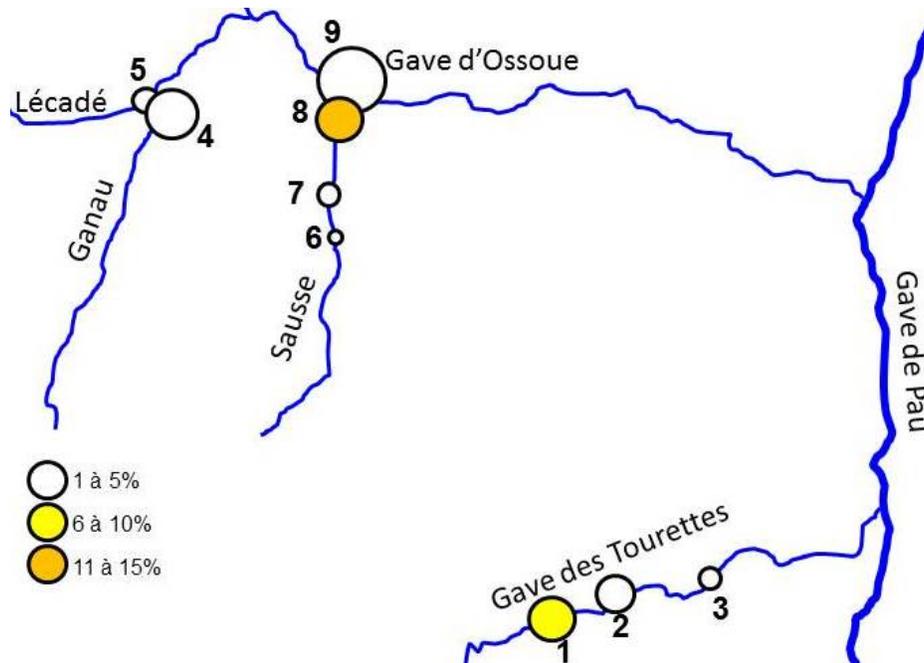


Figure 7: Carte de la Figure 6 sans les truites nées en pisciculture et survivantes des derniers alevinages. L'introgression moyenne est beaucoup, plus faible avec au maximum 12% à la station Sausse st7 (n°8 sur le graphique).

2) Une autre hypothèse serait que la lignée Amont provienne de la naturalisation de la souche Puntas de la pisciculture de Caunterets, après alevinages, du fait de sa similitude génétique avec la lignée Amont (Figure 5). Ces cours d'eau (ruisseaux de Sausse et de Lourdes, gave des Tourettes, ruisseau de Cot) ont en effet fait l'objet d'au moins un ou deux alevinages avec des estivaux de la lignée Puntas au tout début des années 2000.

La proximité génétique des affluents analysés et de la souche Puntas rend impossible le choix d'une des hypothèses. La seule façon de trancher serait d'analyser d'autres affluents locaux dont certains n'auraient pas été alevinés avec la souche Puntas: selon qu'ils présentent ou pas la lignée Amont, le dilemme entre les deux hypothèses serait résolu.

Chacune de ces lignées détectées est subdivisée en plusieurs autres, considérées comme mineures (Figure 5, K=6 à 8). C'est la difficulté de ce type d'analyses. La plupart des populations sont génétiquement différenciées (Tableau 4) à une échelle très fine. C'est dû à l'évolution aléatoire et adaptative de toute population isolée. Les truites de l'amont des cours d'eau sont extrêmement sédentaires, et, dans les Hautes-Pyrénées, la forte pente des cours d'eau d'altitude réduit les contacts inter populationnels. Elles constituent donc un patchwork de petites entités. Trouver et "décider" quelles sont les grandes lignées qui ont marqué la région par des invasions successives, probablement postglaciaires, nécessiterait une analyse à large échelle et à forte densité d'échantillons. Notons cependant qu'à la Figure 5, le découpage par assignation au-delà de K=5 sépare la souche Puntas des populations de Gavarnie mais pas de celle de Cot. Bien que non significative, cette structure soutiendrait plutôt l'hypothèse 1 pour Gavarnie, et 2 pour Cot.

Fait à Montpellier le 19 mai 2017

7. Références bibliographiques citées (les rapports produits par l'ISEM sont presque tous consultables, *en utilisant Firefox*, sur le site <https://data.oreme.org/trout/home>, à l'onglet "Liste des rapports" où ils sont classés par pays et par départements)

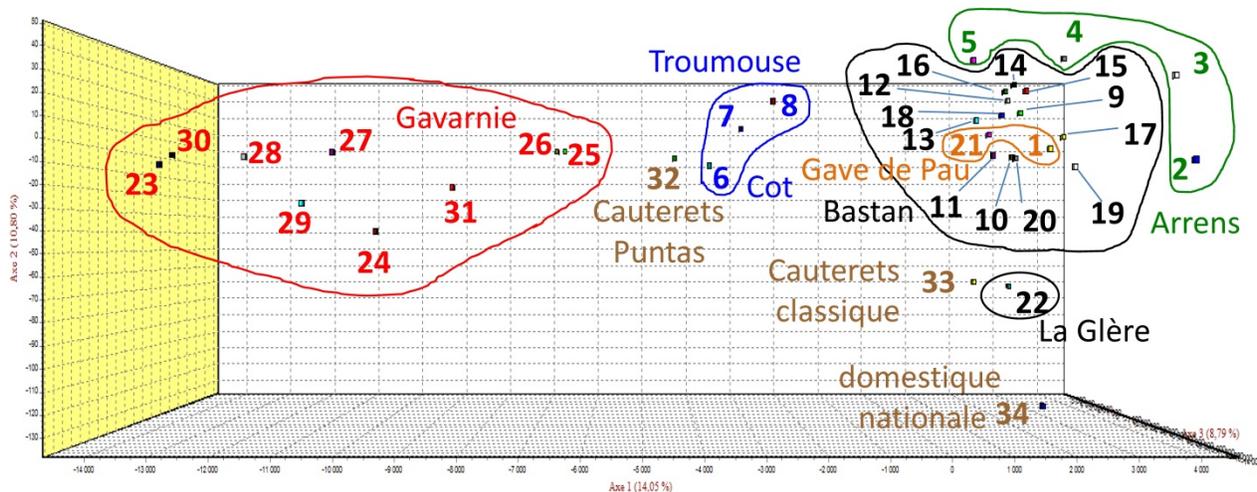
- Berrebi P., Cherbonnel C. 2009. Cartographie génétique des populations sauvages de truites françaises - Programme GENESALM - tome 1 - version du 15 décembre 2009. 22p. ([GSALM2](#))
- Berrebi P. 2015. Structure génétique des truites naturelles et domestiques de l'Orb amont - marqueurs microsatellites- Rapport [MAE1](#) (juin 2015): Rapport d'étape pour la thèse de Maëva Leitwein. Université de Montpellier. 9p.
- Berrebi P., Schikorski D. 2016. Etude génétique des truites du cirque de Troumouse: ruisseaux des Touyères, du Cot et du Maillet (sous bassin du Gave de Pau) - Rapport [TROUM](#): Rapport d'étude pour la FDAAPPMA65, Université de Montpellier. 12p.
- Berrebi P., Schikorski D. 2016. Cartographie génétique (microsatellites) des peuplements de truites françaises - Programme GENETRUTTA Rapport final 3/3 ([GT2015](#)). Rapport d'étude final pour la FNPF, Université de Montpellier. 18p.
- Berrebi P., Delacoste M., Schikorski D. en préparation 2017. Structure génétiques des truites du Bastan en septembre 2016 dans le cadre du suivi de sa recolonisation après la crue de juin 2013 - Rapport [BASTAN2](#): Etude pour la FD65. Université de Montpellier. 20p.

8. Annexe

Annexe 1: Analyse multidimensionnelle (AFC) de tous les échantillons du sous bassin du Gave de Pau disponibles à l'ISEM (31 échantillons + 3 références domestiques).

N° échantillon	Stations	Date	Nbre	Rapport	N° ISEM des échantillons	N° ISEM des individus
1	Gave de Pau (Gavarnie)	01/10/2011	30	GT2015	L409	T20182-T20211
2	Larribet	08/10/2014	20	ARRENS	L648	T27801-T27820
3	Arrens (Labassas)	31/10/2014	7	ARRENS	L649	T27821-T27827
4	Arrens (Doumbblas)	31/10/2014	20	ARRENS	L650	T27828-T27847
5	Arrens (Nouaux)	17/09/2013	30	ARRENS	L651	T27848-T27877
6	Cot	09/09/2015	20	TROUM	L674	T28756-T28775
7	Maillet	09/09/2015	20	TROUM	L675	T28776-T28795
8	Touyères	23/09/2015	20	TROUM	L676	T28796-T28815
9	Bastan (amont confluence La Glère)	28/10/2014	7	BASTAN	L653	T27893-T27899
10	Bastan (aval confluence Bolou)	15/10/2015	13	BASTAN	L682	T28932-T28944
11	Bastan (aval confluence Bolou)	27/09/2016	30	BASTAN2	L733	T29985-T30014
12	Bastan (aval confluence La Glère)	27/09/2016	16	BASTAN2	L731	T29939-T29954
13	Bastan (aval confluence La Glère)	15/10/2015	6	BASTAN	L681	T28926-T28931
14	Bastan (aval Dets Coubous)	15/10/2015	20	BASTAN	L680	T28906-T28925
15	Bastan (aval Dets Coubous)	27/09/2016	30	BASTAN2	L730	T29909-T29938
16	Bastan (aval Dets Coubous)	28/10/2014	15	BASTAN	L652	T27878-T27892
17	Bastan (Esterre)	27/09/2016	30	BASTAN2	L732	T29955-T29984
18	Bastan (Esterre)	15/10/2015	8	BASTAN	L683	T28945-T28952
19	Bolou	12/09/2013	20	BASTAN	L655	T27920-T27939
20	Dets Coubous	04/09/2015	20	BASTAN	L673	T28736-T28755
21	Gave de Pau (Luz St Sauveur)	09/11/2015	20	BASTAN	L690	T29123-T29142
22	La Glère (aval)	03/09/2013	20	BASTAN	L654	T27900-T27919
23	Sausse (station 4)	22/08/2016	2	GAVA	L755	T30300-T30301
24	Sausse (station 6)	22/08/2016	5	GAVA	L756	T30302-T30306
25	Sausse (station 7)	22/08/2016	13	GAVA	L757	T30307-T30319
26	Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	22/08/2016	20	GAVA	L758	T30320-T30339
27	Lourdes	31/08/2016	14	GAVA	L759	T30340-T30353
28	Lécadé	31/08/2016	6	GAVA	L760	T30354-T30359
29	Gave des Tourettes (station 1)	09/09/2016	12	GAVA	L761	T30360-T30371
30	Gave des Tourettes (station 2)	09/09/2016	10	GAVA	L762	T30372-T30381
31	Gave des Tourettes (station 4)	09/09/2016	5	GAVA	L763	T30387-T30426
32	pisciculture Cauterets	08/02/2008	30	GSALM2	L157	T13091-T13120
33	pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	16/12/2014	29	MAE1	L556	T28112-T28140
34	pisciculture Murgat	2008	30	GSALM2	L266	T16926-T16955

Annexe 1a: Liste des échantillons pris en compte pour l'analyse de l'Annexe 1b.



Annexe 1b: Analyse multidimensionnelle (AFC) de tous les échantillons du sous bassin du Gave de Pau disponibles à l'ISEM. Ont été rajoutés des références de pisciculture. Chaque point est le barycentre de l'échantillon.

On remarque:

- que le cheptel de truite du sous bassin du Gave de Pau est remarquablement peu introgressé par les formes domestiques;
- que les peuplements Gavarnie, Troumouze, Bastan et Arrens sont distincts et dans des positions relatives compatibles avec le réseau hydrographique (paramètre "difficulté à échanger");
- que les deux échantillons du Gave de Pau sont parmi ceux de Bastan suggérant une continuité entre le Bastan et le Gave (ce qui n'est pas le cas des autres affluents);
- que la proximité Cot (6) / Puntas (32) est confirmé mais que l'hypothèse d'une ressemblance fortuite entre Marcadau et Cot est probable (parce que la diversité de l'ensemble Troumouze est géographiquement cohérente);
- que la proximité La Glère (22) / Cauterets domestique (33) est confirmée sans apporter d'élément supplémentaire dans la réflexion.
- il est frappant d'observer la distance entre les stations des rus de Lourdes, Sausse et Tourettes, pourtant géographiquement proches alors que tous les barycentres des stations du Bastan ou du gave de Gavarnie (Gavarnie et Luz), pourtant distantes de plusieurs dizaines de kilomètres, sont très proches dans l'analyse. On peut faire la même observation avec les stations d'Arrens, pourtant géographiquement très proches. Ces distorsions géographie/génétique sont sans doute le reflet de l'isolement de ces populations. Dérive et adaptation au milieu fait génétiquement diverger deux populations isolées proportionnellement au temps.

Annexe 2: Fréquence d'assignation des échantillons puis des individus. Les couleurs des cellules renseignent sur l'assignation majoritaire de chaque truite.

Stations	N° carte	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
Gave des Tourettes (station 1)	1	0.537	0.388	0.008	0.011	0.055
Gave des Tourettes (station 2)	2	0.842	0.079	0.047	0.016	0.016
Gave des Tourettes (station 4)	3	0.479	0.280	0.018	0.047	0.177
Lourdes	4	0.583	0.340	0.033	0.018	0.026
Lécadé	5	0.800	0.142	0.028	0.015	0.015
Sausse (station 4)	6	0.960	0.009	0.012	0.006	0.014
Sausse (station 6)	7	0.571	0.039	0.009	0.020	0.361
Sausse (station 7)	8	0.025	0.814	0.023	0.015	0.123
Gave d'Ossoue (aval confl. Sausse)	9	0.044	0.795	0.023	0.037	0.100
Touyères	10	0.204	0.020	0.676	0.025	0.074
Cot	11	0.558	0.104	0.077	0.088	0.173
Bastan (aval Dets Coubous)	12	0.028	0.027	0.023	0.884	0.038
Bastan (Esterre)	13	0.013	0.024	0.048	0.571	0.344
Gave de Pau (Gavarnie)	14	0.030	0.026	0.103	0.614	0.227
pisciculture Cauterets (Puntas)	15	0.622	0.020	0.136	0.095	0.128
pisciculture Babeau (Cauterets 2014)	16	0.084	0.019	0.061	0.068	0.768
pisciculture Isère	17	0.010	0.013	0.010	0.014	0.953

Etiquettes tubes		calculs	N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
FD65-725	1 Touret101		1	0.593	0.366	0.008	0.021	0.012
FD65-726	2 Touret102		1	0.025	0.933	0.010	0.008	0.023
FD65-727	3 Touret103		1	0.932	0.012	0.008	0.033	0.016
FD65-728	4 Touret104		1	0.919	0.007	0.007	0.006	0.061
FD65-729	5 Touret105		1	0.963	0.008	0.008	0.006	0.014
FD65-730	6 Touret106		1	0.822	0.008	0.009	0.006	0.155
FD65-731	7 Touret107		1	0.010	0.961	0.008	0.009	0.011
FD65-732	8 Touret108		1	0.336	0.363	0.008	0.008	0.285
FD65-733	9 Touret109		1	0.013	0.958	0.008	0.010	0.011
FD65-734	10 Touret110		1	0.010	0.961	0.008	0.009	0.011
FD65-735	11 Touret111		1	0.940	0.015	0.009	0.005	0.031
FD65-736	12 Touret112		1	0.884	0.065	0.009	0.007	0.035
FD65-737	13 Touret201		2	0.933	0.021	0.029	0.011	0.006
FD65-738	14 Touret202		2	0.914	0.035	0.029	0.016	0.007
FD65-739	15 Touret203		2	0.898	0.059	0.023	0.013	0.007
FD65-740	16 Touret204		2	0.968	0.008	0.007	0.011	0.006
FD65-741	17 Touret205		2	0.838	0.031	0.102	0.019	0.009
FD65-742	18 Touret206		2	0.757	0.008	0.205	0.008	0.022
FD65-743	19 Touret207		2	0.358	0.535	0.051	0.036	0.021

Etiquettes tubes		N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
FD65-744	20 Touret208	2	0.955	0.013	0.010	0.011	0.011
FD65-745	21 Touret209	2	0.967	0.011	0.008	0.007	0.006
FD65-746	22 Touret210	2	0.837	0.067	0.007	0.025	0.063
FD65-747	23 Touret401	3	0.853	0.071	0.018	0.026	0.032
FD65-748	24 Touret402	3	0.173	0.025	0.013	0.016	0.774
FD65-749	25 Touret403	3	0.426	0.379	0.012	0.123	0.060
FD65-750	26 Touret404	3	0.934	0.035	0.011	0.013	0.007
FD65-751	27 Touret405	3	0.009	0.888	0.036	0.058	0.009
FD65-702	28 Lourd01	4	0.938	0.033	0.009	0.006	0.014
FD65-703	29 Lourd02	4	0.729	0.190	0.010	0.057	0.015
FD65-704	30 Lourd03	4	0.888	0.043	0.014	0.046	0.009
FD65-705	31 Lourd04	4	0.904	0.047	0.007	0.020	0.022
FD65-706	32 Lourd05	4	0.023	0.947	0.008	0.008	0.014
FD65-707	33 Lourd06	4	0.021	0.953	0.008	0.010	0.008
FD65-708	34 Lourd07	4	0.723	0.128	0.098	0.010	0.041
FD65-709	35 Lourd08	4	0.940	0.016	0.017	0.008	0.019
FD65-710	36 Lourd09	4	0.036	0.912	0.015	0.011	0.026
FD65-711	37 Lourd10	4	0.203	0.606	0.150	0.010	0.032
FD65-712	38 Lourd11	4	0.967	0.012	0.009	0.005	0.007
FD65-713	39 Lourd12	4	0.898	0.034	0.013	0.043	0.013
FD65-714	40 Lourd13	4	0.843	0.033	0.087	0.008	0.030
FD65-715	41 Lourd14	4	0.054	0.804	0.015	0.011	0.115
FD65-716	42 Lécadé01	5	0.921	0.026	0.020	0.008	0.025
FD65-717	43 Lécadé02	5	0.854	0.058	0.049	0.029	0.010
FD65-718	44 Lécadé03	5	0.920	0.035	0.022	0.010	0.012
FD65-719	45 Lécadé04	5	0.583	0.362	0.024	0.012	0.019
FD65-720	46 Lécadé05	5	0.886	0.057	0.035	0.015	0.006
FD65-721	47 Lécadé06	5	0.634	0.315	0.018	0.018	0.015
FD65-660	48 Saus401	6	0.961	0.011	0.012	0.006	0.010
FD65-661	49 Saus402	6	0.959	0.007	0.011	0.006	0.017
FD65-662	50 Saus601	7	0.962	0.007	0.012	0.009	0.011
FD65-663	51 Saus602	7	0.121	0.016	0.006	0.009	0.847
FD65-664	52 Saus603	7	0.007	0.062	0.006	0.010	0.916
FD65-634	53 Saus604	7	0.894	0.074	0.010	0.011	0.012
FD65-635	54 Saus605	7	0.870	0.039	0.011	0.062	0.018
FD65-670	55 Saus701	8	0.014	0.958	0.011	0.011	0.006
FD65-671	56 Saus702	8	0.055	0.903	0.015	0.012	0.014
FD65-672	57 Saus703	8	0.015	0.896	0.041	0.011	0.037
FD65-673	58 Saus704	8	0.035	0.250	0.009	0.014	0.692
FD65-674	59 Saus705	8	0.017	0.941	0.008	0.022	0.012
FD65-675	60 Saus706	8	0.007	0.912	0.026	0.047	0.008

Etiquettes tubes		calculs		N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
FD65-676	61 Saus707	8	0.100	0.210	0.008	0.007	0.674		
FD65-677	62 Saus708	8	0.008	0.954	0.017	0.015	0.006		
FD65-678	63 Saus709	8	0.008	0.958	0.018	0.010	0.006		
FD65-679	64 Saus710	8	0.006	0.961	0.009	0.017	0.007		
FD65-680	65 Saus711	8	0.017	0.871	0.092	0.010	0.009		
FD65-681	66 Saus712	8	0.014	0.955	0.017	0.009	0.006		
FD65-682	67 Ossou01	9	0.014	0.940	0.009	0.027	0.010		
FD65-683	68 Ossou02	9	0.018	0.869	0.071	0.019	0.024		
FD65-684	69 Ossou03	9	0.186	0.731	0.047	0.009	0.027		
FD65-685	70 Ossou04	9	0.019	0.895	0.068	0.008	0.009		
FD65-686	71 Ossou05	9	0.008	0.917	0.008	0.052	0.015		
FD65-687	72 Ossou06	9	0.014	0.888	0.010	0.080	0.008		
FD65-688	73 Ossou07	9	0.010	0.924	0.010	0.047	0.010		
FD65-689	74 Ossou08	9	0.410	0.307	0.011	0.252	0.019		
FD65-690	75 Ossou09	9	0.023	0.884	0.010	0.070	0.013		
FD65-691	76 Ossou10	9	0.010	0.059	0.005	0.014	0.912		
FD65-692	77 Ossou11	9	0.039	0.925	0.011	0.019	0.006		
FD65-693	78 Ossou12	9	0.010	0.963	0.009	0.011	0.007		
FD65-694	79 Ossou13	9	0.051	0.865	0.071	0.008	0.005		
FD65-695	80 Ossou14	9	0.011	0.955	0.012	0.015	0.008		
FD65-696	81 Ossou15	9	0.011	0.155	0.005	0.011	0.818		
FD65-697	82 Ossou16	9	0.013	0.931	0.024	0.023	0.008		
FD65-698	83 Ossou17	9	0.007	0.942	0.009	0.035	0.007		
FD65-699	84 Ossou18	9	0.008	0.964	0.010	0.011	0.008		
FD65-700	85 Ossou19	9	0.010	0.949	0.025	0.011	0.006		
FD65-701	86 Ossou20	9	0.019	0.842	0.040	0.015	0.085		
FD65-561	87 Touy01	10	0.510	0.122	0.100	0.090	0.177		
FD65-562	88 Touy02	10	0.174	0.023	0.656	0.121	0.027		
FD65-563	89 Touy03	10	0.796	0.008	0.091	0.005	0.099		
FD65-564	90 Touy04	10	0.009	0.015	0.960	0.010	0.007		
FD65-565	91 Touy05	10	0.615	0.010	0.338	0.019	0.017		
FD65-566	92 Touy06	10	0.798	0.010	0.144	0.008	0.039		
FD65-567	93 Touy07	10	0.010	0.009	0.969	0.006	0.006		
FD65-568	94 Touy08	10	0.406	0.015	0.563	0.008	0.008		
FD65-569	95 Touy09	10	0.008	0.008	0.970	0.007	0.007		
FD65-570	96 Touy10	10	0.118	0.027	0.824	0.015	0.015		
FD65-571	97 Touy11	10	0.006	0.009	0.968	0.010	0.006		
FD65-572	98 Touy12	10	0.009	0.010	0.969	0.007	0.005		
FD65-573	99 Touy13	10	0.011	0.027	0.932	0.017	0.012		
FD65-574	100 Touy14	10	0.007	0.007	0.974	0.006	0.006		
FD65-575	101 Touy15	10	0.011	0.020	0.952	0.010	0.007		

Etiquettes tubes		calculs	N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
FD65-576	102	Touy16	10	0.007	0.017	0.957	0.013	0.006
FD65-577	103	Touy17	10	0.010	0.018	0.949	0.015	0.008
FD65-578	104	Touy18	10	0.007	0.020	0.944	0.023	0.006
FD65-579	105	Touy19	10	0.510	0.011	0.228	0.047	0.203
FD65-580	106	Touy20	10	0.063	0.011	0.030	0.071	0.825
FD65-521	107	Cot01	11	0.505	0.242	0.088	0.067	0.097
FD65-522	108	Cot02	11	0.604	0.229	0.102	0.022	0.043
FD65-523	109	Cot03	11	0.208	0.024	0.012	0.017	0.739
FD65-524	110	Cot04	11	0.827	0.064	0.047	0.030	0.032
FD65-525	111	Cot05	11	0.290	0.085	0.051	0.035	0.539
FD65-526	112	Cot06	11	0.744	0.081	0.119	0.020	0.036
FD65-527	113	Cot07	11	0.918	0.009	0.035	0.006	0.032
FD65-528	114	Cot08	11	0.840	0.018	0.057	0.075	0.010
FD65-529	115	Cot09	11	0.539	0.180	0.101	0.039	0.140
FD65-530	116	Cot10	11	0.336	0.392	0.069	0.113	0.089
FD65-531	117	Cot11	11	0.907	0.013	0.047	0.024	0.009
FD65-532	118	Cot12	11	0.812	0.013	0.157	0.007	0.011
FD65-533	119	Cot13	11	0.785	0.020	0.124	0.027	0.044
FD65-534	120	Cot14	11	0.396	0.130	0.071	0.026	0.377
FD65-535	121	Cot15	11	0.034	0.012	0.014	0.114	0.825
FD65-536	122	Cot16	11	0.256	0.129	0.110	0.328	0.177
FD65-537	123	Cot17	11	0.354	0.354	0.085	0.063	0.144
FD65-538	124	Cot18	11	0.774	0.018	0.143	0.015	0.051
FD65-539	125	Cot19	11	0.890	0.008	0.090	0.006	0.005
FD65-540	126	Cot20	11	0.139	0.055	0.021	0.732	0.052
FD65-752	127	AvalDCb01	12	0.017	0.030	0.018	0.926	0.010
FD65-753	128	AvalDCb02	12	0.038	0.070	0.047	0.413	0.432
FD65-754	129	AvalDCb03	12	0.012	0.098	0.012	0.862	0.015
FD65-755	130	AvalDCb04	12	0.006	0.011	0.008	0.964	0.010
FD65-756	131	AvalDCb05	12	0.007	0.015	0.009	0.962	0.007
FD65-757	132	AvalDCb06	12	0.006	0.008	0.006	0.969	0.010
FD65-758	133	AvalDCb07	12	0.012	0.008	0.007	0.965	0.008
FD65-759	134	AvalDCb08	12	0.105	0.059	0.038	0.791	0.008
FD65-760	135	AvalDCb09	12	0.207	0.052	0.133	0.593	0.015
FD65-761	136	AvalDCb10	12	0.007	0.013	0.011	0.961	0.009
FD65-762	137	AvalDCb11	12	0.017	0.040	0.032	0.895	0.015
FD65-763	138	AvalDCb12	12	0.023	0.024	0.014	0.833	0.106
FD65-764	139	AvalDCb13	12	0.015	0.015	0.065	0.889	0.016
FD65-765	140	AvalDCb14	12	0.015	0.026	0.010	0.940	0.009
FD65-766	141	AvalDCb15	12	0.009	0.011	0.006	0.965	0.010
FD65-767	142	AvalDCb16	12	0.006	0.012	0.007	0.965	0.009

Etiquettes tubes		calculs	N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
FD65-768	143	AvalDCb17	12	0.006	0.010	0.009	0.970	0.006
FD65-769	144	AvalDCb18	12	0.033	0.019	0.010	0.879	0.059
FD65-770	145	AvalDCb19	12	0.007	0.011	0.006	0.968	0.008
FD65-771	146	AvalDCb20	12	0.008	0.008	0.008	0.969	0.007
FD65-801	147	Esterb01	13	0.008	0.028	0.010	0.944	0.010
FD65-802	148	Esterb02	13	0.008	0.016	0.051	0.913	0.012
FD65-803	149	Esterb03	13	0.007	0.010	0.006	0.731	0.246
FD65-804	150	Esterb04	13	0.057	0.008	0.019	0.898	0.017
FD65-805	151	Esterb05	13	0.016	0.015	0.012	0.941	0.018
FD65-806	152	Esterb06	13	0.016	0.022	0.387	0.531	0.044
FD65-807	153	Esterb07	13	0.009	0.016	0.034	0.929	0.013
FD65-808	154	Esterb08	13	0.011	0.008	0.024	0.947	0.010
FD65-809	155	Esterb09	13	0.011	0.049	0.164	0.109	0.666
FD65-810	156	Esterb10	13	0.007	0.023	0.075	0.322	0.573
FD65-811	157	Esterb11	13	0.011	0.027	0.054	0.040	0.868
FD65-812	158	Esterb12	13	0.006	0.021	0.010	0.036	0.926
FD65-813	159	Esterb13	13	0.006	0.056	0.020	0.186	0.732
FD65-814	160	Esterb14	13	0.008	0.021	0.020	0.041	0.911
FD65-815	161	Esterb15	13	0.007	0.034	0.013	0.937	0.009
FD65-816	162	Esterb16	13	0.006	0.019	0.009	0.958	0.009
FD65-817	163	Esterb17	13	0.006	0.049	0.016	0.084	0.845
FD65-818	164	Esterb18	13	0.008	0.032	0.013	0.938	0.010
FD65-819	165	Esterb19	13	0.039	0.014	0.009	0.889	0.050
FD65-820	166	Esterb20	13	0.007	0.020	0.008	0.053	0.912
2B-02	167	GPau01	14	0.011	0.007	0.058	0.196	0.728
2B-03	168	GPau02	14	0.009	0.056	0.062	0.856	0.018
2B-04	169	GPau03	14	0.015	0.010	0.120	0.841	0.014
2B-05	170	GPau04	14	0.037	0.036	0.020	0.896	0.010
2B-06	171	GPau05	14	0.015	0.039	0.050	0.796	0.099
2B-07	172	GPau06	14	0.049	0.045	0.248	0.562	0.097
2B-08	173	GPau07	14	0.014	0.008	0.010	0.021	0.947
2B-09	174	GPau08	14	0.068	0.008	0.038	0.849	0.038
2B-10	175	GPau09	14	0.009	0.026	0.010	0.900	0.054
2B-11	176	GPau10	14	0.138	0.009	0.446	0.390	0.017
2B-12	177	GPau11	14	0.008	0.009	0.005	0.014	0.965
2B-13	178	GPau12	14	0.007	0.010	0.007	0.965	0.011
2B-14	179	GPau13	14	0.005	0.009	0.034	0.944	0.008
2B-15	180	GPau14	14	0.012	0.029	0.043	0.902	0.013
2B-16	181	GPau15	14	0.030	0.094	0.491	0.339	0.046
2B-17	182	GPau16	14	0.009	0.028	0.316	0.131	0.517
2B-18	183	GPau17	14	0.043	0.009	0.008	0.113	0.827

Etiquettes tubes		calculs	N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
2B-19	184	GPau18	14	0.026	0.013	0.024	0.890	0.046
2B-20	185	GPau19	14	0.011	0.015	0.010	0.891	0.073
2B-21	186	GPau20	14	0.080	0.064	0.054	0.789	0.013
G0108-0601	187	Pount01	15	0.242	0.039	0.636	0.017	0.067
G0108-0602	188	Pount02	15	0.644	0.011	0.032	0.302	0.010
G0108-0603	189	Pount03	15	0.863	0.010	0.085	0.011	0.031
G0108-0604	190	Pount04	15	0.661	0.019	0.021	0.018	0.281
G0108-0605	191	Pount05	15	0.876	0.010	0.089	0.008	0.017
G0108-0606	192	Pount06	15	0.133	0.026	0.436	0.316	0.090
G0108-0607	193	Pount07	15	0.873	0.018	0.085	0.014	0.009
G0108-0608	194	Pount08	15	0.060	0.044	0.024	0.372	0.500
G0108-0609	195	Pount09	15	0.786	0.008	0.168	0.029	0.009
G0108-0610	196	Pount10	15	0.699	0.062	0.095	0.045	0.099
G0108-0611	197	Pount11	15	0.468	0.011	0.236	0.093	0.192
G0108-0612	198	Pount12	15	0.211	0.023	0.604	0.144	0.018
G0108-0613	199	Pount13	15	0.865	0.013	0.015	0.044	0.064
G0108-0614	200	Pount14	15	0.913	0.009	0.057	0.007	0.014
G0108-0615	201	Pount15	15	0.911	0.010	0.016	0.053	0.010
G0108-0616	202	Pount16	15	0.515	0.028	0.021	0.155	0.282
G0108-0617	203	Pount17	15	0.737	0.007	0.014	0.232	0.010
G0108-0618	204	Pount18	15	0.176	0.026	0.025	0.008	0.766
G0108-0619	205	Pount19	15	0.869	0.013	0.020	0.017	0.081
G0108-0620	206	Pount20	15	0.942	0.007	0.037	0.007	0.007
MLD033	207	Caut1401	16	0.045	0.011	0.012	0.233	0.699
MLD034	208	Caut1402	16	0.040	0.015	0.013	0.021	0.911
MLD035	209	Caut1403	16	0.009	0.007	0.008	0.032	0.945
MLD036	210	Caut1404	16	0.015	0.009	0.013	0.010	0.954
MLD037	211	Caut1405	16	0.008	0.009	0.010	0.249	0.725
MLD038	212	Caut1406	16	0.011	0.012	0.009	0.020	0.948
MLD039	213	Caut1407	16	0.024	0.010	0.213	0.014	0.740
MLD040	214	Caut1408	16	0.019	0.027	0.017	0.079	0.859
MLD041	215	Caut1409	16	0.012	0.013	0.008	0.009	0.958
MLD042	216	Caut1410	16	0.388	0.104	0.075	0.236	0.196
MLD043	217	Caut1411	16	0.012	0.006	0.013	0.009	0.959
MLD044	218	Caut1412	16	0.058	0.024	0.057	0.036	0.826
MLD045	219	Caut1413	16	0.018	0.008	0.021	0.017	0.936
MLD046	220	Caut1414	16	0.027	0.007	0.070	0.017	0.879
MLD047	221	Caut1415	16	0.015	0.050	0.436	0.048	0.450
MLD048	222	Caut1416	16	0.020	0.009	0.008	0.008	0.955
MLD049	223	Caut1417	16	0.653	0.014	0.022	0.132	0.180
MLD050	224	Caut1418	16	0.056	0.008	0.035	0.013	0.888

Etiquettes tubes		calculs	N° pop.	Amont	Ossoue	Troum.	G. Pau	dom.
MLD051	225	Caut1419	16	0.227	0.013	0.068	0.035	0.657
MLD052	226	Caut1420	16	0.033	0.021	0.118	0.139	0.689
108-101	227	P01	17	0.006	0.008	0.005	0.014	0.967
108-102	228	P02	17	0.006	0.010	0.007	0.014	0.964
108-103	229	P03	17	0.016	0.012	0.011	0.008	0.953
108-104	230	P04	17	0.018	0.012	0.012	0.008	0.951
108-105	231	P05	17	0.006	0.023	0.008	0.017	0.946
108-106	232	P06	17	0.006	0.008	0.008	0.010	0.968
108-107	233	P07	17	0.008	0.023	0.014	0.028	0.927
108-108	234	P08	17	0.009	0.012	0.014	0.017	0.949
108-109	235	P09	17	0.007	0.010	0.008	0.011	0.964
108-110	236	P10	17	0.005	0.007	0.005	0.008	0.976
108-111	237	P11	17	0.011	0.018	0.011	0.009	0.950
108-112	238	P12	17	0.010	0.008	0.010	0.025	0.946
108-113	239	P13	17	0.013	0.009	0.010	0.007	0.961
108-114	240	P14	17	0.009	0.011	0.007	0.013	0.960
108-115	241	P15	17	0.009	0.009	0.008	0.008	0.965
108-116	242	P16	17	0.035	0.054	0.021	0.037	0.853
108-117	243	P17	17	0.008	0.010	0.014	0.010	0.957
108-118	244	P18	17	0.009	0.010	0.010	0.013	0.957
108-119	245	P19	17	0.007	0.009	0.008	0.009	0.967
108-120	246	P20	17	0.007	0.007	0.006	0.009	0.971