

Patrick BERREBI
UMR 5119 - ECOSYSTEMES LAGUNAIRES
"Ecologie fonctionnelle et évolution des poissons"
Université Montpellier II, case 093,
Place E. Bataillon
34095 MONTPELLIER CEDEX 05
France



tel: ++ 33 (0)4 67 14 37 32
fax: ++ 33 (0)4 67 14 37 19
E-mail: berrebi@crit.univ-montp2.fr



Montpellier le 12 janvier 2005

Analyse génétique de la population de truite sur le bassin versant du Guil RAPPORT FINAL

Analyse technique : Bernard Lasserre
Analyse statistique et rédaction : Patrick Berrebi

Dans le cadre des études du projet AQUA, le Conseil Supérieur de la Pêche a confié au Laboratoire Ecosystèmes Lagunaires le lot n°5 intitulé "Analyse génétique de la population de truite sur le bassin versant du Guil".

A cet effet, Charlie Perdreau, chargé de mission Interreg à la Fédération de Pêche 05, coordinateur et la gestionnaire du programme AQUA du CSP, et Philippe Moullec (brigade 05) ont fait parvenir au laboratoire de Montpellier, en septembre 2004, six échantillons d'environ 30 truites provenant de diverses stations du Guil.

Le présent rapport rend compte des résultats des analyses génétiques. Ces résultats sont ensuite interprétés et confrontés aux informations écologiques transmises au laboratoire.

Les objectifs de l'étude

L'étude a pour but de décrire la composition génétique des truites capturées dans le Guil, au niveau de six stations sélectionnées en accord avec la Fédération 05 et le Laboratoire de Montpellier.

L'analyse génétique rend compte de la composition en gènes méditerranéens (c'est à dire naturels, autochtones) et en gènes atlantiques (apportés par les souches de repeuplement, c'est à dire domestiques). Pour calibrer les analyses, des échantillons de la collection du

Laboratoire, représentant la souche de pisciculture et la souche méditerranéenne, ont été rajoutés à l'analyse.

La composition génétique peut également permettre de positionner le peuplement naturel (de type méditerranéen) du Guil dans la structuration géographique des truites méditerranéennes françaises. Cette structuration est faible, composée du type pyrénéen et du type alpin. Cette structuration fine est perceptible uniquement avec les marqueurs microsatellites. Pour étalonner l'analyse, des échantillons des Pyrénées et des Alpes, provenant de la collection du Laboratoire, ont été rajoutés à l'analyse.

De façon contractuelle, les six points suivants seront débattus :

- *Composition du peuplement souche atlantique ou méditerranéenne, comparaison avec les truites de pisciculture.*
- *Etat génétique du peuplement 4 ans après l'arrêt des repeuplements*
- *Etat fonctionnel de la population, paternité, polymorphisme*
- *Degrés d'introgession de la population*
- *Comparaison de l'état des populations amont aval du cours d'eau*
- *Définition d'hypothèse expliquant les résultats*

Echantillonnage

Les six stations d'échantillonnage sont précisées dans la carte fournie par la Fédération 05 (figure 1). Les agents CSP-Fédération ont effectué des pêches électriques, sélectionné au hasard 30 truites par stations, ont prélevé un fragment de la partie inférieure de la nageoire caudale, fixé ces tissus dans des tubes individuels et numérotés remplis d'alcool à 95°, et expédié le tout à Montpellier.

Méthodes d'analyse

Les microsatellites sont des marqueurs de l'ADN nucléaires hypervariables et donc sensibles à l'isolement. Ainsi, si deux populations de truites se trouvent séparées pendant quelques milliers d'années, la composition génétique tend à diverger sous l'effet de la dérive (aléatoire) et de la sélection (adaptation au milieu). Il s'agit donc de déceler les variants, découlant d'isolements, présent dans chaque échantillon. Toute différence de fréquence correspond à un isolement.

Techniquement, un très petit bout de nageoire (2x2mm) est dégradé à la protéinase K et l'ADN libéré purifié par la méthode du Chelex. Ces extraits d'ADN font ensuite l'objet d'amplifications (*Polymerase Chain Reaction* ou PCR) pour synthétiser certaines zones de l'ADN : les microsatellites. Ces zones sont composées de la répétition (de 15 à 50 fois...) de 2 ou 4 nucléotides et c'est le nombre de répétitions qui varie à cause des à des mutations.

Après PCR, les fragments d'ADN amplifiés sont mis à migrer sous l'action de l'électricité dans des gels d'acrylamide. Les molécules se décalent en fonction de leur longueur. Un scanner de gels permet enfin de "lire" les gels, c'est à dire de donner la composition en allèle de chaque truite : c'est ce qu'on appelle le génotypage (figure 2).

Dans notre cas, quatre locus microsatellites sont analysés : Omm1105, Ssa197, SsoS1311 et Sfo1.

Les analyses consistent donc à produire dans un premier temps un tableau (ou matrice) de génotypes (annexe 1) qui sera ensuite traité statistiquement pour pouvoir les interpréter. Chaque génotype est composé de deux allèles, celui provenant de la mère et celui provenant du père.

L'analyse statistique la plus adaptée à l'interprétation est l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances). Cette analyse multidimensionnelle effectuée par le logiciel GENETIX, permet de positionner chaque truite sur un graphique en fonction de la totalité de sa composition génétique.

Ainsi, sur le graphique (exemple figure 3), plus deux points seront rapprochés, plus les truites qu'ils représentent seront génétiquement semblables. Ainsi, les grands types comme Atlantique et Méditerranéen, formeront des "nuages" distincts et reconnaissables.

Composition génétique des échantillons : Résultats

Le résultat premier est présenté en annexe 1 : c'est la matrice de génotypes. Les quatre premières colonnes nous intéressent pour l'instant. Les 6 chiffres sont un code donnant les deux allèles. Par exemple la truite numéro 4 (Aigue Agnelle) possède le génotype 150178 au locus Omm1105. Cela signifie que l'analyse de la zone amplifiée de l'ADN appelée Omm1105 présentait un allèle de 150 nucléotides et un autre de 178 nucléotides. Les deux parents de cette truite lui ont donc légué deux formes différentes du même marqueur.

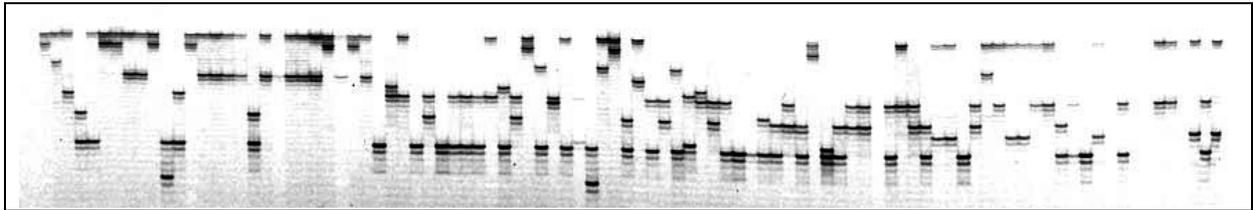


Figure 2 : exemple de gel d'acrylamide. Chaque truite occupe une colonne. Chaque colonne (= génotype) comprend deux bandes principales (et des répliques à ne pas considérer) dont la position correspond à la longueur de l'allèle. Les bandes du bas sont des molécules courtes, celles du haut sont longues. Un logiciel d'analyse d'image est utilisé pour faire les lectures.

L'analyse statistique de la composition génétique de ces échantillons passe par diverses étapes de plus en plus précises.

Etape 1 - L'exploitation immédiate des données génotypiques se fait par AFC (figures 3 à 8). Dans cette analyse multidimensionnelle, les axes sont construits à partir de tous les allèles à des pourcentages variables. Les allèles qui vont dans le même sens, par exemple ceux qui sont caractéristiques des truites méditerranéennes du Guil, vont ensemble fortement influencer aux valeurs positives de l'axe 1 (les allèles dominants en pisciculture vont contribuer négativement à l'axe 1), mais les allèles qui ne marquent rien vont quand même participer à cet axe sans apporter autre chose que du bruit de fond. L'analyse construit donc ses axes en tenant compte des corrélations entre les allèles et choisit la plus grande série de variables (allèles) pour créer l'axe 1. Les autres axes vont être créés en fonction du second groupe de variables corrélées (ici, ce sont celles qui sont caractéristiques des méditerranéennes de l'Ouvèze), etc...

Dans l'analyse, ont été rajoutés les génotypes (i) de truites de pisciculture représentés par des ronds noirs, en haut à gauche; (ii) de truites méditerranéennes des Pyrénées (rivière Carança) : ce sont des triangles jaunes à droite au milieu; (iii) des truites méditerranéennes des Alpes du bassin du Rhône (rivière Ouvèze) : les ronds bleus à droite en bas.

Les truites analysées dans le Guil sont représentées station par station dans chaque diagramme. Ainsi, toutes les truites de Aigue Agnelle sont concentrées dans le coin supérieur droit du graphique (figure 3). Le long de l'axe 1 (horizontal), elles sont très nettement du côté méditerranéen, mais sur l'axe 2, vertical, elles montrent une nette différence avec les truites pyrénéennes et même du Rhône. Il est donc probable que le peuplement naturel du Guil, bien que typiquement méditerranéen, se distingue des deux types méditerranéens testés ici.

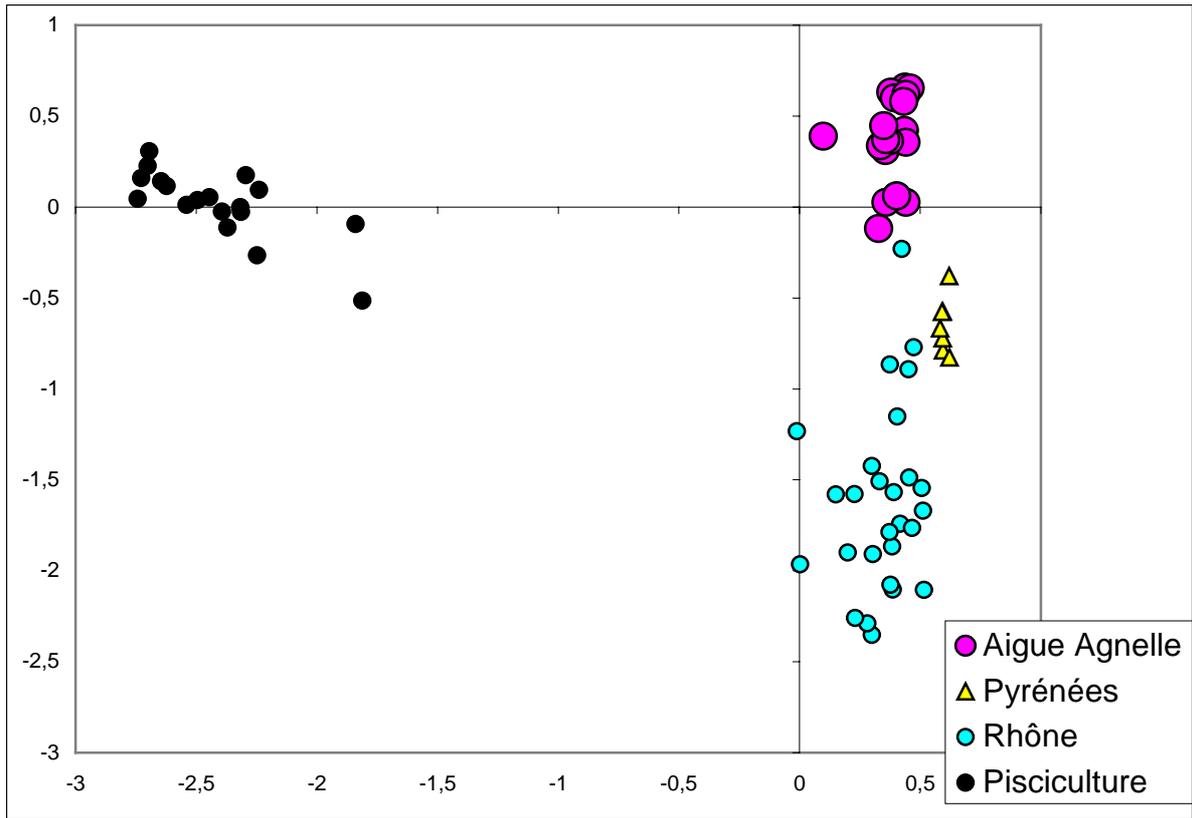


Figure 3 : AFC des truites d'Aigue Agnelle

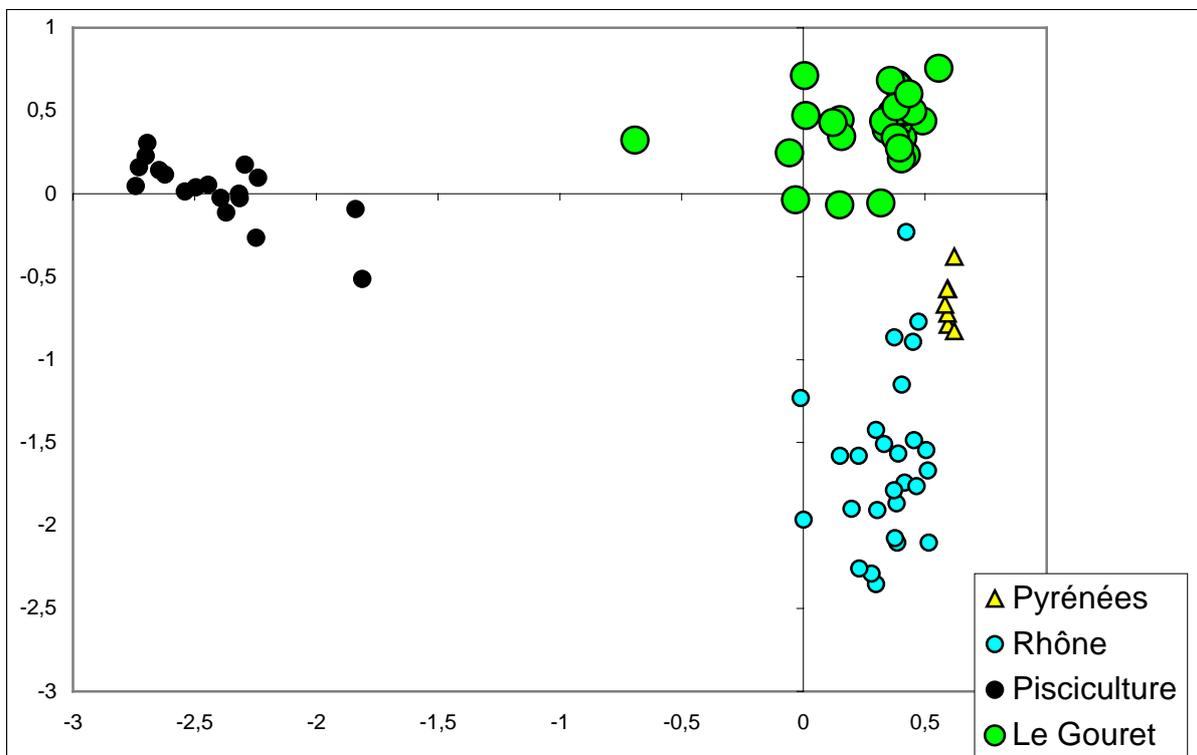


Figure 4 : Le Gouret

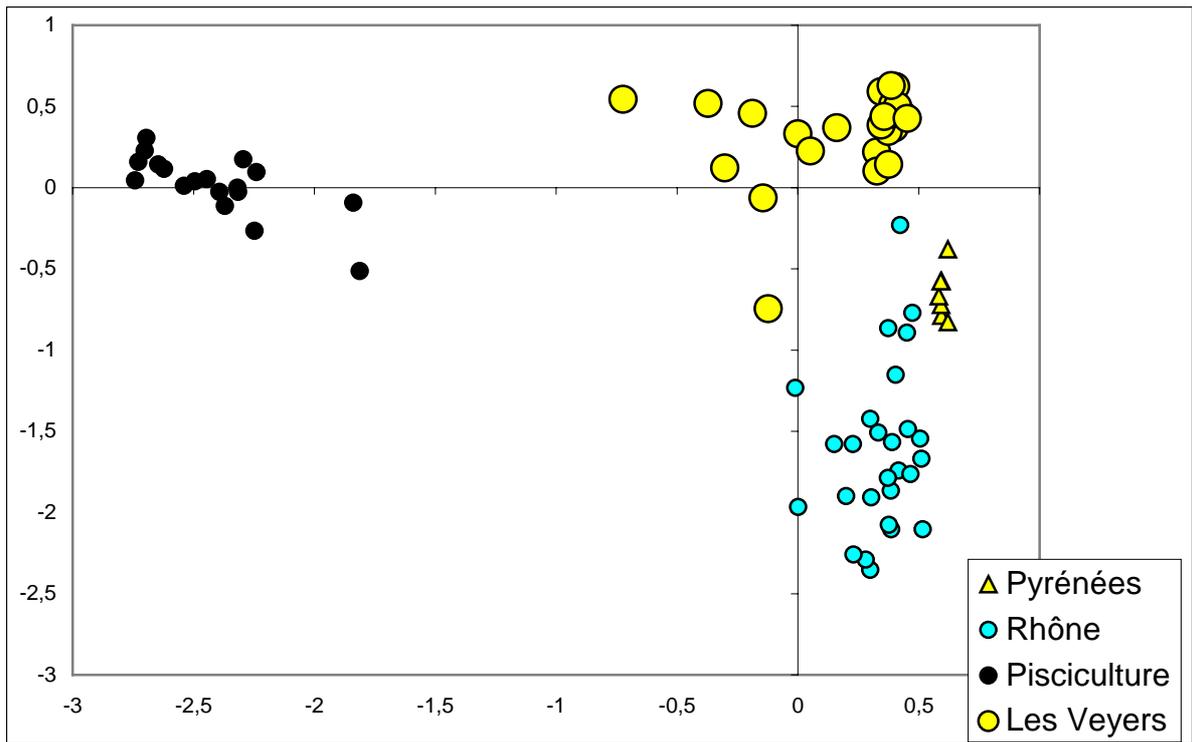


Figure 5 : Les Veyers

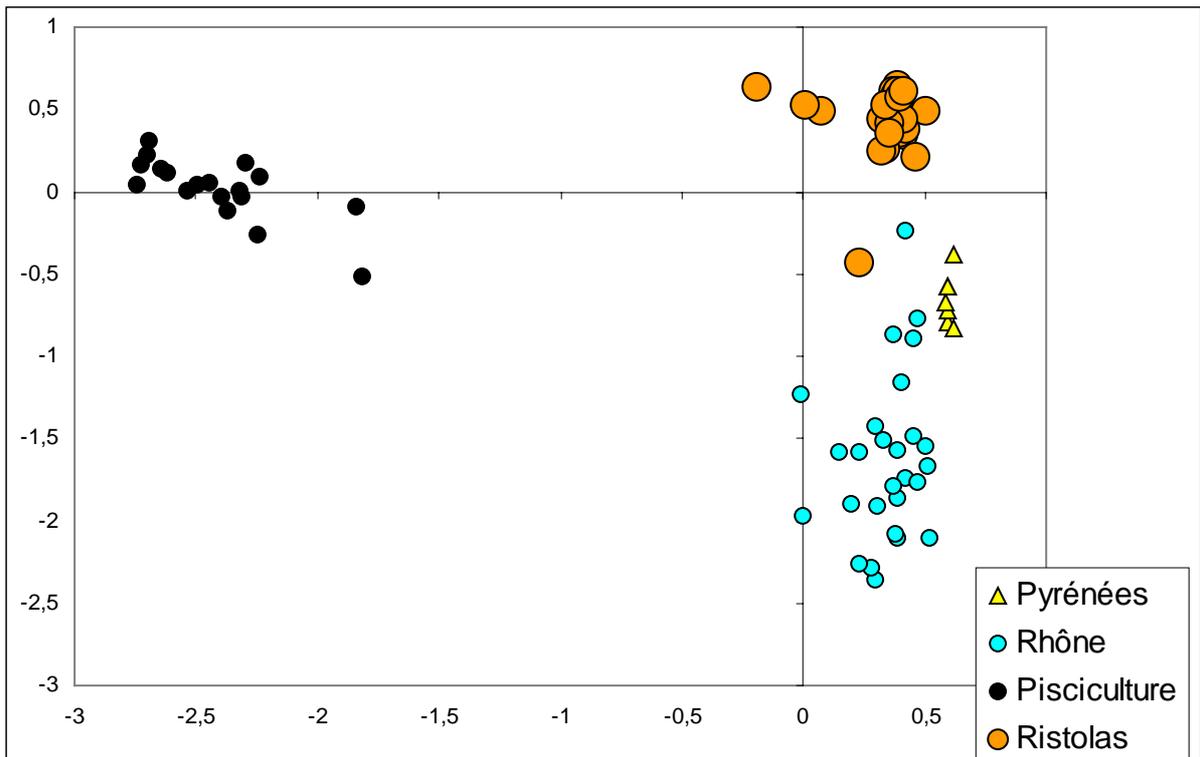


Figure 6 : Ristolas

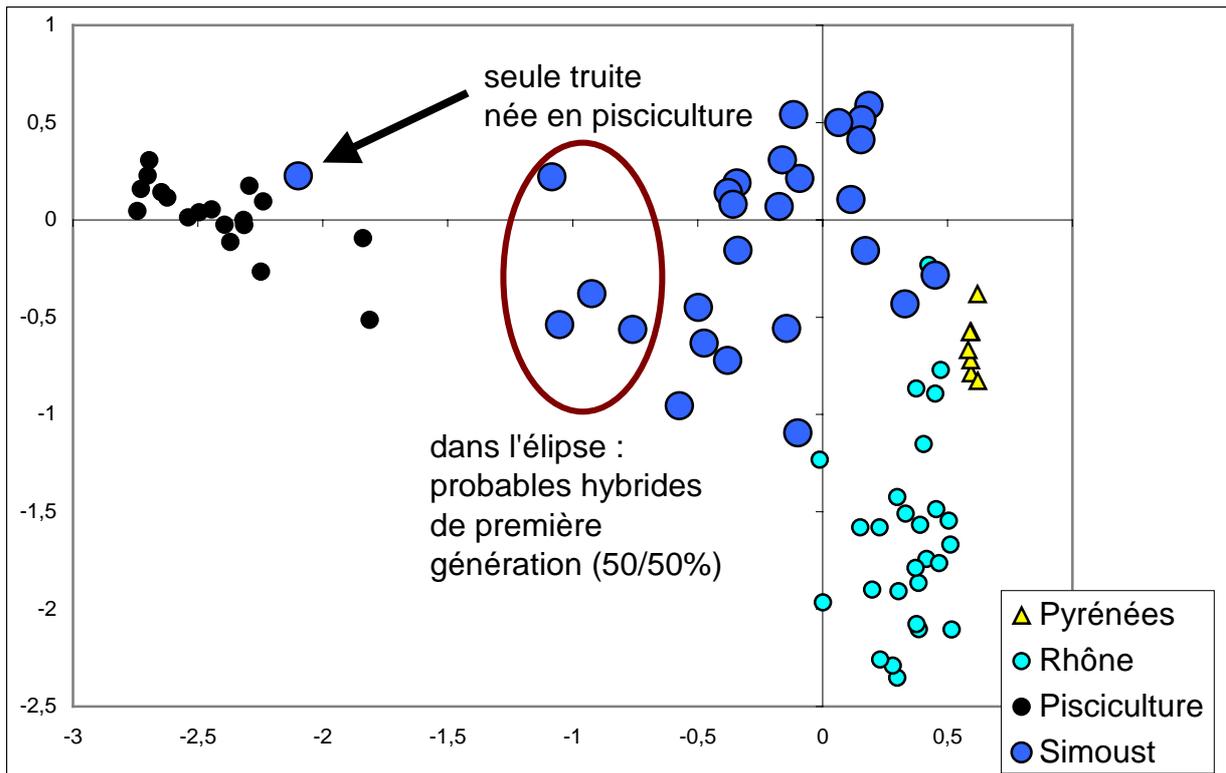


Figure 7 : Pont de Simoust

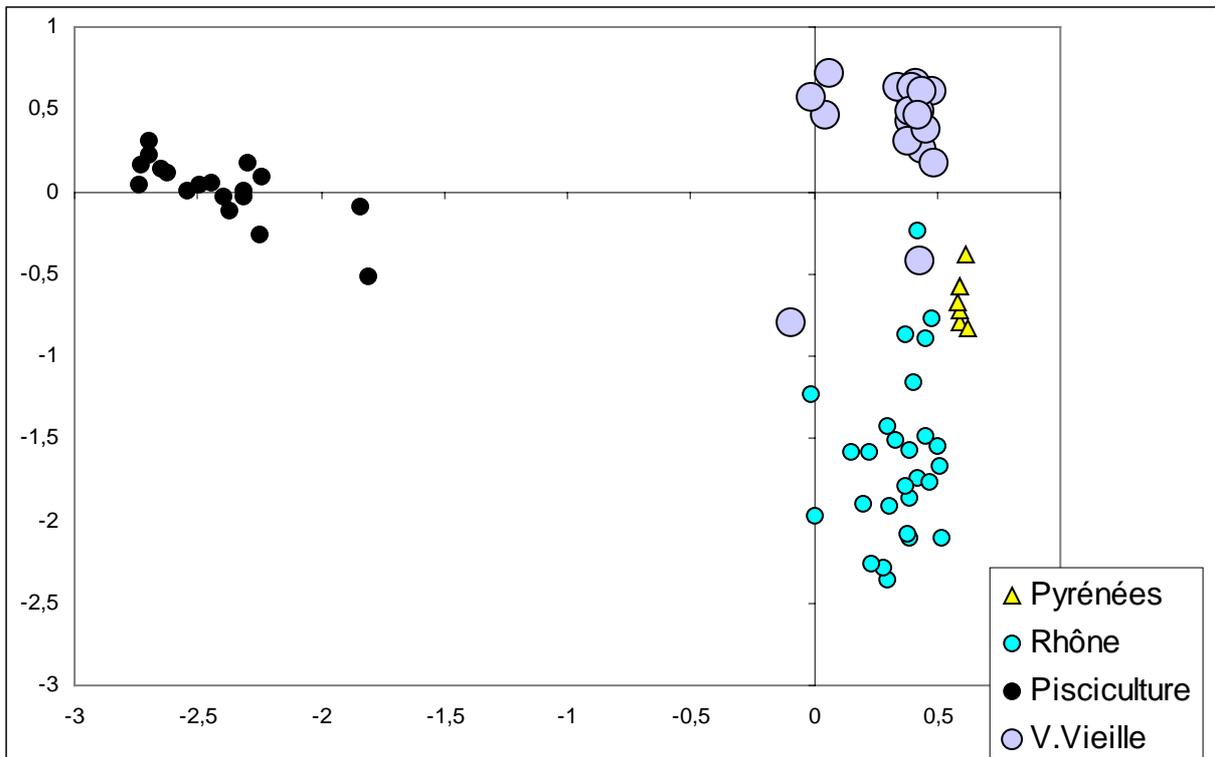


Figure 8 : Aval de Ville-Vieille

Plus les points se rapprochent de la gauche du graphique, plus la "pollution" atlantique est nette. L'échantillon visuellement le plus pollué (on dit "introgressé") est celui du Pont de Simoust, présentant même une truite atlantique (probablement un survivant du dernier déversement) et quelques truites à mi chemin entre les extrêmes (voir figure 7), probablement des hybrides de première génération atlantique/méditerranéen.

Il est donc clair que des croisements entre truites sauvages et domestiques on eu lieu, que seul un spécimen est reconnu comme né en pisciculture et qu'une demi douzaine de truites (surtout à Pont de Simoust) soient des descendants de première génération de tels croisements (composition 50/50%).

Par ordre croissant d'introgression, on peut classer les autres station ainsi : Ville-Vieille - Le Gouret - Ristolas - Les veyers. Mais ce classement est peu précis.

Etape 2 - Pour apporter un résultat moins subjectif, les allèles responsables de l'étalement des points le long de l'axe 1 (axe de distinction atlantique à gauche et méditerranéen à droite) sont déterminés grâce au tableau des contributions des variables aux axes fourni par le logiciel d'AFC.

Dans la mesure où, dans le Guil, nous avons une majorité d'allèles méditerranéens, il est plus pratique de rechercher simplement les allèles atlantiques. C'est ce qui a été fait et reporté dans le grand tableau en annexe 1 : dans les quatre colonnes de droite, les génotypes présentant un allèle de pisciculture (remplacé par la lettre P) est coloré en orange, les génotypes présentant deux allèles de pisciculture sont colorés en rouge.

On voit clairement ainsi les marques d'introgression (les échantillons de pisciculture sont évidemment très fortement colorés en orange/rouge).

Ceci permet d'élaborer le tableau suivant (tableau I) :

| | allèles pisciculture | total allèles | introgression en % |
|---------------------|----------------------|---------------|--------------------|
| Pyrénées | 0 | 56 | 0,00 |
| A. Agnelle | 1 | 214 | 0,47 |
| Rhône | 2 | 216 | 0,93 |
| V. Vieille | 2 | 210 | 0,95 |
| Ristolas | 4 | 232 | 1,72 |
| Gouret | 8 | 254 | 3,15 |
| Les Veyers | 9 | 230 | 3,91 |
| Simoust | 35 | 234 | 14,96 |
| Pisciculture | 99 | 144 | 68,75 |

Tableau I : décompte des allèles de pisciculture détectés dans chaque échantillon. De 0 à 15% d'introgression ont été décelés dans le Guil.

Cependant, seuls les allèles fortement marqueurs ont servi à ce calcul. Pour preuve, dans l'échantillon de pisciculture, qui devrait contenir plus de 90% d'allèles de pisciculture (pas 100% parce que toute les piscicultures introduisent des géniteurs sauvages dans leurs souches), nous n'avons que 69% d'allèles atlantiques apparents. Les chiffres de ce premier calcul peuvent être considérés comme les "pourcentages minimum" d'introgression, les pourcentages découlant des allèles démontrés comme diagnostiques entre Atlantique et Méditerranée.

Des méthodes plus sophistiquées vont permettre d'être plus précis.

Etape 3 - Pour aller plus loin, il faut faire participer les allèles non diagnostiques, c'est à dire ceux qui n'ont qu'une faible différence de fréquence entre les souches atlantiques et

méditerranéennes. Pour cela, on peut utiliser un logiciel appelé PARTITIONML qui va définir le meilleur découpage de l'échantillonnage total en deux lots homogènes, sans tenir compte de l'origine des truites. Cette procédure en aveugle utilise les principes d'équilibre panmictique et

| | introgression en % | PartitionML en % |
|---------------------|--------------------|------------------|
| Pyréénées | 0,00 | 0,00 |
| A. Agnelle | 0,47 | 0,00 |
| Rhône | 0,93 | 0,00 |
| V. Vieille | 0,95 | 0,00 |
| Ristolas | 1,72 | 0,00 |
| Gouret | 3,15 | 3,23 |
| Veyers | 3,91 | 3,85 |
| Simoust | 14,96 | 29,63 |
| Pisciculture | 68,75 | 100,00 |

Tableau 2 : Comparaison des résultats obtenus avec les deux méthodes : comptage des allèles diagnostiques (au milieu) et classement des individus par PartitionML (à droite).

de liaison entre les individus et les marqueurs d'une population (l'exposé détaillé serait inutile ici). En bref, le logiciel propose de classer chaque individu dans le lot de pisciculture ou dans l'autre lot (= méditerranéen). Le tableau 3 compare les pourcentages d'allèles de pisciculture donnés dans le tableau 1 au pourcentage d'individus considérés comme proches de ceux de pisciculture. Cette colonne de droite est l'expression de la totalité des données.

La "pollution" atlantique décelée en amont du barrage mérite qu'on s'y arrête. En suivant le cours d'eau d'amont en aval, les stations s'ordonnent ainsi :

Stations : Ristolas - Le Gouret - (Aigue Agnelle) - Ville-Vieille - Les Veyers
Pourcentage d'allèles atlantiques : 1,72 - 3,15 - (0,47) - 0,95 - 3,91
Pourcentage de classement d'individus atlantiques : 0 - 3,23 - (0) - 0 - 3,85

Il est clair que l'introgression est "désordonnée", avec deux pics au Gouret et aux Veyers, deux stations introgressées à 3-4% séparées par des stations sans pollution. C'est typiquement la marque de repeuplements sporadiques, c'est aussi la marque de migrations limitées entre les stations. La station d'Aigue Agnelle, semble bien protégée des autres avec une introgression quasi-nulle (mais Ville-Vieille, en position très intermédiaire est également très peu atteinte).

Selon les gestionnaires du Guil, ces résultats sont assez logiques. La station Pont de Simoust est çà l'aval du barrage de Maison du Roy et en contact avec la Durance, réputée très alevinée. Toutes les autres stations ne sont plus alevinées depuis 4 ans. Dans le tronçon amont compris entre les stations Ristolas et Ville-Vieille, la station centrale (Le Gouret) est en contact avec un plan d'eau ayant servi de pépinière ou de parcours de pêche. Il est possible que cette particularité explique la pollution génétique (relative) de cette station, se diluant en amont et en aval malgré les migrations de reproduction, au point d'y être quasiment invisible.

La station Les Veyers est isolée de l'aval par le barrage et de l'amont par un seuil naturel infranchissable à la remontée. La zone de Ville-Vieille étant indemne d'introgression, elle ne peut pas polluer Les Veyers par dévalaison.

Force est de constater que les repeuplements anciens n'ont laissé que très peu de traces, preuve de leur inefficacité.

Organisation naturelle des truites méditerranéennes : résultats

Un autre aspect de la composition génétique des échantillons est leur place dans la diversité naturelle méditerranéenne. Les AFC présentent une nette originalité des truites du Guil par rapport à celles des témoins Pyrénées et Rhône. Il n'est pas question de développer ce sujet ici car il aurait fallu, pour cela, analyser des échantillons de chaque cours d'eau de la côte méditerranéenne française. On peut cependant utiliser les données générées par cette étude pour apporter quelques hypothèses.

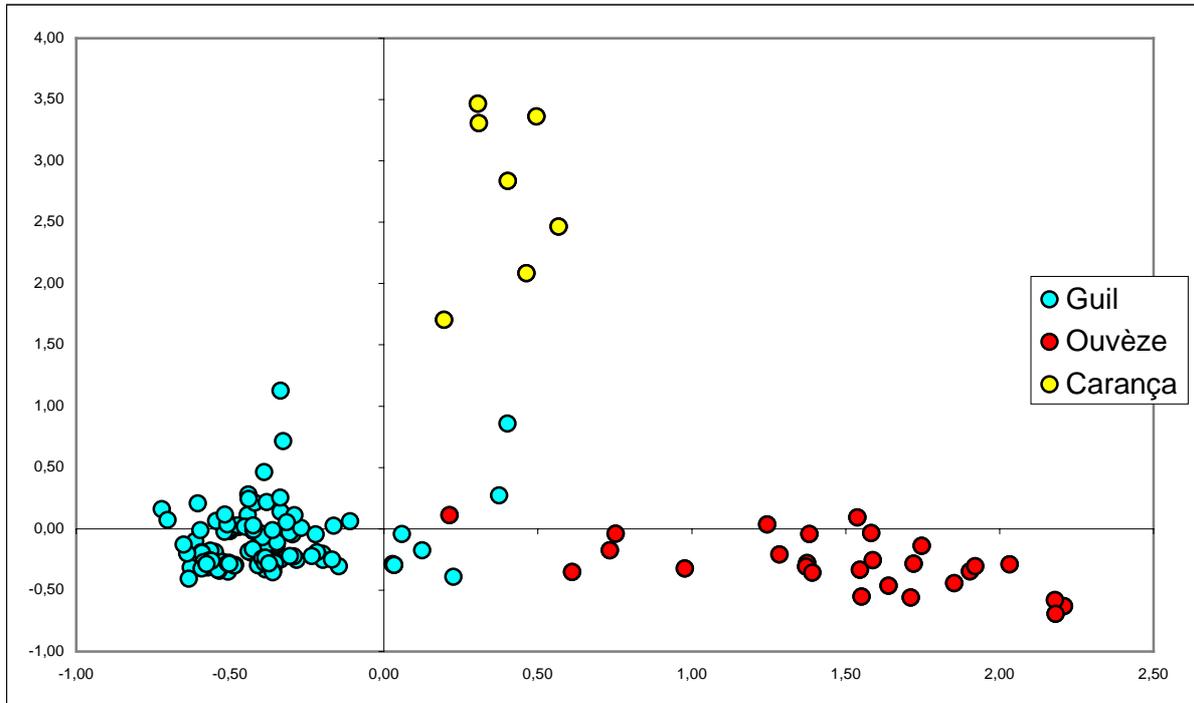


Figure 9 : AFC des seules truites méditerranéennes

La figure 9, ci dessus, représente une AFC limitée aux seules truites méditerranéennes, c'est à dire celles du Guil expurgées de celles qui présentent des allèles atlantiques (voir partie droite de l'annexe 1) ainsi que celles des Pyrénées (Carança) et du Rhône (Ouvéze). Bien que le Guil soit un affluent de la Durance, elle-même se jetant dans le Rhône à 5km au sud d'Avignon et que l'Ouvéze soit un affluent du Rhône se jetant dans ce dernier à 5km au nord d'Avignon, nous constatons que la différenciation Guil/Ouvéze est forte, avec cependant des individus qui se rapprochent, marque de migrations anciennes.

Bien qu'il ne soit pas possible d'expliquer ces observations (analyser de nombreux échantillons du sud des Alpes étant nécessaires), il est possible de faire deux affirmations et de proposer une hypothèse :

- bien qu'appartenant à deux affluents voisins du même bassin, les populations naturelles de truites du Guil et de l'Ouvéze sont nettement différenciées
- la population des Pyrénées, bien que géographiquement très éloignée, présente le même type de différenciation
- l'explication possible (à vérifier par d'autres analyses) serait que la Durance n'est que récemment un affluent du Rhône, son cours ancien était peut-être indépendant, se jetant directement dans la Méditerranée.

La robe des truites

Lors de l'échantillonnage, les truites ont été photographiées. Elles ont été classées en trois catégories : méditerranéennes, domestiques ou intermédiaires, par deux groupes

composés de pêcheurs participant bénévolement aux captures (6 personnes) et par la garderie du CSP 05 (6 personnes). La comparaison des avis intuitifs avec les résultats génétiques s'est faite de deux façon :

- en groupant, indépendamment des stations de capture, les truites sans introgression atlantique (0%), puis celles ayant un allèle de type atlantique (12,5%) ou deux allèles atlantiques (25%) (voir tableau 1 et annexe 1)

- en groupant les truites par station.

| | nombre de truites | microsatellites | pêcheurs | garderie |
|------------------------|-------------------|-----------------|----------|----------|
| 0 allèle atlantique | 112 | 0% | 45% | 5% |
| 1 allèle atlantique | 23 | 12,50% | 43% | 17% |
| 2 allèles atlantiques | 11 | 25% | 50% | 23% |
| Ristolas | 28 | 2% | 47% | 5% |
| Le Gouret | 28 | 3% | 39% | 3% |
| Aigue Agnelle | 19 | 1% | 49% | 7% |
| Ville Vieille | 21 | 1% | 51% | 6% |
| Les Veyers | 26 | 4% | 36% | 0% |
| Pont de Simoust | 26 | 16% | 57% | 40% |

Tableau 2 : Comparaison des résultats génétiques (proportion d'allèles atlantiques) et des estimations intuitives de pêcheurs ayant participé aux captures (influence des piscicultures). Les pourcentages génétiques sont analogues à ceux donnés dans le tableau 1 (méthode expliquée dans le texte)

Le tableau montre très nettement que la garderie du CSP 05 a fait des estimations très proches de celles des marqueurs moléculaires. Il est donc envisageable que l'évolution du cheptel puisse se surveiller avec la seule observation des robes.

Les estimations faites par les pêcheurs sont par contre en total désaccord avec les données génétiques puisque, quelque soit le groupe de truites considérées, cette estimation tourne autour de 45%.

Conclusions de l'étude génétique

L'analyse génétique montre sans ambiguïté que le peuplement du Guil est fortement naturel (=méditerranéen) avec cependant une rupture logique de part et d'autre du barrage de Maison du Roy.

- En amont du barrage, l'impact moyen des repeuplements est estimé à 1,5% à 2% selon les méthodes de calcul. Le peuplement d'origine y a été conservé quasiment intact. Le taux de mélange dépend probablement de l'histoire récente des repeuplements. Ces repeuplements en alevins ou en truites portion ont visiblement été globalement inefficaces.

- A l'aval du barrage, l'introgression, de l'ordre de 30% par les allèles de pisciculture, était attendue car cette zone est en contact avec la Durance, fortement alevinée.

- Malgré la prise en compte de trois régions seulement (ce n'est pas un objectif de l'étude), les truites naturelles du Guil se sont montrées distinctes des deux autres peuplements méditerranéens de référence, y compris vis a vis du peuplement de l'Ouvèze (bassin du Rhône).

- L'estimation visuelle de l'introgression des truites du Guil par la forme domestique (atlantique) est très variable selon les gens qui s'y prêtent. La garderie du CSP 05 a déterminé

avec grande précision l'origine de chaque truite. Ce dernier résultat permet d'envisager un suivi temporel du cheptel sans analyse génétique systématique dans l'avenir.

En conclusion, le cheptel de truites situées en amont du barrage de Maison du Roy est remarquablement exempt de marqueurs domestiques (moins de 2%). D'un point de vue patrimonial, ce peuplement mérite d'être protégé de tout apport extérieur. Les différences génétiques observées même vis à vis de l'Ouvèze montre que le maintien de cette souche naturelle ne supportera pas d'apport (translocation) provenant de sous bassins voisins.

Fait à Montpellier le 12 janvier 2005



Spécimen 173 de Pont de Simoust : c'est la seule truite née en pisciculture décelée dans l'échantillonnage.



Autre spécimen (n°187) fortement domestique de la même station.



Spécimen (n°103) typiquement méditerranéen (nombreuses petites taches noires, plus de 16 taches sur l'opercule) capturé à Ristolas, station indemne d'introgression domestique

Annexe 1 : Tableau résumant l'ensemble des résultats. En jaune les génotypes des quatre marqueurs microsatellites analysés. Les 4 colonnes de droite donnent les mêmes génotypes avec en orange : les allèles de pisciculture.

| ind. | | Omm1105 | Ssa197 | SsoSI311 | Sfo1 | Omm1105 | Ssa197 | SsoSI311 | Sfo1 |
|------|---------------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|
| 4 | Aigue Agnelle | 150178 | 131131 | 136136 | 154164 | 150178 | 131131 | 136136 | 154164 |
| 7 | Aigue Agnelle | 158166 | 131131 | 134136 | 146152 | 158166 | 131131 | 134136 | 146152 |
| 13 | Aigue Agnelle | 146154 | 131131 | 136136 | 154164 | 146154 | 131131 | 136136 | 154164 |
| 16 | Aigue Agnelle | 146146 | 131131 | 136136 | 146146 | 146146 | 131131 | 136136 | 146146 |
| 17 | Aigue Agnelle | 150182 | 131131 | 134136 | 154154 | 150182 | 131131 | 134136 | 154154 |
| 18 | Aigue Agnelle | 150150 | 131131 | 128136 | 152158 | 150150 | 131131 | 128136 | 152158 |
| 19 | Aigue Agnelle | 146150 | 123135 | 136136 | 154158 | 146150 | 123135 | 136136 | 154158 |
| 20 | Aigue Agnelle | 170182 | 131131 | 130134 | 146146 | 170182 | 131131 | 130134 | 146146 |
| 21 | Aigue Agnelle | 142150 | 131131 | 136136 | 146146 | 142150 | 131131 | 136136 | 146146 |
| 23 | Aigue Agnelle | 146182 | 131131 | 134136 | 124146 | 146182 | 131131 | 134136 | 124146 |
| 28 | Aigue Agnelle | 158278 | 131131 | 136136 | 152158 | 158P | 131131 | 136136 | 152158 |
| 30 | Aigue Agnelle | 154162 | 131131 | 134136 | 146146 | 154162 | 131131 | 134136 | 146146 |
| 32 | Aigue Agnelle | 182182 | 131135 | 134136 | 146154 | 182182 | 131135 | 134136 | 146154 |
| 35 | Aigue Agnelle | 142182 | 131131 | 130134 | 146152 | 142182 | 131131 | 130134 | 146152 |
| 37 | Aigue Agnelle | 142182 | 131131 | 136136 | 146146 | 142182 | 131131 | 136136 | 146146 |
| 39 | Aigue Agnelle | 138146 | 131131 | 130134 | 162154 | 138146 | 131131 | 130134 | 162154 |
| 40 | Aigue Agnelle | 162182 | 135135 | 136136 | 146150 | 162182 | 135135 | 136136 | 146150 |
| 41 | Aigue Agnelle | 146166 | 131135 | 130134 | 124146 | 146166 | 131135 | 130134 | 124146 |
| 42 | Aigue Agnelle | 146182 | 131131 | 130130 | 146158 | 146182 | 131131 | 130130 | 146158 |
| 43 | Aigue Agnelle | 178182 | 131131 | 136136 | 150164 | 178182 | 131131 | 136136 | 150164 |
| 47 | Aigue Agnelle | 146166 | 131131 | 136136 | 124146 | 146166 | 131131 | 136136 | 124146 |
| 48 | Aigue Agnelle | 182182 | 131135 | 134136 | 146154 | 182182 | 131135 | 134136 | 146154 |
| 105 | Le Gouret | 148148 | 131131 | 134136 | 146146 | 148148 | 131131 | 134136 | 146146 |
| 107 | Le Gouret | 150170 | 131131 | 128136 | 146150 | 150170 | 131131 | 128136 | 146150 |
| 109 | Le Gouret | 146154 | 119131 | 130136 | 152162 | 146154 | 119131 | 130136 | 152162 |
| 110 | Le Gouret | 166170 | 131135 | 128136 | 146176 | 166170 | 131135 | 128136 | 146176 |
| 113 | Le Gouret | 146218 | 119131 | 136136 | 146154 | 146218 | 119131 | 136136 | 146154 |
| 115 | Le Gouret | 224272 | 123123 | 130136 | 122158 | 224272 | 123123 | 130136 | P158 |
| 116 | Le Gouret | 150170 | 131131 | 136136 | 118150 | 150170 | 131131 | 136136 | 118150 |
| 117 | Le Gouret | 146150 | 131131 | 128136 | 158164 | 146150 | 131131 | 128136 | 158164 |
| 118 | Le Gouret | 138150 | 131131 | 130136 | 150158 | 138150 | 131131 | 130136 | 150158 |
| 119 | Le Gouret | 150166 | 131131 | 134136 | 150162 | 150166 | 131131 | 134136 | 150162 |
| 120 | Le Gouret | 146158 | 123123 | 130136 | 146154 | 146158 | 123123 | 130136 | 146154 |
| 121 | Le Gouret | 146166 | 131131 | 136150 | 158164 | 146166 | 131131 | 136150 | 158164 |
| 122 | Le Gouret | 150158 | 131131 | 136136 | 150160 | 150158 | 131131 | 136136 | 150160 |
| 123 | Le Gouret | 150158 | 131131 | 128136 | 146146 | 150158 | 131131 | 128136 | 146146 |
| 124 | Le Gouret | 150154 | 139139 | 130136 | 162162 | 150154 | 139139 | 130136 | 162162 |
| 125 | Le Gouret | 146150 | 119123 | 130136 | 150154 | 146150 | 119123 | 130136 | 150154 |
| 126 | Le Gouret | 150274 | 131131 | 136136 | 150158 | 150P | 131131 | 136136 | 150158 |
| 127 | Le Gouret | 150294 | 123131 | 128136 | 146154 | 150P | 123131 | 128136 | 146154 |
| 128 | Le Gouret | 176204 | 119131 | 136136 | 146158 | 176204 | 119131 | 136136 | 146158 |
| 129 | Le Gouret | 146162 | 131131 | 134136 | 146158 | 146162 | 131131 | 134136 | 146158 |
| 130 | Le Gouret | 146150 | 131139 | 128130 | 158162 | 146150 | 131139 | 128130 | 158162 |
| 131 | Le Gouret | 150270 | 127131 | 130136 | 116146 | 150P | P131 | 130136 | P146 |
| 132 | Le Gouret | 150150 | 131131 | 136136 | 146150 | 150150 | 131131 | 136136 | 146150 |
| 133 | Le Gouret | 150150 | 131131 | 136136 | 150162 | 150150 | 131131 | 136136 | 150162 |
| 138 | Le Gouret | 166278 | 131131 | 136136 | 146158 | 166P | 131131 | 136136 | 146158 |
| 139 | Le Gouret | 146170 | 131131 | 136136 | 152162 | 146170 | 131131 | 136136 | 152162 |
| 141 | Le Gouret | 146150 | 131131 | 136136 | 162172 | 146150 | 131131 | 136136 | 162172 |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 142 | Le Gouret | 158170 | 119131 | 136136 | 150150 | 158170 | 119131 | 136136 | 150150 |
| 143 | Le Gouret | 150162 | 131131 | 134136 | 150150 | 150162 | 131131 | 134136 | 150150 |
| 145 | Le Gouret | 174278 | 131131 | 134136 | 158158 | 174P | 131131 | 134136 | 158158 |
| 147 | Le Gouret | 150306 | 131131 | 130134 | 150158 | 150306 | 131131 | 130134 | 150158 |
| 57 | Les Veyers | 150150 | 131131 | 128134 | 146152 | 150150 | 131131 | 128134 | 146152 |
| 62 | Les Veyers | 150166 | 131131 | 136136 | 150150 | 150166 | 131131 | 136136 | 150150 |
| 70 | Les Veyers | 150166 | 131131 | 130136 | 146156 | 150166 | 131131 | 130136 | 146156 |
| 72 | Les Veyers | 154226 | 131131 | 134136 | 152152 | 154226 | 131131 | 134136 | 152152 |
| 73 | Les Veyers | 158184 | 131131 | 128134 | 152156 | 158184 | 131131 | 128134 | 152156 |
| 76 | Les Veyers | 142154 | 131131 | 136136 | 156160 | 142154 | 131131 | 136136 | 156160 |
| 77 | Les Veyers | 150158 | 139139 | 128136 | 152160 | 150158 | 139139 | 128136 | 152160 |
| 78 | Les Veyers | 170270 | 135135 | 128134 | 152160 | 170P | 135135 | 128134 | 152160 |
| 82 | Les Veyers | 166282 | 127139 | 130132 | 128146 | 166282 | P139 | 130P | 128146 |
| 83 | Les Veyers | 146150 | 131131 | 134136 | 156156 | 146150 | 131131 | 134136 | 156156 |
| 84 | Les Veyers | 154206 | 131131 | 136136 | 146146 | 154206 | 131131 | 136136 | 146146 |
| 85 | Les Veyers | 162178 | 131131 | 136136 | 146160 | 162178 | 131131 | 136136 | 146160 |
| 86 | Les Veyers | 170224 | 131131 | 134136 | 144148 | 170224 | 131131 | 134136 | 144148 |
| 88 | Les Veyers | 178224 | 131131 | 130134 | 150150 | 178224 | 131131 | 130134 | 150150 |
| 89 | Les Veyers | 138224 | 131131 | 134134 | 150156 | 138224 | 131131 | 134134 | 150156 |
| 90 | Les Veyers | 162224 | 127139 | 128128 | 160160 | 162224 | P139 | 128128 | 160160 |
| 92 | Les Veyers | 142146 | 131131 | 136136 | 152160 | 142146 | 131131 | 136136 | 152160 |
| 95 | Les Veyers | 170180 | 127131 | 136136 | 118148 | 170180 | P131 | 136136 | 118148 |
| 97 | Les Veyers | 158158 | 119131 | 136136 | 152160 | 158158 | 119131 | 136136 | 152160 |
| 100 | Les Veyers | 146166 | 127131 | 134136 | 146150 | 146166 | P131 | 134136 | 146150 |
| 161 | Les Veyers | 150236 | 131139 | 136154 | 122152 | 150236 | 131139 | 136154 | P152 |
| 162 | Les Veyers | 162182 | 127139 | 132136 | 146146 | 162182 | P139 | P136 | 146146 |
| 163 | Les Veyers | 146154 | 131131 | 128136 | 146156 | 146154 | 131131 | 128136 | 146156 |
| 177 | Les Veyers | 150150 | 131131 | 136136 | 146156 | 150150 | 131131 | 136136 | 146156 |
| 178 | Les Veyers | 142146 | 119131 | 136136 | 160160 | 142146 | 119131 | 136136 | 160160 |
| 179 | Les Veyers | 170174 | 139139 | 134136 | 162162 | 170174 | 139139 | 134136 | 162162 |
| 51 | Ristolas | 146158 | 131131 | 136136 | 146156 | 146158 | 131131 | 136136 | 146156 |
| 52 | Ristolas | 146170 | 119131 | 130136 | 160160 | 146170 | 119131 | 130136 | 160160 |
| 54 | Ristolas | 146150 | 119131 | 130134 | 150150 | 146150 | 119131 | 130134 | 150150 |
| 55 | Ristolas | 158226 | 131131 | 136136 | 146156 | 158226 | 131131 | 136136 | 146156 |
| 56 | Ristolas | 150170 | 131131 | 134136 | 150150 | 150170 | 131131 | 134136 | 150150 |
| 58 | Ristolas | 166178 | 119131 | 134136 | 164164 | 166178 | 119131 | 134136 | 164164 |
| 59 | Ristolas | 150178 | 131131 | 136136 | 146146 | 150178 | 131131 | 136136 | 146146 |
| 60 | Ristolas | 150158 | 131131 | 128136 | 146162 | 150158 | 131131 | 128136 | 146162 |
| 61 | Ristolas | 150150 | 131131 | 130134 | 152160 | 150150 | 131131 | 130134 | 152160 |
| 63 | Ristolas | 146166 | 123123 | 136136 | 156156 | 146166 | 123123 | 136136 | 156156 |
| 64 | Ristolas | 146150 | 131131 | 136136 | 160160 | 146150 | 131131 | 136136 | 160160 |
| 65 | Ristolas | 154202 | 119127 | 128136 | 152152 | 154202 | 119P | 128136 | 152152 |
| 66 | Ristolas | 150182 | 131131 | 136136 | 156156 | 150182 | 131131 | 136136 | 156156 |
| 67 | Ristolas | 146166 | 131131 | 136136 | 144156 | 146166 | 131131 | 136136 | 144156 |
| 68 | Ristolas | 150158 | 131131 | 136136 | 144144 | 150158 | 131131 | 136136 | 144144 |
| 69 | Ristolas | 150150 | 131131 | 128134 | 144162 | 150150 | 131131 | 128134 | 144162 |
| 71 | Ristolas | 150162 | 131131 | 136136 | 148148 | 150162 | 131131 | 136136 | 148148 |
| 74 | Ristolas | 138146 | 131131 | 136136 | 156156 | 138146 | 131131 | 136136 | 156156 |
| 75 | Ristolas | 146150 | 131131 | 134136 | 148148 | 146150 | 131131 | 134136 | 148148 |
| 80 | Ristolas | 146226 | 123123 | 134134 | 118160 | 146226 | 123123 | 134134 | 118160 |
| 81 | Ristolas | 146150 | 131131 | 136136 | 122144 | 146150 | 131131 | 136136 | P144 |
| 87 | Ristolas | 146150 | 131131 | 136136 | 144144 | 146150 | 131131 | 136136 | 144144 |
| 93 | Ristolas | 146150 | 131131 | 128136 | 150156 | 146150 | 131131 | 128136 | 150156 |
| 96 | Ristolas | 150288 | 131131 | 136136 | 148156 | 150288 | 131131 | 136136 | 148156 |

| | | | | | | | | | |
|------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 108 | Ristolas | 146150 | 131131 | 136136 | 156156 | 146150 | 131131 | 136136 | 156156 |
| 111 | Ristolas | 146150 | 131131 | 136136 | 150150 | 146150 | 131131 | 136136 | 150150 |
| 112 | Ristolas | 146150 | 127127 | 130136 | 162172 | 146150 | PP | 130136 | 162172 |
| 114 | Ristolas | 158178 | 131131 | 130136 | 160160 | 158178 | 131131 | 130136 | 160160 |
| 151 | Pont de Simoust | 138170 | 127139 | 128136 | 152160 | 138170 | P139 | 128136 | 152160 |
| 152 | Pont de Simoust | 146226 | 127131 | 136136 | 154154 | 146226 | P131 | 136136 | 154154 |
| 153 | Pont de Simoust | 146298 | 131131 | 128130 | 122146 | 146298 | 131131 | 128130 | P146 |
| 154 | Pont de Simoust | 238238 | 127131 | 128128 | 110118 | 238238 | P131 | 128128 | 110118 |
| 156 | Pont de Simoust | 166282 | 131131 | 128134 | 130152 | 166282 | 131131 | 128134 | 130152 |
| 157 | Pont de Simoust | 170182 | 127131 | 128136 | 160160 | 170182 | P131 | 128136 | 160160 |
| 158 | Pont de Simoust | 174256 | 131135 | 134148 | 132156 | 174P | 131135 | 134P | 132156 |
| 159 | Pont de Simoust | 150166 | 131131 | 136140 | 150156 | 150166 | 131131 | 136140 | 150156 |
| 160 | Pont de Simoust | 158174 | 127139 | 130150 | 136146 | 158174 | P139 | 130150 | 136146 |
| 165 | Pont de Simoust | 142158 | 135135 | 134140 | 136146 | 142158 | 135135 | 134140 | 136146 |
| 167 | Pont de Simoust | 146162 | 127127 | 134140 | 152156 | 146162 | PP | 134140 | 152156 |
| 168 | Pont de Simoust | 238296 | 131135 | 130156 | 122122 | 238296 | 131135 | 130156 | PP |
| 169 | Pont de Simoust | 166170 | 123123 | 136136 | 152170 | 166170 | 123123 | 136136 | 152170 |
| 170 | Pont de Simoust | 150162 | 127127 | 134136 | 136156 | 150162 | PP | 134136 | 136156 |
| 171 | Pont de Simoust | 154158 | 119127 | 134136 | 152152 | 154158 | 119P | 134136 | 152152 |
| 172 | Pont de Simoust | 162178 | 127131 | 130136 | 146156 | 162178 | P131 | 130136 | 146156 |
| 173 | Pont de Simoust | 262292 | 131131 | 152164 | 122122 | PP | 131131 | 152P | PP |
| 174 | Pont de Simoust | 142170 | 127139 | 128134 | 156174 | 142170 | P139 | 128134 | 156174 |
| 175 | Pont de Simoust | 270296 | 131131 | 128128 | 122136 | P296 | 131131 | 128128 | P136 |
| 176 | Pont de Simoust | 138166 | 127127 | 136136 | 150156 | 138166 | PP | 136136 | 150156 |
| 180 | Pont de Simoust | 138162 | 123123 | 128128 | 160160 | 138162 | 123123 | 128128 | 160160 |
| 181 | Pont de Simoust | 238296 | 127135 | 128130 | 130134 | 238296 | P135 | 128130 | 130134 |
| 182 | Pont de Simoust | 238288 | 123131 | 124128 | 118134 | 238288 | 123131 | 124128 | 118134 |
| 184 | Pont de Simoust | 150174 | 135135 | 128148 | 122144 | 150174 | 135135 | 128P | P144 |
| 185 | Pont de Simoust | 178258 | 131135 | 130156 | 118130 | 178258 | 131135 | 130156 | 118130 |
| 186 | Pont de Simoust | 158262 | 127131 | 128146 | 130150 | 158P | P131 | 128146 | 130150 |
| 187 | Pont de Simoust | 262304 | 127131 | 128130 | 122128 | P304 | P131 | 128130 | P128 |
| 1 | Ville-Vieille | 146150 | 119131 | 134134 | 146162 | 146150 | 119131 | 134134 | 146162 |
| 2 | Ville-Vieille | 150150 | 131131 | 134136 | 146146 | 150150 | 131131 | 134136 | 146146 |
| 3 | Ville-Vieille | 146146 | 131131 | 130136 | 146154 | 146146 | 131131 | 130136 | 146154 |
| 14 | Ville-Vieille | 182182 | 131131 | 136136 | 146154 | 182182 | 131131 | 136136 | 146154 |
| 15 | Ville-Vieille | 154166 | 119131 | 136136 | 154158 | 154166 | 119131 | 136136 | 154158 |
| 22 | Ville-Vieille | 158244 | 131131 | 130130 | 146164 | 158244 | 131131 | 130130 | 146164 |
| 24 | Ville-Vieille | 146150 | 131131 | 136136 | 152158 | 146150 | 131131 | 136136 | 152158 |
| 25 | Ville-Vieille | 150224 | 139139 | 134136 | 146162 | 150224 | 139139 | 134136 | 146162 |
| 27 | Ville-Vieille | 154182 | 123123 | 136136 | 146158 | 154182 | 123123 | 136136 | 146158 |
| 29 | Ville-Vieille | 158224 | 119131 | 136136 | 150162 | 158224 | 119131 | 136136 | 150162 |
| 31 | Ville-Vieille | 150154 | 139139 | 136136 | 146162 | 150154 | 139139 | 136136 | 146162 |
| 34 | Ville-Vieille | 158278 | 135135 | 136146 | 132150 | 158P | 135135 | 136146 | 132150 |
| 45 | Ville-Vieille | 150224 | 131131 | 136136 | 146154 | 150224 | 131131 | 136136 | 146154 |
| 46 | Ville-Vieille | 142274 | 131131 | 136136 | 146154 | 142P | 131131 | 136136 | 146154 |
| 101 | Ville-Vieille | 146166 | 131131 | 136136 | 146158 | 146166 | 131131 | 136136 | 146158 |
| 102 | Ville-Vieille | 166166 | 119131 | 128136 | 146146 | 166166 | 119131 | 128136 | 146146 |
| 103 | Ville-Vieille | 166174 | 131131 | 130136 | 146158 | 166174 | 131131 | 130136 | 146158 |
| 106 | Ville-Vieille | 146166 | 131131 | 136136 | 154154 | 146166 | 131131 | 136136 | 154154 |
| 135 | Ville-Vieille | 146166 | 131131 | 136136 | 158158 | 146166 | 131131 | 136136 | 158158 |
| 146 | Ville-Vieille | 174182 | 123123 | 128134 | 158162 | 174182 | 123123 | 128134 | 158162 |
| 148 | Ville-Vieille | 146166 | 131131 | 136136 | 152158 | 146166 | 131131 | 136136 | 152158 |
| P130 | Pisciculture | 270294 | 127127 | 148152 | 122142 | PP | PP | P152 | PP |
| P131 | Pisciculture | 278278 | 127127 | 148152 | 122142 | PP | PP | P152 | PP |

| | | | | | | | | | |
|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P132 | Pisciculture | 254270 | 127131 | 126152 | 116136 | PP | P131 | P152 | P136 |
| P133 | Pisciculture | 254270 | 127131 | 126152 | 116122 | PP | P131 | P152 | PP |
| P134 | Pisciculture | 254278 | 127139 | 132164 | 122136 | PP | P139 | PP | P136 |
| P135 | Pisciculture | 254270 | 127131 | 126152 | 116118 | PP | P131 | P152 | P118 |
| P136 | Pisciculture | 270274 | 127131 | 152164 | 116122 | PP | P131 | 152P | PP |
| P137 | Pisciculture | 278286 | 127139 | 152164 | 116122 | PP | P139 | 152P | PP |
| P139 | Pisciculture | 270274 | 127131 | 126152 | 116118 | PP | P131 | P152 | P118 |
| P140 | Pisciculture | 270274 | 127139 | 126152 | 118136 | PP | P139 | P152 | 118136 |
| P141 | Pisciculture | 274278 | 127135 | 148152 | 122122 | PP | P135 | P152 | PP |
| P142 | Pisciculture | 274274 | 127127 | 126152 | 122122 | PP | PP | P152 | PP |
| P143 | Pisciculture | 258294 | 131131 | 126152 | 122142 | 258P | 131131 | P152 | PP |
| P144 | Pisciculture | 294294 | 127139 | 152152 | 122122 | PP | P139 | 152152 | PP |
| P145 | Pisciculture | 254274 | 131131 | 148152 | 118136 | PP | 131131 | P152 | 118136 |
| P146 | Pisciculture | 286286 | 139139 | 126140 | 122142 | PP | 139139 | P140 | PP |
| P147 | Pisciculture | 270270 | 131135 | 140148 | 116116 | PP | 131135 | 140P | PP |
| P148 | Pisciculture | 254274 | 127127 | 132152 | 116122 | PP | PP | P152 | PP |
| R151 | Rhône | 146214 | 131135 | 134154 | 130170 | 146214 | 131135 | 134154 | 130170 |
| R152 | Rhône | 214214 | 123131 | 134168 | 170170 | 214214 | 123131 | 134168 | 170170 |
| R153 | Rhône | 206214 | 123131 | 134134 | 170170 | 206214 | 123131 | 134134 | 170170 |
| R154 | Rhône | 150214 | 123131 | 134134 | 156170 | 150214 | 123131 | 134134 | 156170 |
| R155 | Rhône | 210214 | 123131 | 134134 | 160170 | 210214 | 123131 | 134134 | 160170 |
| R156 | Rhône | 214218 | 135135 | 134154 | 160170 | 214218 | 135135 | 134154 | 160170 |
| R157 | Rhône | 214214 | 131135 | 134168 | 130170 | 214214 | 131135 | 134168 | 130170 |
| R158 | Rhône | 210210 | 123131 | 128134 | 136170 | 210210 | 123131 | 128134 | 136170 |
| R159 | Rhône | 210214 | 123135 | 134134 | 136170 | 210214 | 123135 | 134134 | 136170 |
| R160 | Rhône | 162214 | 131135 | 134134 | 170170 | 162214 | 131135 | 134134 | 170170 |
| R161 | Rhône | 214214 | 135135 | 134134 | 116170 | 214214 | 135135 | 134134 | P170 |
| R162 | Rhône | 214214 | 131135 | 134154 | 158170 | 214214 | 131135 | 134154 | 158170 |
| R165 | Rhône | 146158 | 123131 | 128134 | 158166 | 146158 | 123131 | 128134 | 158166 |
| R166 | Rhône | 146186 | 131131 | 134136 | 170170 | 146186 | 131131 | 134136 | 170170 |
| R167 | Rhône | 146214 | 123131 | 134168 | 170170 | 146214 | 123131 | 134168 | 170170 |
| R168 | Rhône | 210214 | 135135 | 134136 | 170170 | 210214 | 135135 | 134136 | 170170 |
| R169 | Rhône | 210214 | 131135 | 128128 | 170170 | 210214 | 131135 | 128128 | 170170 |
| R170 | Rhône | 214214 | 123135 | 134134 | 158170 | 214214 | 123135 | 134134 | 158170 |
| R171 | Rhône | 162214 | 131131 | 128134 | 158170 | 162214 | 131131 | 128134 | 158170 |
| R172 | Rhône | 166210 | 131135 | 134134 | 116170 | 166210 | 131135 | 134134 | P170 |
| R173 | Rhône | 214222 | 135135 | 128134 | 132170 | 214222 | 135135 | 128134 | 132170 |
| R174 | Rhône | 210214 | 123131 | 134134 | 136170 | 210214 | 123131 | 134134 | 136170 |
| R175 | Rhône | 146214 | 131131 | 128134 | 170170 | 146214 | 131131 | 128134 | 170170 |
| R176 | Rhône | 214214 | 131135 | 128134 | 130160 | 214214 | 131135 | 128134 | 130160 |
| R177 | Rhône | 210214 | 135135 | 128134 | 132170 | 210214 | 135135 | 128134 | 132170 |
| R178 | Rhône | 214222 | 131135 | 128136 | 170170 | 214222 | 131135 | 128136 | 170170 |
| R179 | Rhône | 210214 | 135135 | 128128 | 132170 | 210214 | 135135 | 128128 | 132170 |
| T2230 | Pyrénées | 174174 | 147151 | 134134 | 158160 | 174174 | 147151 | 134134 | 158160 |
| T2231 | Pyrénées | 174214 | 147147 | 134136 | 158158 | 174214 | 147147 | 134136 | 158158 |
| T2232 | Pyrénées | 170214 | 147147 | 136136 | 158164 | 170214 | 147147 | 136136 | 158164 |
| T2233 | Pyrénées | 170214 | 147151 | 134136 | 158160 | 170214 | 147151 | 134136 | 158160 |
| T2234 | Pyrénées | 170174 | 147151 | 134134 | 158160 | 170174 | 147151 | 134134 | 158160 |
| T2235 | Pyrénées | 174174 | 147151 | 134136 | 158160 | 174174 | 147151 | 134136 | 158160 |
| T2236 | Pyrénées | 174174 | 151151 | 134136 | 158160 | 174174 | 151151 | 134136 | 158160 |