Etude génétique des truites du Garbet (Ariège)

Cours du Garbet © *Fédération de Pêche de l'Ariège - Christian Lebon*

AAPPMA Aulus les Bains et Seix

Statistiques, interprétation, rédaction: **Patrick Berrebi**
Analyses moléculaires: **Genindex**
Aspects écologie et gestion: **Laurent Garmendia**

Introduction

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une étude des caractères phénotypiques et de la génétique des populations de truites fario présentes dans le bassin versant du Garbet, plusieurs stations de pêche ont été définies. Les études portent sur le sous-bassin versant du Garbet et ses deux affluents que sont l'Ars et le Fouillet. L'objectif des pêches est de prélever un échantillon de la population de salmonidés représentatif. Un nombre de 30 individus, échantillon suffisamment important pour permettre l'analyse des caractères phénotypiques, est prélevé sur chaque station.
Ainsi, 8 échantillons de 30 truites ont été confiées par la Fédération de Pêche de l'Ariège à l'Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) de l'Université Montpellier 2 qui les a réceptionnés le 8 décembre 2008.

L'Ariège est divisée en quatre "pays".

Méthodes

Echantillonnage

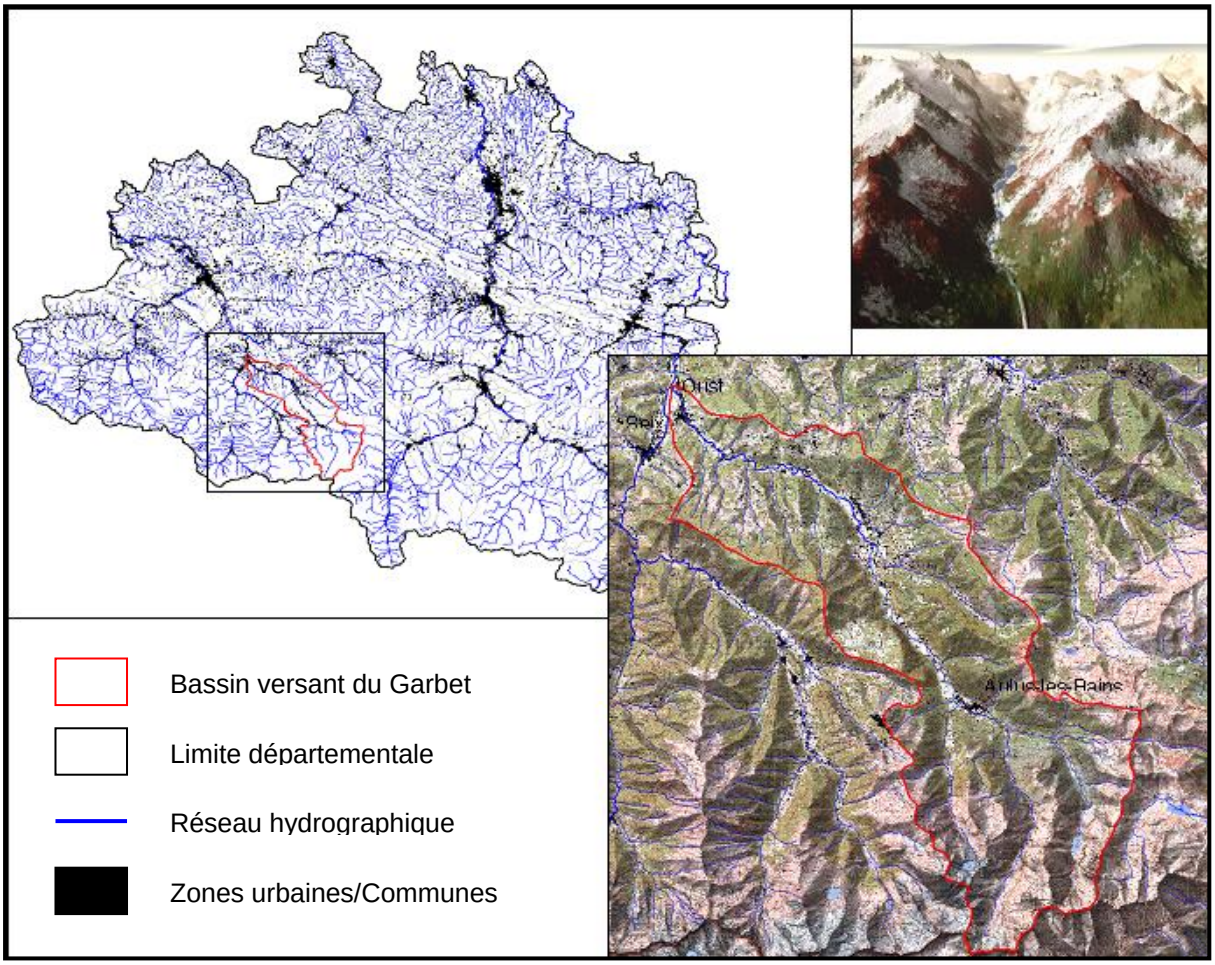

Figure 1 : *Carte de localisation du bassin versant du Garbet*

Le Garbet est un affluent rive droite du Salat. Il conflue au niveau de la commune d'Oust. Le Garbet est un cours d'eau de 18 km de long qui reçoit les eaux de 3 principaux affluents : les ruisseaux d'Ars et du Fouillet en rive gauche au niveau de la commune d'Aulus-les-Bains et le ruisseau de l'Estagette en rive droite au niveau de la commune d'Ercé.
Les stations ont été sélectionnées selon:

- l'isolement géographique et topographique (isolats),
- l'accès à la station (transport du matériel),
- la configuration géographique (proche d'une confluence, d'une source…)
- les facteurs anthropiques (alevinage, micro-centrale…)

Au total 9 stations ont été identifiées pour l'ensemble du bassin versant du Garbet. Ces stations sont présentées sur la figure 2.

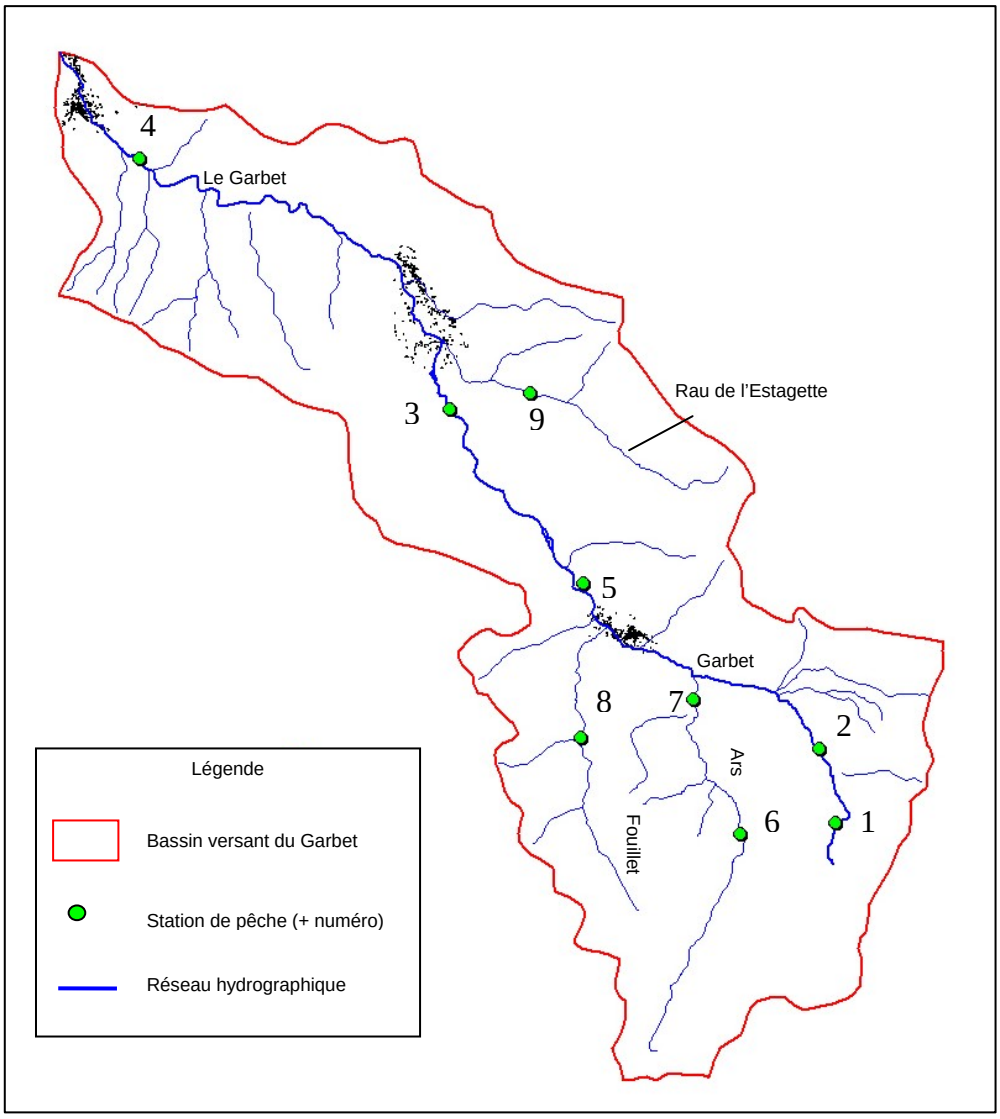

Figure 2 : *Carte de localisation des 9 stations de pêche (la station 5 n'a pas été échantillonnée)*

Au total, 4 stations ont été choisies sur le Garbet, 1 à la résurgence de l'étang de Lers, 2 sur le ruisseau d'Ars, 1 sur le ruisseau de Fouillet et 1 sur le ruisseau de l'Estagette. les stations 1, 6, 8 sont isolées de l'aval en raison de la présence d'infranchissables naturels – le Gabetou n'aurait jamais été aleviné.

N° station	Cours d'eau	Station	Nbr truites analysées	N° terrain	N° laboratoire
1	Garbet	Garbetou	30	Gar031 à Gar060	T15123 à T15152
2	Garbet	Agneserre	29	Gar151 à Gar179	T15243 à T15272
3	Garbet	Les Escales	30	Gar091 à Gar120	T15183 à T15212
4	Garbet	Maysouasse	30	Gar121 à Gar150	T15213 à T15242
6	Ars	Isolat amont cascade	30	Gar001 à Gar030	T15093 à T15122
7	Ars	Débit réservé	29	Gar181 à Gar210	T15273 à T15302
8	Fouillet	Amont isolat	28	Gar211 à Gar240	T15303 à T15332
9	Estagette	Pont Costes d'en Haut	30	Gar061 à Gar090	T15153 à T15182

Tableau 1 : *descriptif des 8 stations de pêche définies sur le bassin versant du Garbet*

Le type de pêche pratiqué est directement corrélé à l'accessibilité et à la conductivité de la station. Lorsque la station est difficilement accessible et/ou les eaux faiblement minéralisées alors la pêche dirigée (à la ligne) remplace l'échantillonnage par pêche électrique. Malgré tout il sera préférable de favoriser la pêche électrique dés que les contraintes techniques seront faibles afin d'associer un inventaire (protocole Agneserre) aux prélèvements destinés aux études phénotypes génotypes.

Méthodes moléculaires

Cet échantillonnage a été analysé au niveau de 6 locus microsatellites qui ont déjà fait leur preuve dans ce cas de figure: Mst543, Mst85, Omy21Dias, Oneμ9, SsoSL311 et SsoSL438.
Pour cela, les échantillons de nageoire sont traités à la protéinase K (destruction des tissus et libération de l'ADN) et au Chelex (élimination des enzymes et inhibiteurs qui détruiraient l'ADN ou empêcheraient la PCR).
Les PCR (amplification artificielle à l'identique de l'ADN) se font en thermocycleur et les produits amplifiés sont mis à migrer dans des gels d'acrylamide dénaturant (brins d'ADN séparés les uns des autres).
Les gels sont scannés et interprétés en terme de génotypes avec l'aide d'un analyseur d'image. La matrice de génotypes donnée en annexe est la base de tous les calculs statistiques.

Méthodes statistiques

La matrice de données génotypiques (voir annexe) additionnée des génotypes de référence d'origine connue (ici quatre lots de 30 truites provenant de pisciculture élevant la souche domestique INRA-SEMII, la plus répandue en France), sert de base aux calculs.
Dans le but de répondre aux questions posées, deux méthodes complémentaires sont employées:
- Une méthode plutôt qualitative est l'analyse multidimensionnelle (ici l'AFC). Elle permet de visualiser chaque truite dans un hyper-espace qui favorise le regroupement des truites génétiquement semblables et sépare celles qui sont dissemblables. Il s'agit d'un défrichage des résultats.
- Une méthode plutôt quantitative consiste à rechercher les meilleurs regroupements de truites (assignation) au moyen du logiciel STRUCTURE. Le nombre de partition testées (k) est de 2 (distinction entre truites domestiques et sauvages) à 4 (recherche d'une éventuelle structure génétique entre populations naturelles) avec deux répétitions du test.

Résultats

La méthode multidimensionnelle est décomposée en deux étapes:

- *la première analyse oppose naturel à domestique* afin de connaitre l'impact éventuel des repeuplements en truites domestiques dans les peuplements sauvages. La figure 2 indique clairement que globalement, cet impact est faible. La méthode d'assignation, chapitre suivant, fera une évaluation précise.

- *la seconde étape consiste à rechercher une structure parmi les truites sauvages*. Pour cela, seules les truites sauvages sont prises en compte (on élimine aussi les deux supposés hybrides de la figure 2).
La figure 3 ne permet pas de distinguer de sous-groupes parmi ces truites apparemment homogènes: les 4 affluents analysés ne se séparent pas sur le graphique.

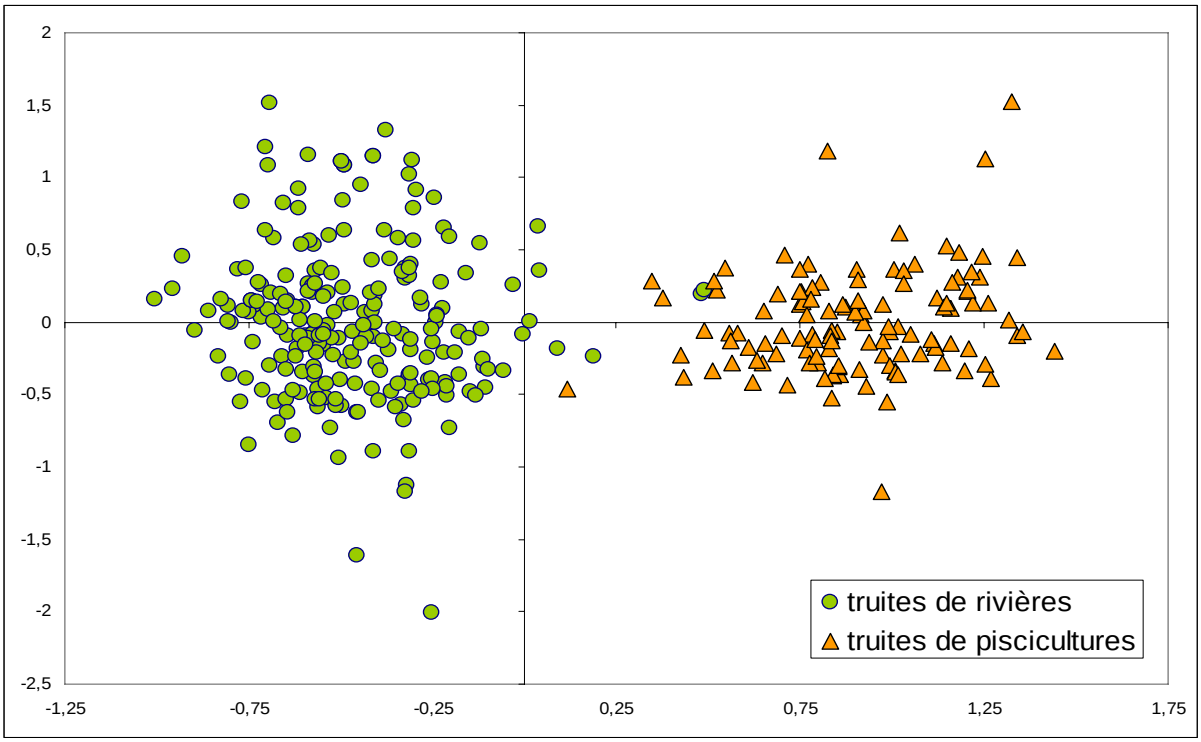

Figure 3 : *Analyse multidimensionnelle montrant les ressemblances génétiques entre les truites de l'échantillonnage ariégeois et les truites de référence d'origine domestique. Seules deux truites de rivière sont nettement hybridées avec la forme domestique.*

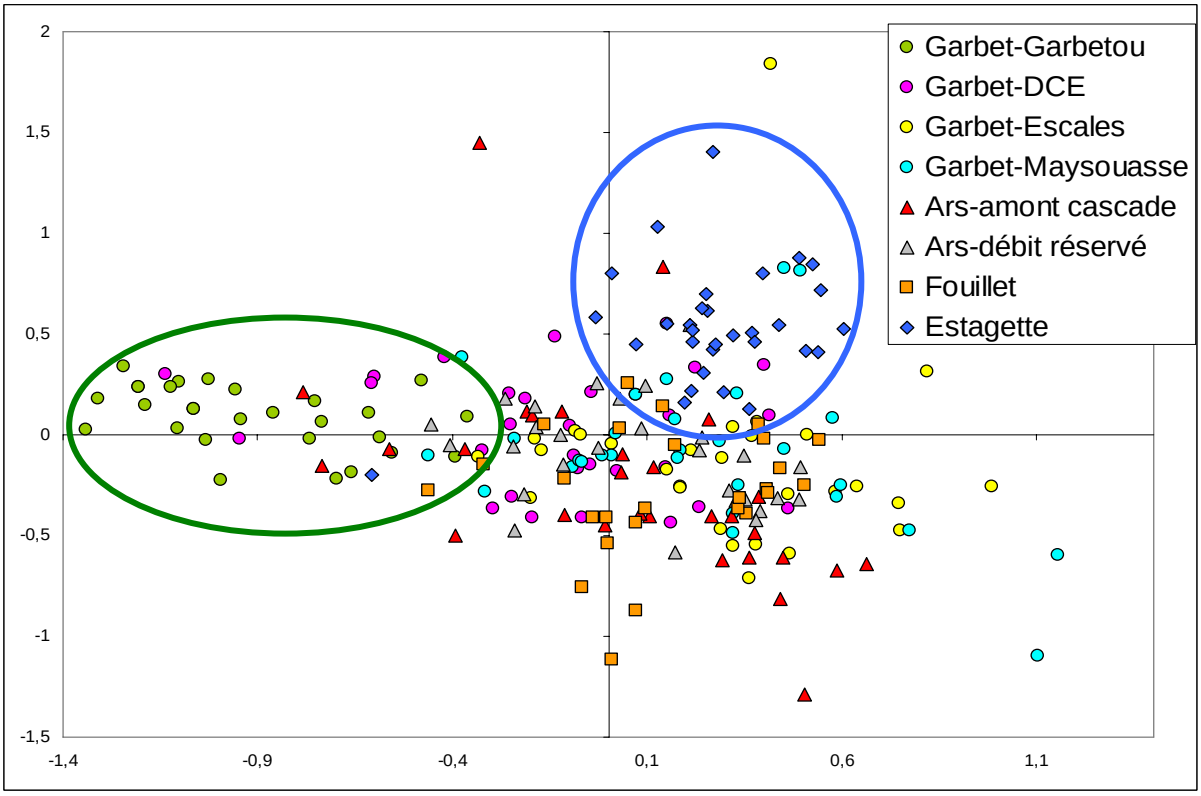

Figure 4 : *Analyse multidimensionnelle des seules truites sauvages. La plupart des truites se concentrent autour de l'origine des axes. Seules les stations Garbetou et Estagette semblent se différencier.*

La méthode d'assignation avec le logiciel STRUCTURE

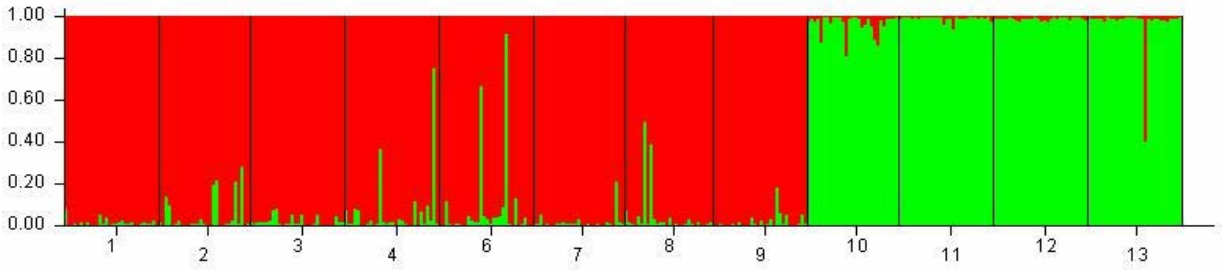

Figure 5 : *Ce graphique nous montre l'assignation de chaque truite à un type (couleur) indépendamment de l'origine (chiffres en abscisse). Ici, le logiciel sépare l'échantillon global en deux sous-groupes: domestiques = vert, sauvage = rouge. Chaque trait vertical donne la proportion domestique (vert) dans chaque truite. Ces proportions sont mieux visibles dans le graphe suivant illustrant la même analyse.*

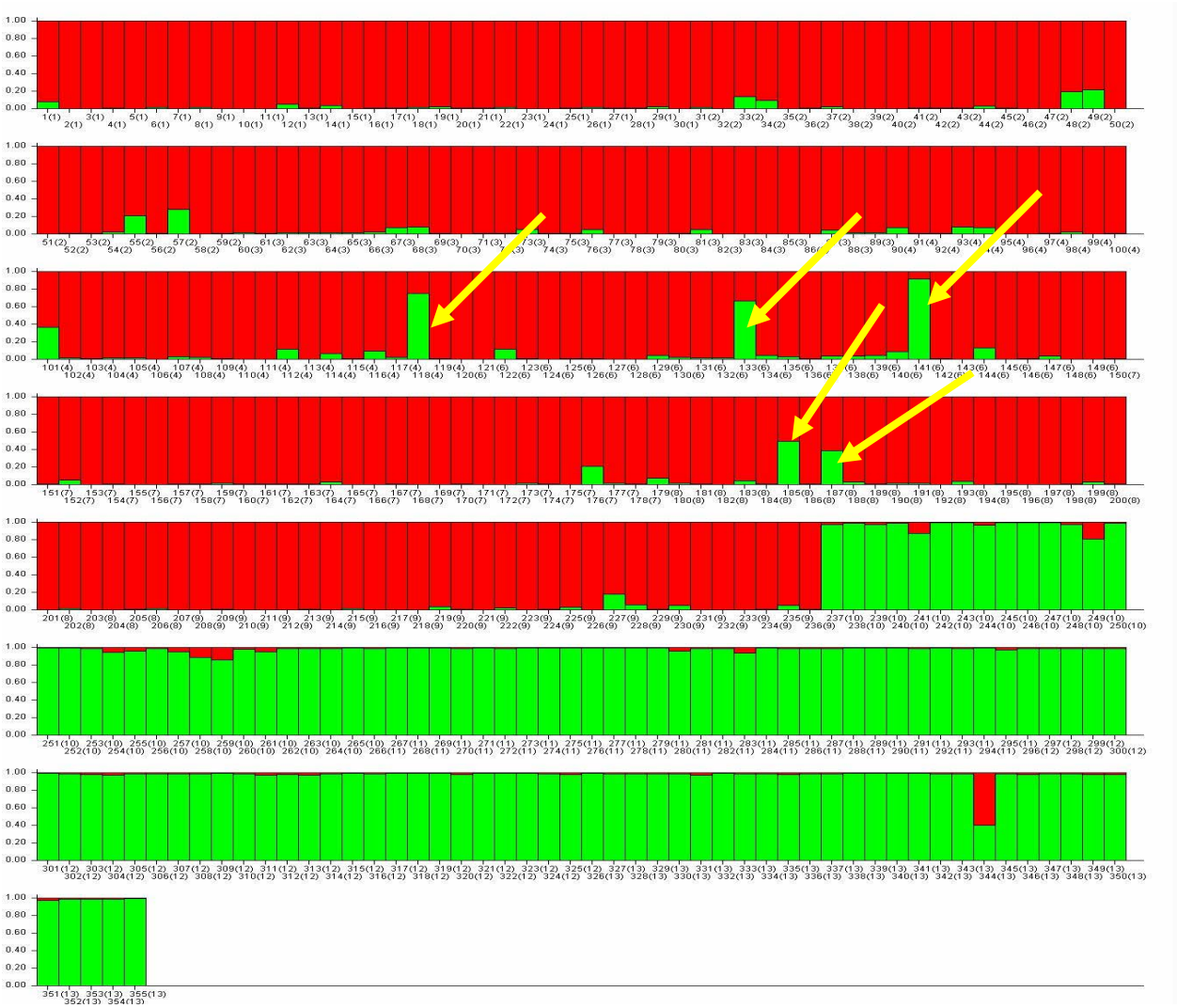

Figure 6 : *même analyse, mais ici chaque truite est individualisée clairement, avec les mêmes codes de couleur qu'à la figure précédente. Une synthèse est fournie en annexe. L'ordre des stations est celui du tableau 1 (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 et 9) suivi des 4 pisciculture de référence (10, 11, 12 et 13).Les truites désignées par des flèches sont certainement des hybrides. L'annexe reprend le statut de chaque truite.*

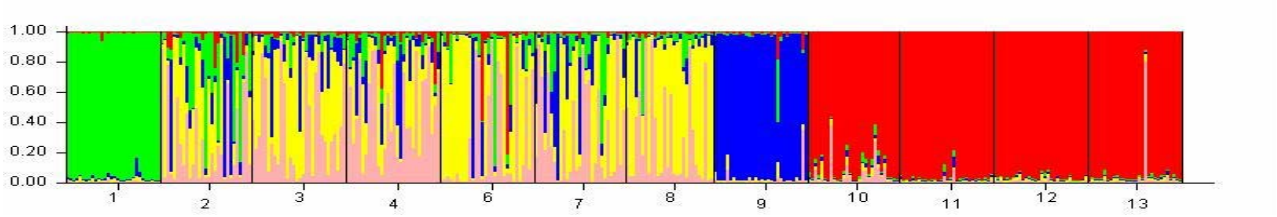

Figure 7: *Dans cette analyse basée sur les mêmes données, le logiciel a découpé l'échantillonnage en 5 sous-groupes (en réalité le logiciel ne détecte que* ***4 sous-groupes****, le jaune/beige n'en formant qu'un). On retrouve les truites domestiques (en rouge cette fois) et leur faible présence dans les échantillons de rivière (1 à 9). Cette analyse montre aussi que les stations2 à 8 restent homogènes tandis que les stations 1 et 9 présentent des différences déjà observées à la figure 4 (voir discussion)*

En ce qui concerne la présence domestique dans les échantillons de rivière, l'analyse par le logiciel STRUCTURE permet de proposer les pourcentage suivants:

N° station	Cours d'eau	Station	effectif	% domestique	Hn.b.
1	Garbet	Garbetou	30	**1,5**	0,55
2	Garbet	Agneserre	29	**4,8**	0,74
3	Garbet	Les Escales	30	**2,1**	0,74
4	Garbet	Maysouasse	30	**6,4**	0,72
6	Ars	Isolat amont cascade	30	**7,9**	0,70
7	Ars	Débit réservé	29	**1,9**	0,69
8	Fouillet	Amont isolat	28	**4,8**	0,70
9	Estagette	Pont Costes d'en Haut	30	**2**	0,61

Tableau 2 : *Pourcentage de présence domestique dans chaque échantillon. La dernière colonne donne les valeurs du paramètre d'"hétérozygotie non biaisée" (Hn.b.) qui informe sur la diversité génétique de chaque échantillon : les stations 1 et 9 présentent une hétérozygotie faible (en bleu). La signification de ces résultats est discuté dans la dernière partie du rapport.*

Le tableau 2 fait le diagnostic de l'influence des truites domestiques dans chaque population sauvage. Il ne semble pas raisonnable de tenir compte de pourcentages inférieurs à 5% (bruit de fond de la méthode). Seuls les pourcentages indiqués en orange sont à considérer.

Interprétation

Structure naturelle locale

Les conséquences des repeuplements en truites domestiques sont très limitées dans le sous-bassin du Garbet. Entre 0 et 8% de présence. Ces "introgressions" sont une atteinte à la diversité naturelle de la truite, diversité garante des capacités d'adaptation de l'espèce aux changements, surtout en cette période de bouleversements anthropiques et climatiques.
Cette diversité se retrouve même à l'échelle de ce petit réseau: les stations 1 (Garbetou) et 9 (Estagette) présentent à la fois une pureté sauvage et une composition génétique différente de celle de la plupart des stations analysées (voir figures 4 et 7). De plus, ces stations ont une hétérozygotie faible (autour de 0,6 au lieu de 0,7), qui est le signe d'un isolement amont: ces petites populations (parcequ'en amont) peuvent perdre de la diversité par dévalaison de ses truites, mais ne peuvent pas en gagner si la remontée est rendue impossible par des obstacles infranchissables. Le Garbetou est effectivement limité par un obstacle à la remontée (cascade

d'Agneserre). Bien que ce soit à confirmer, il est sûr que la station Estagette est également visiblement isolée en amont.
Ces deux stations isolées en amont, peuplées de truites différenciées mais différentes entre elles, font penser au cas de la truite ancestrale corse. Si on transpose à l'Ariège l'hypothèse de l'origine des peuplement corses, nous pouvons suggérer que les populations du Garbetou et de l'Estaguette représentent les occupants anciens de la région, restés protégés d'un second arrivant par un long isolement amont (ce qui explique qu'elles sont génétiquement différentes entre elles: figure 7). Ce second type, arrivé plus tard, est celui qui occupe actuellement l'essentiel du linéaire aval.
Le calcul des Fst inter-stations (calcul non détaillé dans le rapport) a montré que tous les échantillons sont génétiquement différents entre eux, sauf ceux des stations 3 et 4, c'est à dire l'aval du cours d'eau analysé, peuplé par la truite « moyenne » du Garbet (Lascaux, rapport 2009), et en gestion patrimoniale depuis 2002. Il est donc probable que des obstacles, plus ou moins sérieux, empêchent les truites de circuler librement dans les parties hautes.
Malgré un fort isolement physique des stations 2 et 6 (cascade d'Ars), elles ne présentent pas de type génétique particulier. Leur isolement (peut-être plus récent que celui des stations 1 et 9) est cependant confirmé par des Fst significatifs (génétiquement différents)

Impact des repeuplements
En France, les repeuplements se sont toujours faits, à une immense majorité, à partir de la souche domestique atlantique dite INRA, dont des variantes sont utilisées dans toute l'Europe.
Sur la partie haute du Garbet (AAPPMA d'Aulus), la pression d'alevinage a été relativement constante jusqu'en 1989, date de la mise en place de la gestion patrimoniale sur les stations 1, 2, 8. Il y était déversé chaque année environ 200000 alevins au stade résorption ainsi que des boîtes Vibert.
C'est la station 6 qui a reçu le plus d'alevins, le CSP et l'AAPPMA ont dérogé, sur ce tronçon, à la gestion patrimoniale dans les années 90 en l'alevinant en 1995 avec des estivaux et des truites à l'adipeuse coupée provenant de la station d'Agneserre n° 2.
Autre station ayant reçu beaucoup d'alevins, celle du Fouillet (station 8). C'est surtout dû à un épisode orageux violent ayant eu un impact fort sur la vie piscicole du ruisseau il y a environ 35 ans: l'AAPPMA l'a beaucoup aleviné les années qui ont suivi pour compenser les pertes.
Sur la partie plus basse (AAPPMA de Seix), le Garbet recevait chaque année environ 500 géniteurs dit "de reprises" (25 à 40cm) provenant des pêches électriques des ruisseaux pépinières de l'AAPPMA. Environ 15.000 truitelles 6/8 cm provenant de la pisciculture de l'AAPPMA provenant d'oeufs fournis par la Fédération départementale servait à l'alevinage.
Les affluents du Garbet comme l'Estagette (station 9) recevait un nombre important de boite Vibert. L'AAPPMA recevait en moyenne de la Fédération 160 boites Vibert qu'elle répartissait sur les ruisseaux.
Malgré cet historique de repeuplement intensif, le Garbet et ses affluents étudiés ici sont particulièrement préservée de cet impact. On peut donc conclure que l'efficacité de ces pratiques de repeuplement a été généralement assez mauvaise.

Les conséquences de ces déversements peuvent être résumées ainsi:
- le type atlantique domestique est très peu présent, entre 5 et 10% dans 2 stations: Garbet-Maysouasse (station 4) et Ars amont cascade (station 6)
- des traces (moins de 5%) de truites domestiques sont détectées dans 2 stations: Garbet Agneserre (station 2) et Fouillet (station 8)
- enfin 4 stations sont purement sauvages: Garbet-Garbetou (station 1) et Escales (station 3), Ars-débit réservé (station 7) et Estagette (station 9).

Comparée aux autres régions analysées tout autour de la France sauf peut-être la Corse), les rivières analysées sont particulièrement indemnes de présence domestique.

Perspectives

Des questions qu'on peut légitimement se poser n'ont pas été traitées ici car elles nécessitent des analyses complémentaires non prévues dans ce projet:

- les 3 types naturels déterminés dans le Garbet (la truite « moyenne » du Garbet, la truite du Garbetou et la truite de l'Estagette), n'ont pas été placés dans les lignées françaises connues, qui sont la lignée méditerranéenne, la lignée atlantique du nord (dite "moderne") qu'on trouve dans toute la France atlantique au nord de la Garonne, et la lignée atlantique du sud (dite "ancestrale") qu'on trouve au Pays Basque et en Espagne.
Pour déterminer cette appartenance, il faut placer dans la même analyse statistique des échantillons de référence de chacune de ces lignées.
L'Institut des Sciences de l'Evolution dispose d'échantillons permettant de reconnaitre les truites **méditerranéennes**, mais il est quasiment impossible qu'il y en ait dans le bassin du Garbet rendant ce test peu utile. Il sera possible néanmoins de procéder à cette comparaison sans frais important.
Pour reconnaitre les truites **atlantiques du sud**, il faut disposer de données génétiques d'échantillons qui ont été démontrés comme appartenant à cette lignée. La seule méthode permettant, sans comparaison, de reconnaitre cette lignée est l'analyse des enzymes et plus particulièrement de la LDH-C de l'œil. Les archives du laboratoire disposent de 58 échantillons de truites basques de cette lignée qui n'ont pas été analysés au niveau des microsatellites. Cette comparaison est donc possible en analysant les mêmes marqueurs que pour les truites du Garbet. Cependant cette analyse présente deux types de risques:
- ces échantillons datant de 1993 (à cette époque, seule l'analyse des enzymes était disponible), il y a un risque de vieillissement des échantillons et de leur ADN. Mais une étude préalable de faisabilité permet de ne pas gaspiller de moyens;
- les microsatellites sont des marqueurs hypervariables, leur taux d'évolution (mutations) est très élevé et un phénomène de saturation s'installe très rapidement avec le temps: ce marqueur n'a pas beaucoup de mémoire. Il est possible que, si des truites de type atlantique ancestral vivent dans le Garbet, la date de séparation par rapport aux truites basques soit si ancienne que le marqueur hypervariable n'ai pas gardé de points communs. Nous aurions des indices de l'existence de ces truites (distance génétique atlantique du nord-Garbet et atlantique du nord-truites basques de même ordre), mais pas une preuve. Dans ce cas, l'analyse de la LDH de l'œil (avec sacrifice des poissons) résoudra la question. Une autre solution consiste à analyser l'ADN mitochondrial (sans échantillonnage supplémentaire), mais il faut chercher dans la littérature si un tel marqueur est efficace.
La comparaison avec les truites **atlantiques du nord** est plus aisée puisqu'il s'agit de la forme dominante en France atlantique. Cette analyse, seulement statistique, devrait être possible à moindre frais.

- Les gènes domestiques persistent-ils dans une population après arrêt des repeuplements en truites domestiques? Cette question n'est pas résolue parce que peu abordée dans la littérature scientifique.
Du point de vue théorique, il est peu probable qu'une populations repeuplée revienne seule à sa composition d'origine. Cependant il est certain que la sélections naturelle va éliminer les gènes domestiques qui diminuent la capacité d'adaptation des truites, mais les gènes neutres

(ne modifiant pas l'adaptation) ou les gènes avantageux (le gène de pisciculture serait meilleur que le gène sauvage) vont persister. En moyenne, il y aura certainement une élimination d'une partie des gènes introduits. Il est impossible de quantifier ce phénomène ni de connaitre le temps nécessaire avant stabilisation.

- Puisque toutes le populations sont génétiquement isolées (à l'exception des échantillons 3 et 4), pourquoi n'avons nous pas 6 formes originales en amont (comme c'est le cas pour les seules stations 1 et 9)?
C'est l'histoire de ces isolements qui expliquent ces phénomènes: pour que ces localités isolées contiennent des formes originales, ancestrales, il faut qu'au moment de l'isolement (mouvement de terrain provoquant une cascade par exemple), le Garbet soit encore peuplé d'une forme ancienne disparue. En d'autre termes, si l'isolement est assez ancien, une forme disparue a pu être piégée. Si l'isolement est plus récent, à une époque où la truite "moyenne" du Garbet était déjà là, l'isolement permettra une différenciation (Fst significatif) mais à partir de la forme moyenne.
Bien sur, tout ceci est hypothétique et nécessiterait de longues recherches, s'étendant au delà de l'Ariège, pour parvenir à une démonstration.

Montpellier le 1er octobre 2009

Annexe: *Matrice des génotypes aux 6 locus microsatellites analysés. Dans la colonne des numéros de terrain, les différents types d'hybrides entre truites sauvages et domestiques sont indiqués par des codes de couleurs expliqués à la fin du tableau (calculs par le logiciel* STRUCTURE*)*

N° labo	N° terrain	station	Mst543	Mst85	OMY21	Oneμ9	SsosL311	SsosL438
T15123	Gar1 031	Garbet 1	148148	171171	094120	201205	134136	096106
T15124	Gar1 032	Garbet 1	128128	171171	094122	205205	134136	098098
T15125	Gar1 033	Garbet 1	142142	171171	114120	205205	134134	096098
T15126	Gar1 034	Garbet 1	120128	171171	114120	205205	132136	096106
T15127	Gar1 035	Garbet 1	128152	171171	114120	205205	136140	096096
T15128	Gar1 036	Garbet 1	128142	171171	106114	201205	132134	098098
T15129	Gar1 037	Garbet 1	128128	171175	114114	205205	134140	096098
T15130	Gar1 038	Garbet 1	128152	171175	114114	201205	132140	098106
T15131	Gar1 039	Garbet 1	128152	171171	094114	205205	132134	096098
T15132	Gar1 040	Garbet 1	128128	171171	114120	205205	134136	096098
T15133	Gar1 041	Garbet 1	142142	171171	114120	205205	132136	096096
T15134	Gar1 042	Garbet 1	128142	171175	114114	201205	134134	098104
T15135	Gar1 043	Garbet 1	128142	171171	114114	201201	134134	096098
T15136	Gar1 044	Garbet 1	128148	171171	106122	205205	134154	096098
T15137	Gar1 045	Garbet 1	120128	171175	114120	205205	134140	096096
T15138	Gar1 046	Garbet 1	128152	171171	094122	205205	134140	096098
T15139	Gar1 047	Garbet 1	128142	171171	094122	201205	134134	098106
T15140	Gar1 048	Garbet 1	142148	171171	114122	205205	134134	096098
T15141	Gar1 049	Garbet 1	128148	167171	114120	205205	134136	098098
T15142	Gar1 050	Garbet 1	128142	171175	120122	201205	134136	096096
T15143	Gar1 051	Garbet 1	128142	171171	114120	201205	132134	096098
T15144	Gar1 052	Garbet 1	142152	171171	120120	201205	132136	096098
T15145	Gar1 053	Garbet 1	120120	167171	094120	205205	134140	098098
T15146	Gar1 054	Garbet 1	120128	167171	114120	205205	132134	096096
T15147	Gar1 055	Garbet 1	128142	171171	094122	201205	134134	098106
T15148	Gar1 056	Garbet 1	142148	171171	114122	205205	134134	096098
T15149	Gar1 057	Garbet 1	128128	171171	120122	205205	134134	098098
T15150	Gar1 058	Garbet 1	128142	171175	120122	201205	134136	096096
T15151	Gar1 059	Garbet 1	142148	171171	114120	201205	134134	098098
T15152	Gar1 060	Garbet 1	142142	171175	114120	205205	134134	096098
T15243	Gar2 151	Garbet 2	142142	159171	094104	203205	124136	096096
T15244	Gar2 152	Garbet 2	126126	171171	094114	201205	140144	096100
T15245	Gar2 153	Garbet 2	126142	147167	114120	201201	136154	098100
T15246	Gar2 154	Garbet 2	128128	147167	094094	201203	134150	098098
T15247	Gar2 155	Garbet 2	126126	163171	094100	201205	132144	096096
T15248	Gar2 156	Garbet 2	126126	167171	094118	201201	126134	100100
T15250	Gar2 158	Garbet 2	120152	167171	100120	201201	132148	096098
T15251	Gar2 159	Garbet 2	126128	163171	094118	201205	140140	096098
T15252	Gar2 160	Garbet 2	142142	171171	094100	203203	140154	096098
T15253	Gar2 161	Garbet 2	128128	167171	100120	205205	140144	096100
T15254	Gar2 162	Garbet 2	126142	167171	114120	201205	132132	096096
T15255	Gar2 163	Garbet 2	126128	167171	094118	201201	126134	100100
T15256	Gar2 164	Garbet 2	120142	171171	090094	199205	140140	096096
T15257	Gar2 165	Garbet 2	124128	167171	094114	201203	132140	096096
T15258	Gar2 166	Garbet 2	128128	167167	114120	203205	136140	098098
T15259	Gar2 167	Garbet 2	126152	171171	100114	205205	134140	096100
T15260	Gar2 168	Garbet 2	128142	171171	094114	201203	132154	096096

N° labo	N° terrain	station	Mst543	Mst85	OMY21	Oneμ9	SsosL311	SsosL438
T15261	Gar2 169	Garbet 2	128148	163171	094100	199205	132132	100104
T15262	Gar2 170	Garbet 2	148148	171171	118120	201203	134144	098098
T15263	Gar2 171	Garbet 2	126126	163167	090094	203205	136154	096100
T15264	Gar2 172	Garbet 2	128128	167171	096120	201203	140154	096096
T15265	Gar2 173	Garbet 2	142142	171171	094114	203203	130150	096098
T15266	Gar2 174	Garbet 2	128128	171171	094094	203203	142154	096096
T15267	Gar2 175	Garbet 2	128148	167175	114120	201205	144144	100100
T15268	Gar2 176	Garbet 2	126148	167171	094106	201201	124140	096100
T15269	Gar2 177	Garbet 2	128128	167171	100114	203205	136136	098098
T15270	Gar2 178	Garbet 2	126152	167171	120120	199203	130134	098106
T15271	Gar2 179	Garbet 2	126126	171171	094100	203203	130154	098102
T15272	Gar2 180	Garbet 2	126128	167171	114120	203205	132140	096096
T15183	Gar3 091	Garbet 3	142142	167171	108118	203205	128140	096096
T15184	Gar3 092	Garbet 3	126152	163165	094114	197205	130148	096100
T15185	Gar3 093	Garbet 3	126126	165171	094124	203203	148150	096100
T15186	Gar3 094	Garbet 3	126126	167171	118120	203203	148148	096098
T15187	Gar3 095	Garbet 3	128152	167171	094118	201201	136154	098100
T15188	Gar3 096	Garbet 3	120120	165171	114124	201201	136136	096096
T15189	Gar3 097	Garbet 3	120120	163167	094112	193203	134134	096096
T15190	Gar3 098	Garbet 3	126128	171171	100116	203211	128148	096100
T15191	Gar3 099	Garbet 3	120126	167171	094094	205207	140162	096100
T15192	Gar3 100	Garbet 3	126126	165167	094120	201203	120130	096118
T15193	Gar3 101	Garbet 3	126134	165171	114118	203205	134134	096122
T15194	Gar3 102	Garbet 3	120126	171171	094094	201201	148148	096100
T15195	Gar3 103	Garbet 3	120126	167171	094114	201205	134148	096098
T15196	Gar3 104	Garbet 3	128152	171171	100124	207211	136140	096096
T15197	Gar3 105	Garbet 3	126126	167171	094124	205205	126140	096096
T15198	Gar3 106	Garbet 3	120128	167171	094094	201205	148150	096100
T15199	Gar3 107	Garbet 3	126126	167171	108124	205205	132150	096100
T15200	Gar3 108	Garbet 3	144144	167171	098114	205211	134134	098100
T15201	Gar3 109	Garbet 3	128128	163167	094118	203211	132154	096100
T15202	Gar3 110	Garbet 3	126128	171171	094094	201205	148154	096096
T15203	Gar3 111	Garbet 3	154154	171171	108118	203205	126140	096100
T15204	Gar3 112	Garbet 3	124126	163167	094108	203203	130154	096096
T15205	Gar3 113	Garbet 3	126128	171171	094114	203205	134154	100100
T15206	Gar3 114	Garbet 3	126128	171171	094118	205211	130132	096100
T15207	Gar3 115	Garbet 3	120128	165171	094094	201203	140148	096100
T15208	Gar3 116	Garbet 3	142152	169171	094114	205205	148154	096096
T15209	Gar3 117	Garbet 3	126142	167171	094094	201201	140154	096096
T15210	Gar3 118	Garbet 3	120126	165171	094116	201205	126140	096122
T15211	Gar3 119	Garbet 3	126128	163167	094114	203205	150150	096100
T15212	Gar3 120	Garbet 3	142152	167169	114118	203205	130140	096098
T15213	Gar4 121	Garbet 4	126126	163167	114120	195197	134154	096104
T15214	Gar4 122	Garbet 4	142142	167167	094120	201205	136148	098100
T15215	Gar4 123	Garbet 4	126128	171171	118118	201205	136136	096096
T15216	Gar4 124	Garbet 4	124124	171171	094094	201203	130134	096096
T15217	Gar4 125	Garbet 4	124124	171171	094118	195203	134140	096096
T15218	Gar4 126	Garbet 4	120126	165171	094114	205205	134136	096096
T15219	Gar4 127	Garbet 4	120142	171171	094094	203205	130136	096096
T15220	Gar4 128	Garbet 4	126152	161163	094094	201201	130148	096096
T15221	Gar4 129	Garbet 4	126126	161171	104136	201205	150150	096100
T15222	Gar4 130	Garbet 4	126126	171171	120120	203203	134154	096100

N° labo	N° terrain	station	Mst543	Mst85	OMY21	Oneμ9	SsosL311	SsosL438
T15223	Gar4 131	Garbet 4	128152	171171	094114	201205	126154	096096
T15224	Gar4 132	Garbet 4	120128	165171	108116	201207	134140	096104
T15225	Gar4 133	Garbet 4	126148	171171	094118	203205	132140	096096
T15226	Gar4 134	Garbet 4	152152	167171	100100	203211	136154	096100
T15227	Gar4 135	Garbet 4	126126	167167	094120	205205	142148	096100
T15228	Gar4 136	Garbet 4	126126	167171	094120	201203	130150	096100
T15229	Gar4 137	Garbet 4	120142	171171	094094	203205	130136	096096
T15230	Gar4 138	Garbet 4	128128	171171	094094	197203	134154	100104
T15231	Gar4 139	Garbet 4	126126	167171	110120	203205	134134	096096
T15232	Gar4 140	Garbet 4	126142	167171	094094	197205	148174	096096
T15233	Gar4 141	Garbet 4	128128	171171	118120	203203	148148	096096
T15234	Gar4 142	Garbet 4	126126	165171	094094	201203	140140	096098
T15235	Gar4 143	Garbet 4	126150	167171	094094	203203	130136	096104
T15236	Gar4 144	Garbet 4	126128	165167	090094	205211	130130	096096
T15237	Gar4 145	Garbet 4	148148	167167	096100	203211	136144	100100
T15238	Gar4 146	Garbet 4	126134	171171	094100	201201	126136	098106
T15239	Gar4 147	Garbet 4	150150	161171	094094	203207	132154	096100
T15240	Gar4 148	Garbet 4	124128	171171	094114	201203	148148	096096
T15241	Gar4 149	Garbet 4	152152	167171	118120	201205	130146	096104
T15242	Gar4 150	Garbet 4	128128	161171	094120	203205	120124	096098
T15093	Gar6 001	Garbet 6	126126	171171	094100	201205	148148	096096
T15094	Gar6 002	Garbet 6	126128	167171	100114	201205	140140	096100
T15095	Gar6 003	Garbet 6	126126	171171	090114	199201	138148	096096
T15096	Gar6 004	Garbet 6	126142	167171	090114	205205	132140	096106
T15097	Gar6 005	Garbet 6	126126	171171	090100	201205	140148	096096
T15098	Gar6 006	Garbet 6	126126	167171	094106	205205	140148	096096
T15099	Gar6 007	Garbet 6	126126	163167	090094	201205	148148	096096
T15100	Gar6 008	Garbet 6	126126	171171	090100	205205	140148	096096
T15101	Gar6 009	Garbet 6	126126	171171	094094	205205	140148	096096
T15102	Gar6 010	Garbet 6	126126	167171	094094	205207	148152	096096
T15103	Gar6 011	Garbet 6	128128	171173	094120	203205	130140	096122
T15104	Gar6 012	Garbet 6	126126	167167	120120	201201	134154	096100
T15105	Gar6 013	Garbet 6	126142	169171	106120	203203	132134	096098
T15106	Gar6 014	Garbet 6	124128	157167	094112	199203	128156	096096
T15107	Gar6 015	Garbet 6	126152	147171	090094	185205	140140	096096
T15108	Gar6 016	Garbet 6	142148	167167	094100	201203	140148	096098
T15109	Gar6 017	Garbet 6	126142	167171	094120	203203	130136	098100
T15110	Gar6 018	Garbet 6	148148	171171	094120	205205	136154	096098
T15111	Gar6 019	Garbet 6	126126	159167	094114	201203	132148	096098
T15112	Gar6 020	Garbet 6	126126	167167	114118	197201	132154	096098
T15113	Gar6 021	Garbet 6	126126	171171	090116	201205	132132	096130
T15114	Gar6 022	Garbet 6	148148	167173	112120	201205	130150	098100
T15115	Gar6 023	Garbet 6	128128	167167	094114	201205	140140	098100
T15116	Gar6 024	Garbet 6	126126	171171	094100	201205	140148	096096
T15117	Gar6 025	Garbet 6	126150	167169	094122	201203	148152	098098
T15118	Gar6 026	Garbet 6	126126	171171	090090	197205	140140	096096
T15119	Gar6 027	Garbet 6	120120	167171	094114	201203	126132	096096
T15120	Gar6 028	Garbet 6	142142	159171	100106	201201	144154	096098
T15121	Gar6 029	Garbet 6	126128	167171	094094	201205	132136	096100
T15122	Gar6 030	Garbet 6	126142	171171	094120	203205	148154	098098
T15273	Gar7 181	Garbet 7	128128	163171	094094	201201	128136	096098
T15274	Gar7 182	Garbet 7	134152	163171	094098	201201	134154	100100

N° labo	N° terrain	station	Mst543	Mst85	OMY21	Oneμ9	SsosL311	SsosL438
T15275	Gar7 183	Garbet 7	126126	169171	094120	201201	142150	096100
T15276	Gar7 184	Garbet 7	126128	171171	094120	203203	134140	096096
T15277	Gar7 185	Garbet 7	126126	171171	094094	201203	124130	096096
T15278	Gar7 186	Garbet 7	126128	171171	100120	203205	134136	096100
T15279	Gar7 187	Garbet 7	126128	171171	100100	201203	134134	096098
T15280	Gar7 188	Garbet 7	128128	167167	094094	203205	134150	100122
T15281	Gar7 189	Garbet 7	126126	163171	120124	205205	140140	096096
T15282	Gar7 190	Garbet 7	126126	171171	100114	201201	130150	096100
T15284	Gar7 192	Garbet 7	128128	167171	100100	201201	140148	096100
T15285	Gar7 193	Garbet 7	126128	171171	094108	205205	140144	098100
T15286	Gar7 194	Garbet 7	120126	171171	114120	201211	130140	098100
T15287	Gar7 195	Garbet 7	126126	167171	100114	201203	128140	096096
T15288	Gar7 196	Garbet 7	128128	171171	120120	201201	138140	100122
T15289	Gar7 197	Garbet 7	154158	171171	120120	203205	154154	096096
T15290	Gar7 198	Garbet 7	126126	163171	120120	203205	134134	096098
T15291	Gar7 199	Garbet 7	142142	167171	114120	201203	128154	096100
T15292	Gar7 200	Garbet 7	128128	171171	090100	201205	140148	100122
T15293	Gar7 201	Garbet 7	126126	171171	094108	205205	154154	096096
T15294	Gar7 202	Garbet 7	126126	163163	094120	201201	136154	096100
T15295	Gar7 203	Garbet 7	142142	167171	100114	203205	134140	096096
T15296	Gar7 204	Garbet 7	128128	171171	094114	201205	140144	100100
T15297	Gar7 205	Garbet 7	126148	163171	094094	201205	126126	106122
T15298	Gar7 206	Garbet 7	126126	163171	100100	201201	136148	096096
T15299	Gar7 207	Garbet 7	126126	171171	094100	201201	148154	096096
T15300	Gar7 208	Garbet 7	154158	159159	098102	201201	154154	098098
T15301	Gar7 209	Garbet 7	126128	163171	094108	201205	126128	100100
T15302	Gar7 210	Garbet 7	126126	171171	094120	201201	134140	098122
T15303	Gar8 211	Garbet 8	126150	167169	094114	201205	128128	100100
T15304	Gar8 212	Garbet 8	126126	171171	114124	201205	132148	098100
T15305	Gar8 213	Garbet 8	126152	167171	094094	201205	148148	096096
T15306	Gar8 214	Garbet 8	126128	167171	094120	203203	134148	096096
T15307	Gar8 215	Garbet 8	126126	147167	094094	203211	132136	096100
T15308	Gar8 216	Garbet 8	126152	171171	114120	201205	134144	096100
T15309	Gar8 217	Garbet 8	160170	159169	120128	203211	132156	098098
T15311	Gar8 219	Garbet 8	126126	163171	094120	205205	128148	096100
T15312	Gar8 220	Garbet 8	160160	149149	102102	201205	140148	092100
T15313	Gar8 221	Garbet 8	126128	163163	120120	201201	128128	100100
T15314	Gar8 222	Garbet 8	126152	171175	094094	201205	148148	096096
T15315	Gar8 223	Garbet 8	126126	171171	100118	201205	128128	096100
T15316	Gar8 224	Garbet 8	126126	171171	094114	201201	134150	098100
T15318	Gar8 226	Garbet 8	126126	169171	094100	205205	132148	096098
T15319	Gar8 227	Garbet 8	144160	167171	100108	201205	148148	096096
T15320	Gar8 228	Garbet 8	126126	171171	094100	205205	132134	100100
T15321	Gar8 229	Garbet 8	152152	171175	094100	201205	148148	096096
T15322	Gar8 230	Garbet 8	126126	167171	094100	201205	148154	096096
T15323	Gar8 231	Garbet 8	142142	163169	094094	205205	134140	096096
T15324	Gar8 232	Garbet 8	128142	171171	094100	201205	128132	096096
T15325	Gar8 233	Garbet 8	124126	163171	094120	201203	136136	096098
T15326	Gar8 234	Garbet 8	142142	169171	094100	199205	136148	096096
T15327	Gar8 235	Garbet 8	126126	167171	094094	201205	132154	096100
T15328	Gar8 236	Garbet 8	120152	167171	094114	205205	128148	088096
T15329	Gar8 237	Garbet 8	120126	163167	094114	205205	132132	096100

N° labo	N° terrain	station	Mst543	Mst85	OMY21	Oneμ9	SsosL311	SsosL438
T15330	**Gar8 238**	**Garbet 8**	126142	163171	094094	203203	154154	096100
T15331	**Gar8 239**	**Garbet 8**	126126	163171	114124	205205	132132	100100
T15332	**Gar8 240**	**Garbet 8**	126126	167171	094100	201205	128128	096096
T15153	**Gar9 061**	**Garbet 9**	128128	171171	094094	205205	130150	096100
T15154	**Gar9 062**	**Garbet 9**	128128	171171	096100	201203	128154	096122
T15155	**Gar9 063**	**Garbet 9**	128128	167171	094094	201203	150154	096122
T15156	**Gar9 064**	**Garbet 9**	120128	167171	094100	203205	128134	096122
T15157	**Gar9 065**	**Garbet 9**	120152	171171	094100	201203	154154	096100
T15158	**Gar9 066**	**Garbet 9**	128128	171171	094094	203205	150154	096122
T15159	**Gar9 067**	**Garbet 9**	120128	167171	094100	201201	128134	096100
T15160	**Gar9 068**	**Garbet 9**	128128	171171	094094	201205	130154	096122
T15161	**Gar9 069**	**Garbet 9**	128128	171171	094094	199203	128154	096122
T15162	**Gar9 070**	**Garbet 9**	120128	171171	094100	203205	130154	096122
T15163	**Gar9 071**	**Garbet 9**	120128	167171	094100	205205	134154	096122
T15164	**Gar9 072**	**Garbet 9**	128128	167171	096120	201203	140154	096096
T15165	**Gar9 073**	**Garbet 9**	120128	147171	094100	203205	130150	122122
T15166	**Gar9 074**	**Garbet 9**	120120	167171	100100	203205	128130	096096
T15167	**Gar9 075**	**Garbet 9**	120128	171171	094094	203203	134154	096096
T15168	**Gar9 076**	**Garbet 9**	120128	167167	094100	201203	128128	096096
T15169	**Gar9 077**	**Garbet 9**	120120	171171	094094	201205	134154	122122
T15170	**Gar9 078**	**Garbet 9**	120120	171171	094094	201203	128154	096096
T15171	**Gar9 079**	**Garbet 9**	128128	147171	094100	201201	154154	096122
T15172	**Gar9 080**	**Garbet 9**	128128	167171	094100	201203	134134	096122
T15173	**Gar9 081**	**Garbet 9**	128128	167171	100120	205205	140156	096104
T15174	**Gar9 082**	**Garbet 9**	128128	167173	094094	201203	134150	096098
T15175	**Gar9 083**	**Garbet 9**	120128	167171	096100	201203	128154	096122
T15176	**Gar9 084**	**Garbet 9**	120128	171173	094096	199203	134140	096122
T15177	**Gar9 085**	**Garbet 9**	120128	167167	094094	201203	134154	096096
T15178	**Gar9 086**	**Garbet 9**	120128	167167	094094	201205	134154	122122
T15179	**Gar9 087**	**Garbet 9**	128128	171171	094094	201201	130154	096100
T15180	**Gar9 088**	**Garbet 9**	128128	167167	094094	203205	134150	100122
T15181	**Gar9 089**	**Garbet 9**	152152	167171	094106	201203	130154	096122
T15182	**Gar9 090**	**Garbet 9**	120128	167171	094100	201205	128134	096122

	% domestique
Gar6 020	moins de 5%
Gar7 183	5 à 10%
Gar6 025	10 à 25%
Gar8 220	25 à 50%
Gar6 014	50 à 75%
Gar6 022	plus de 75%

codes de couleur des hybrides