

Analyse phénotypique des truites fario des Pyrénées Audoises



Photographie d'une truite de l'Aude (commune d'Escouloubre ; station Aude 1 ; Inventaire du 17/07/2014)

2014

INTRODUCTION

L'Aude est un département riche en biodiversité. Il présente une mosaïque de milieux différents. Les rivières y prennent leurs sources dans les Pyrénées ou dans la Montagne noire avant de s'écouler vers la mer Méditerranée. La truite commune (*Salmo trutta F*) représente la faune piscicole de ces rivières, en tête de bassin. Cette espèce est présente en France en trois grandes lignées : Atlantique, Méditerranéenne et Adriatique en Corse (Caudron *et al*, 2009). Dans l'Aude, les truites sauvages seraient majoritairement issues de la lignée méditerranéenne, car la majorité des cours d'eau se jettent dans la mer méditerranée.

Ces truites présentent une grande diversité phénotypique, ainsi leur « robe » est variable, et est généralement différente entre populations isolées. La robe des truites est la réponse phénotypique à l'hétérogénéité de l'habitat (Stlekens *et al.*, 2012) et aux différences génétiques ou leurs interactions (Kocabas *et al.*, 2011).

Les premières analyses morphologiques menées sur les populations de truite ont permis de mettre en évidence une remarquable adéquation avec les descriptions génétiques de ces mêmes populations. Ceci est particulièrement vrai pour ce qui concerne la distinction entre les lignées «atlantique» et «méditerranéenne», mais reste également valable à l'intérieur de chaque lignée (Lascaux *et al*, 2010). En analysant les phénotypes des truites, nous pouvons ainsi acquérir des indications non négligeables sur la génétique de ces poissons, ceci pourrait permettre de savoir si il y a eu introgression (introduction de gènes de truites domestiques d'origine atlantiques) ou non.

Dans la conscience collective, la truite n'est pas menacée car on en maîtrise la pisciculture, on pourra donc faire face à bien des atteintes au milieu (pollutions chroniques ou aiguës, destructions ou réductions des habitats disponibles, prélèvements excessifs ...). Mais les caractéristiques biologiques et les menaces auxquelles elle fait face rendent les efforts de conservation particulièrement difficiles. Outre sa valeur écologique, la truite commune présente bien sûr une valeur pour la pêche sportive qui lui donne un statut socio-économique considérable.

Cette diversité constitue un trésor biologique qu'il faut absolument connaître et faire connaître afin qu'il soit mieux considéré, géré et protégé. (Lascaux, 2012)

Dans un but de conservation de la biodiversité, il est important de préserver ces différences phénotypiques et donc génétiques, et pour cela de les caractériser, afin d'en avoir une meilleure connaissance. L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la diversité phénotypique des truites des Pyrénées Audoises. La présente étude a été réalisée à partir d'un traitement de l'image important, c'est en effet à l'aide de photos qu'il a été possible de caractériser les différentes robes.

MATERIEL ET METHODES

SITES ECHANTILLONNES

LE SECTEUR DE L ' AUDE

Un échantillonnage a été réalisé, par la FDAAPPMA 11, dans l'Aguzou (affluent de l'Aude) et deux dans l'Aude (inventaire à la confluence avec l'Aguzou (Aude 1) et pêche de sauvetage effectué en zone de piémont à Limoux (Aude 4)).

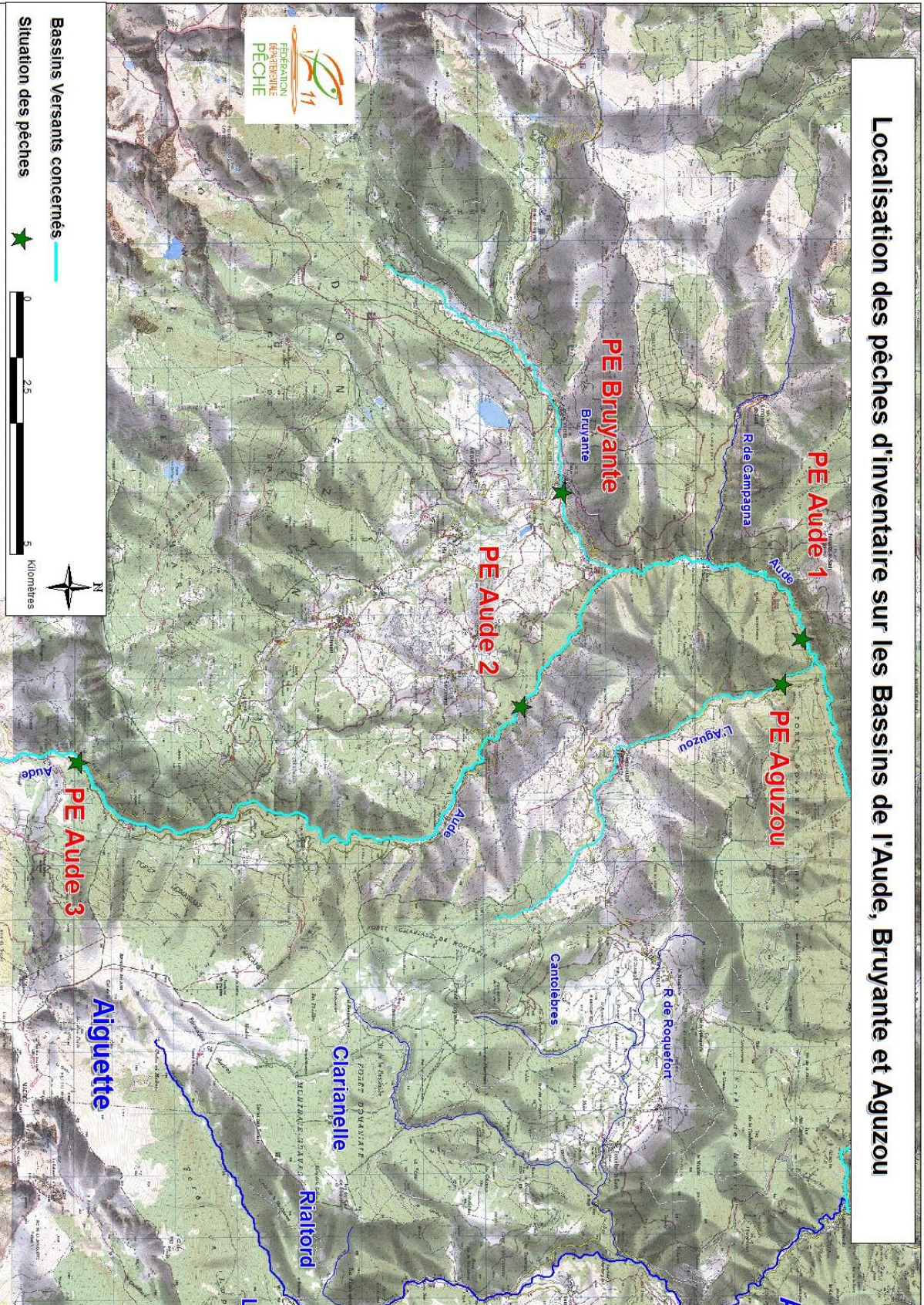
A notre connaissance, une gestion piscicole de type patrimonial est appliquée à ce bassin versant (Plan d'empoissonnement en attente de validation). Une autre station a été échantillonnée au niveau de Limoux lors d'une pêche de sauvetage.

Le bureau d'étude ECOGEA, dirigé par Jean Marc Lascaux, a réalisé des pêches électriques dans l'Aude au mois de juillet 2014. Ces pêches ont été une opportunité nous permettant d'obtenir de nouvelles photographies de truites fario sur deux autres stations sur la partie amont de l'Aude à Escouloubre et à Quérigut (Aude 2 et Aude 3 respectivement) et sur la Bruyante à Rouze (Bruyante). Les stations de Quérigut et Rouze sont situées dans le département de l'Ariège, mais toujours dans le bassin versant de l'Aude, et peuvent donc nous permettre une meilleure compréhension de notre échantillonnage.

La station échantillonnée sur l'Aude à Escouloubre correspond à la station étudiée en 1997 par Patrick Berrebi pour laquelle les analyses génétiques avaient révélé une souche méditerranéenne pure.

La station sur la Bruyante se situe au niveau d'une station (station5 - *Berrebi et al*, 2011), pour laquelle les analyses génétiques avaient également révélé une souche méditerranéenne pure.

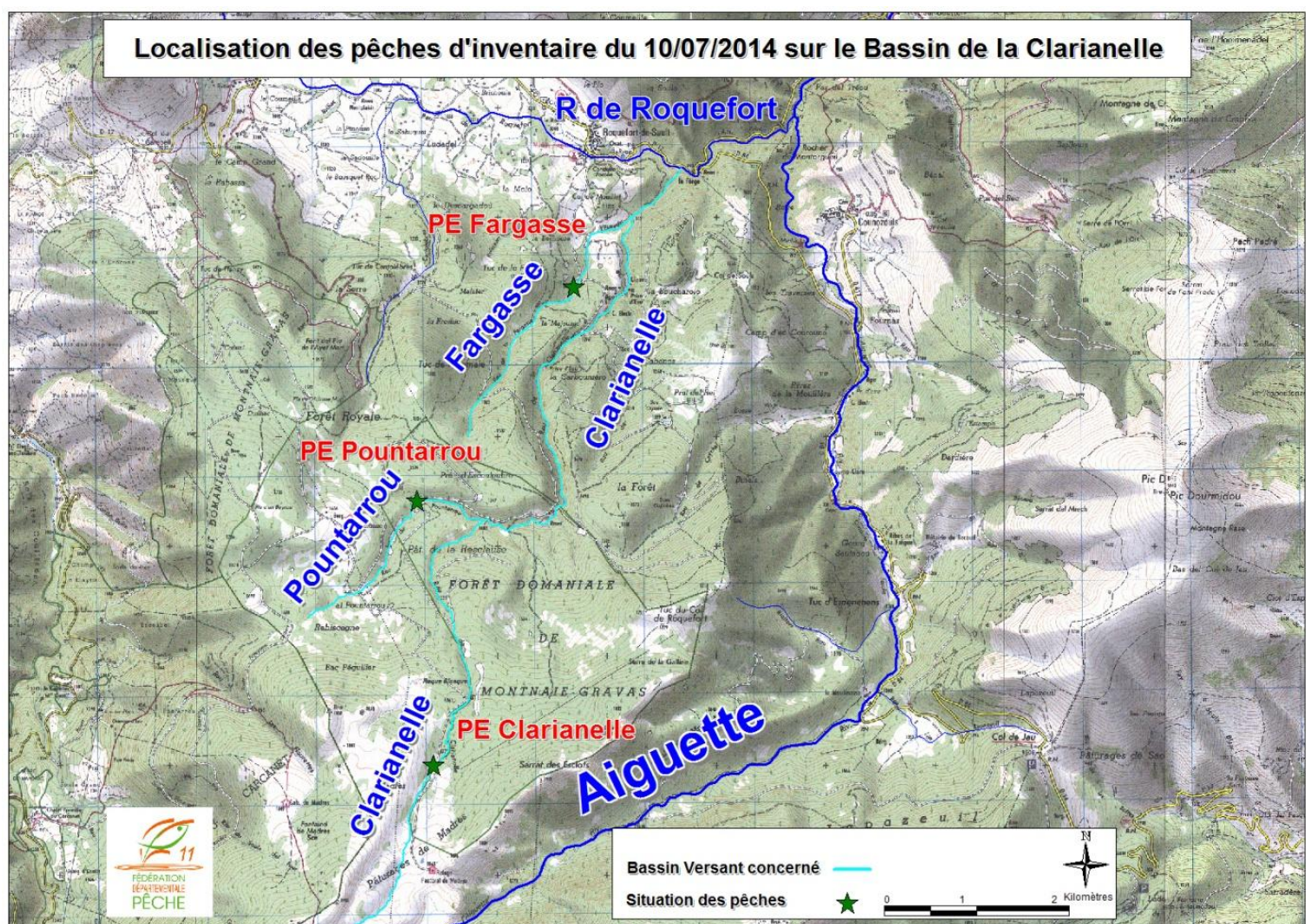
Localisation des pêches d'inventaire sur les Bassins de l'Aude, Bruyante et Aguzou



LE BASSIN DE LA CLARIANELLE

Le massif de Madres sur le territoire de l'AAPPMA de Madres présente des cours d'eau hôtes de populations de truites plus au moins préservées. En effet, la population de truite de la Clarianelle présentait en 1997, un taux d'introgression faible de 23% (Berrebi, 1997), alors qu'il était de 73% pour le Pountarrou.

Nous avons échantillonné ces deux cours d'eau afin de comparer les phénotypes des truites de chacun d'entre eux, ainsi qu'une station plus en aval, sur le cours d'eau de la Fargasse, pour laquelle nous n'avons pas de données bibliographiques sur la génétique. A notre connaissance, une gestion piscicole de type patrimonial est appliquée à ce bassin versant (Plan d'empoissonnement en attente de validation).



LE SECTEUR DU REBENTY

Le Rébenty est un affluent rive gauche du fleuve Aude et prend sa source à 1600 m. La vallée du Rébenty, sur le territoire de l'AAPPMA de Quillan présente des cours d'eau de première catégorie.

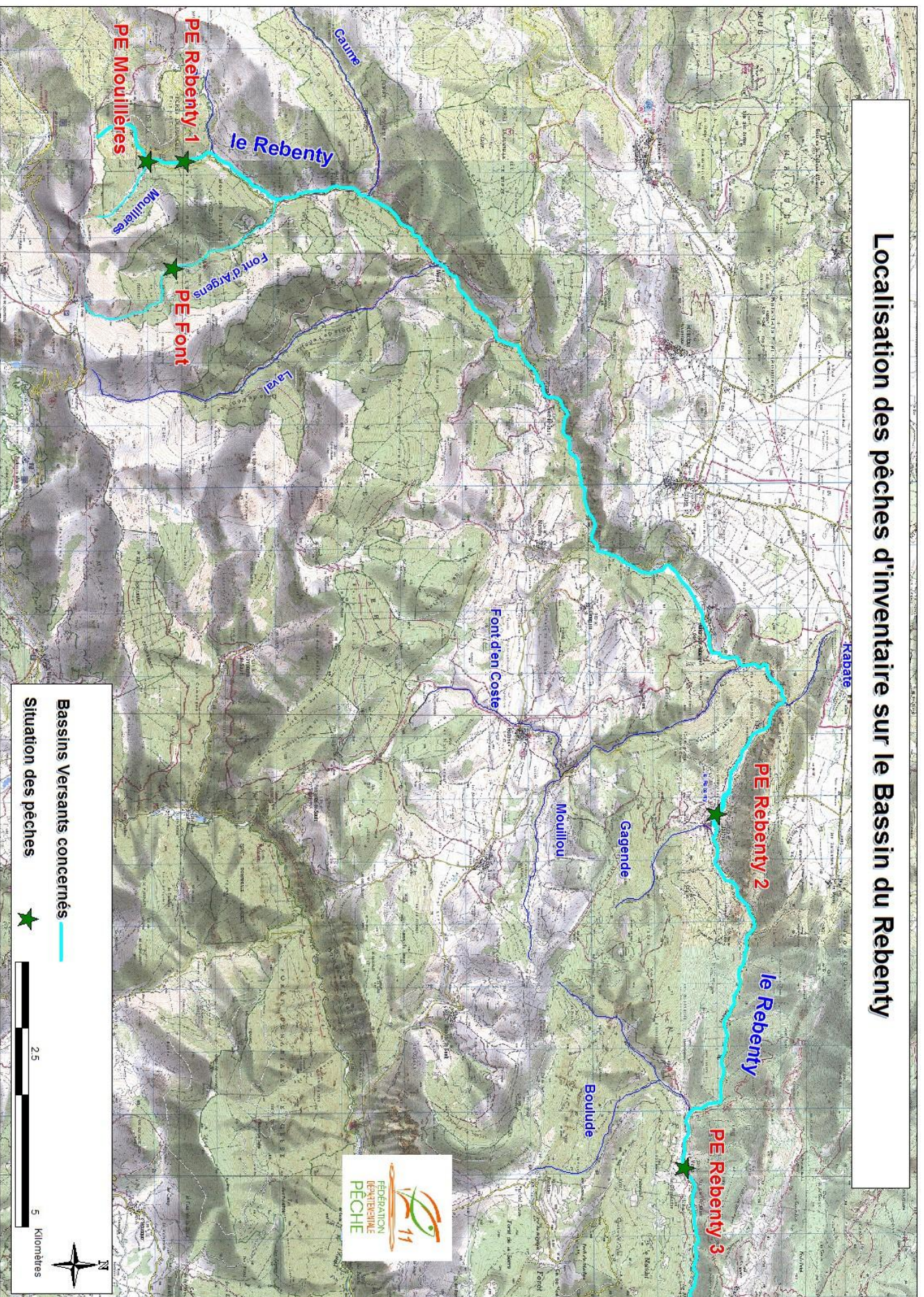
Une introgression, par des gènes atlantiques (truites domestiques) de 100% avait été trouvé (Berrebi, 1997) dans le Rébenty. Il est intéressant d'effectuer des échantillonnages dans la partie très amont du Rébenty qui est peut-être encore bien préservée des introgressions. Pour cela, les cours d'eau sélectionnés sont le Rébenty lui-même dans sa partie amont, le ruisseau de Mouillères (pas d'indication sur la génétique). Nous avons aussi effectué une pêche électrique sur le ruisseau du Font d'argens qui selon Berrebi est introgressé à 83 % (Berrebi, 1997).

A notre connaissance, une gestion piscicole de type patrimonial est appliquée à ce bassin versant au niveau de la zone des sources (Plan d'empoissonnement validé par l'AAPPMA de Quillan).

Deux autres stations ont été échantillonnées plus à l'aval, lors de pêches d'inventaires et de sauvetages : La première station est le Rébenty au niveau de la commune de Joucou qui correspond à une ancienne réserve temporaire de pêche, devenue depuis 2012, parcours « No Kill ». A notre connaissance, une gestion piscicole de type patrimonial est appliquée à ce bassin versant au niveau de la commune de Joucou (Plan d'empoissonnement validé par l'AAPPMA de Quillan). Il reste cependant important de préciser que les regroupements de propriétaires riverains situés en amont, procèdent, pour leurs parts, à des déversements réguliers en Truites fario surdensitaires.

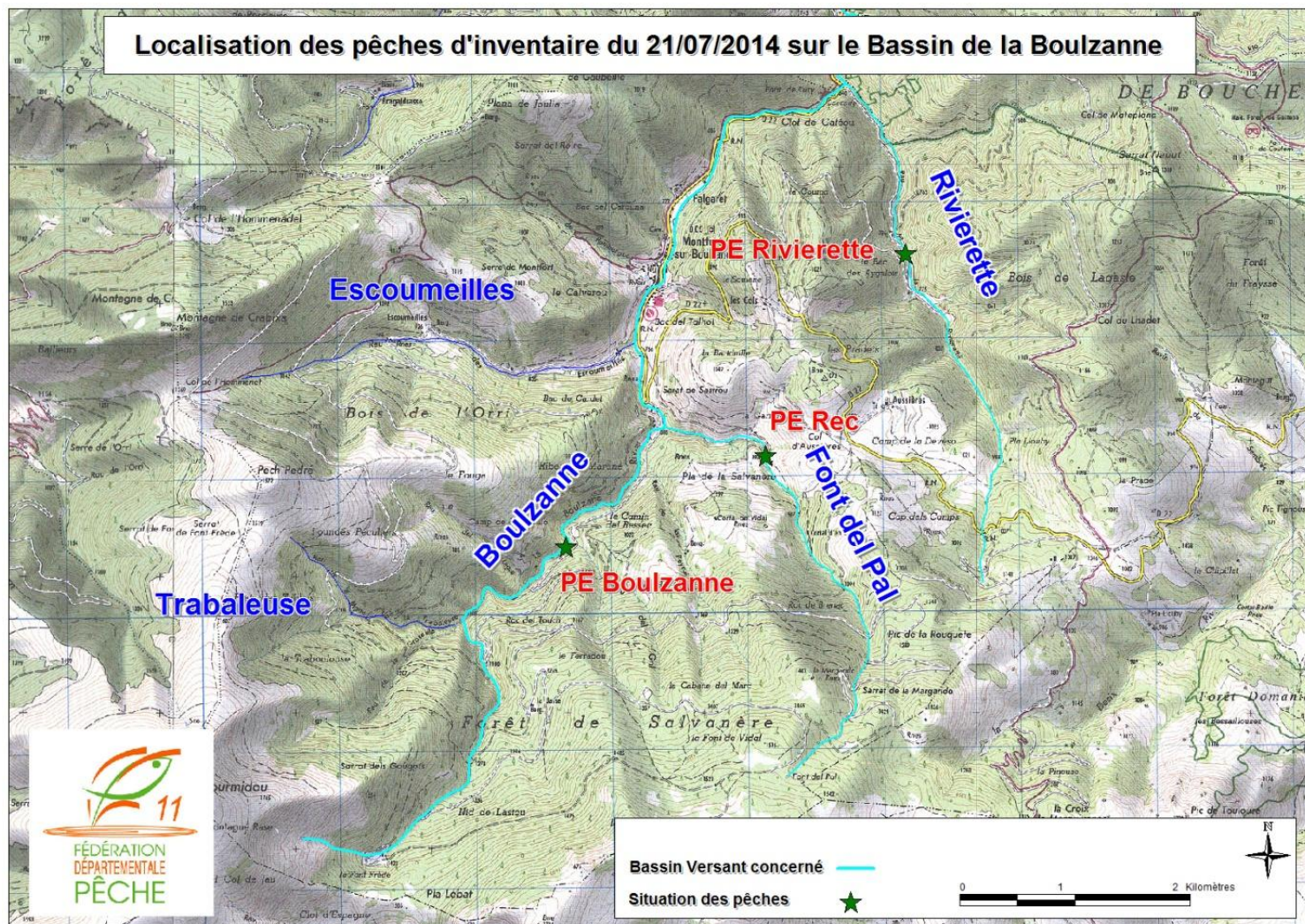
La seconde station, plus en aval, est le Rébenty au niveau de la commune de Marsa. A notre connaissance, la gestion y est aussi de type patrimonial.

Localisation des pêches d'inventaire sur le Bassin du Rebenty



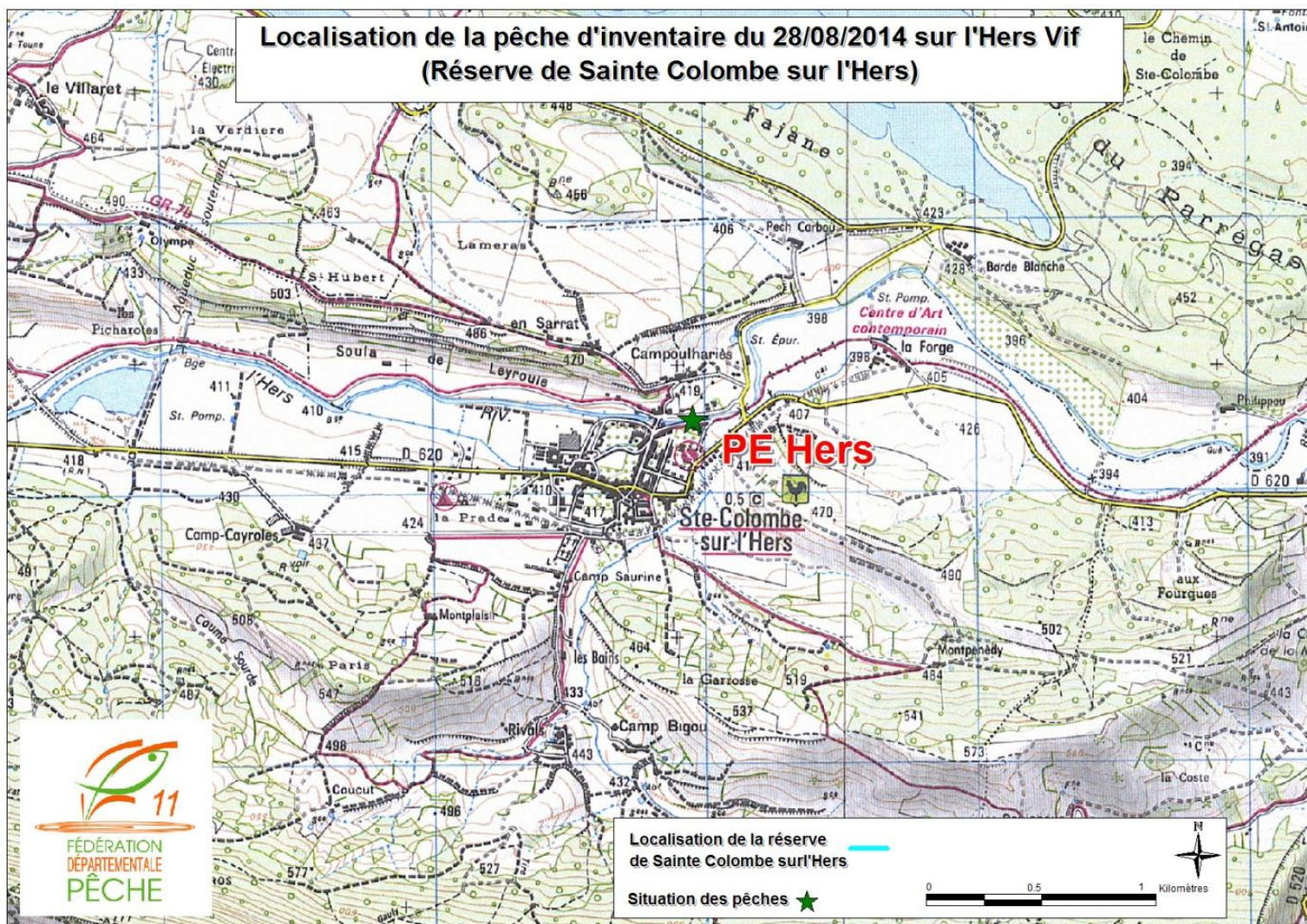
LE BASSIN DE LA BOULZANNE

Le territoire de l'AAPPMA d'Axat, comprend de nombreux ruisseaux affluents de la Boulzanne, qui sont gérés par la société locale. Plusieurs sites ont été choisis : Le ruisseau de la Rivière, le ruisseau du Rec de l'Aygue et la Boulzanne elle-même dans sa partie amont. A notre connaissance, une gestion piscicole de type patrimonial est appliquée à ce bassin versant.



L'Hers Vif a été échantillonné au niveau de la commune de Sainte Colombe sur l'Hers lors d'une pêche d'inventaire. L'Hers est un cours d'eau du bassin Atlantique (affluent de l'Ariège). Les stations prospectées s'incèrent dans le périmètre de la réserve temporaire de pêche de Sainte Colombe sur l'Hers en place depuis 2006.

A notre connaissance, une gestion piscicole de type « pêche loisir » est appliquée sur la partie Audoise de l'Hers Vif (Plan d'empoissonnement validé par l'AAPPMA de Chalabre). Il reste cependant important de préciser que les AAPPMA Ariègeoises situées en amont, procèdent, elles aussi, à des déversements réguliers en Truites fario surdensitaires.



2) RÉALISATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE

A) PÊCHES ÉLECTRIQUES:

L'échantillonnage est réalisé par pêches électriques dans les stations choisies selon la méthode De Lury : Celle-ci consiste à capturer les poissons par pêches à l'électricité sur une station préalablement définie. Deux passages successifs (minimum) à pieds sont réalisés avec stockage des poissons dans des viviers jusqu'à la fin de l'opération. Cette méthode permet de prendre des photographies des truites pour la présente étude, mais aussi d'estimer les peuplements des stations. Un échantillon d'au moins 30 poissons a été récolté pour la plupart des stations, mais dans certains cours d'eau extrêmement petits, ce quota n'a pas été atteint.

B) PHOTOGRAPHIES

Les photographies sont réalisées dans un aquarium doté de deux miroirs (Invention de Jean-Marc Lascaux) dont l'angle entre eux est de 90°C, ce qui permet de prendre, en une seule photo, les deux flancs et le dos du poisson. Une règlette en métal placée au fond de l'aquarium permet de lire la taille de la truite directement sur la photo. L'appareil photo est un reflex numérique Canon doté d'un objectif 55 mm. L'utilisation d'un trépied et du flash n'est pas nécessaire. Toutes les truites capturées sont prises en photo afin d'avoir un échantillonnage exhaustif et une bonne représentativité de la station.



Poste type de prise de photographies.

C) ANALYSE DES DONNÉES

En premier lieu, les photos ont été triées afin de ne retenir qu'une photo par individu. Les individus dont aucune photo n'était exploitable ont été écartés des analyses. Au total ce sont 506 photographies de truites fario prises lors des pêches électriques, représentant les 18 stations, qui ont été analysées une par une. Certaines caractéristiques permettent de différencier les truites d'origine atlantique, des truites sauvages méditerranéennes. Bien sûr, d'un cours d'eau à l'autre il peut y avoir de grosses différences.

PONCTUATION

OBTENTION DES DONNEES

Dans un premier temps, la ponctuation des truites a été analysée. Il est généralement admis que les truites sauvages d'origine méditerranéenne sont fortement ponctuées contrairement aux truites domestiques d'origine atlantique. Le nombre de points noirs et de points rouges, en dessous et au-dessus de la ligne latérale ont été comptés ainsi que le nombre de points noirs sur la région operculaire. Une photographie de bonne qualité, pour chacun des poissons, a été traitée avec le logiciel « Paint », afin de pouvoir cocher les points afin de ne pas les compter plusieurs fois.

Un tableau de données contenant ces variables pour toutes les truites échantillonnées, classées par stations, a été créé.

ANALYSES STATISTIQUES

Des Analyses en Composantes Principales (ACP) inter-stations ont été effectuées à l'aide du logiciel

R, et de sa fonction `ade4`, afin de voir la variabilité dans chaque secteur. Une ACP inter-stations a également été effectué prenant en compte l'ensemble des stations permettant de voir la variabilité entre celles-ci mais aussi entre les secteurs échantillonnés.

Les ACP effectuées permettent de positionner les stations entre elles par rapport aux nouvelles variables créées par l'analyse, appelées « composantes principales ». Ainsi ces analyses nous permettent de comparer les populations entre elles grâce au positionnement des individus sur le plan factoriel. La proximité de deux individus sur un plan factoriel est synonyme d'individus ayant un comportement similaire, c'est-à-dire ayant des réponses aux variables de l'analyse qui sont très proches, et inversement.

ORNEMENTATION

Dans un second temps, ce sont les données ornementales qui ont fait l'objet d'une analyse.

OBTENTION DES DONNEES

Certaines variables représentatives des truites d'origine méditerranéenne ou atlantique ont été sélectionnées : la présence de frange blanche et/ou noire sur la nageoire dorsale, les nageoires anales et les nageoires pelviennes, la présence d'une ligne latérale bien visible, la présence de zébrures, et celle de petits points ou plutôt de gros points. La grosseur des points est estimée par rapport à la pupille de la truite. Si les points sont majoritairement de la taille de la pupille ils sont estimés « gros », et s'ils sont majoritairement plus petits que la pupille, ils sont alors estimés « petits ».

Les données ont été compilées dans un tableau présentant pour chaque station, le pourcentage de truites possédant ces caractères.

ANALYSES STATISTIQUES

Une Analyses en Composantes Principales (ACP) a été effectuée sur ce tableau permettant de positionner les stations entre elles, en fonction de ces variables.

RESULTATS

B) ORNEMENTATION

Une ACP a été réalisée sur les variables des caractères ornementaux. Les variables expliquent l'axe 1 pour 61% et l'axe 2 pour 21%, soit une inertie totale de 82%. La présence de gros points est corrélée négativement avec la présence de petits points ce qui est normal car dans cette analyse, une truite possède soit l'un de ces caractères soit l'autre. On remarque que les variables « ligne latérale visible », « franges aux nageoires », et « présence de gros points », sont négativement corrélées aux variables « petits points » et « Zébrures ».

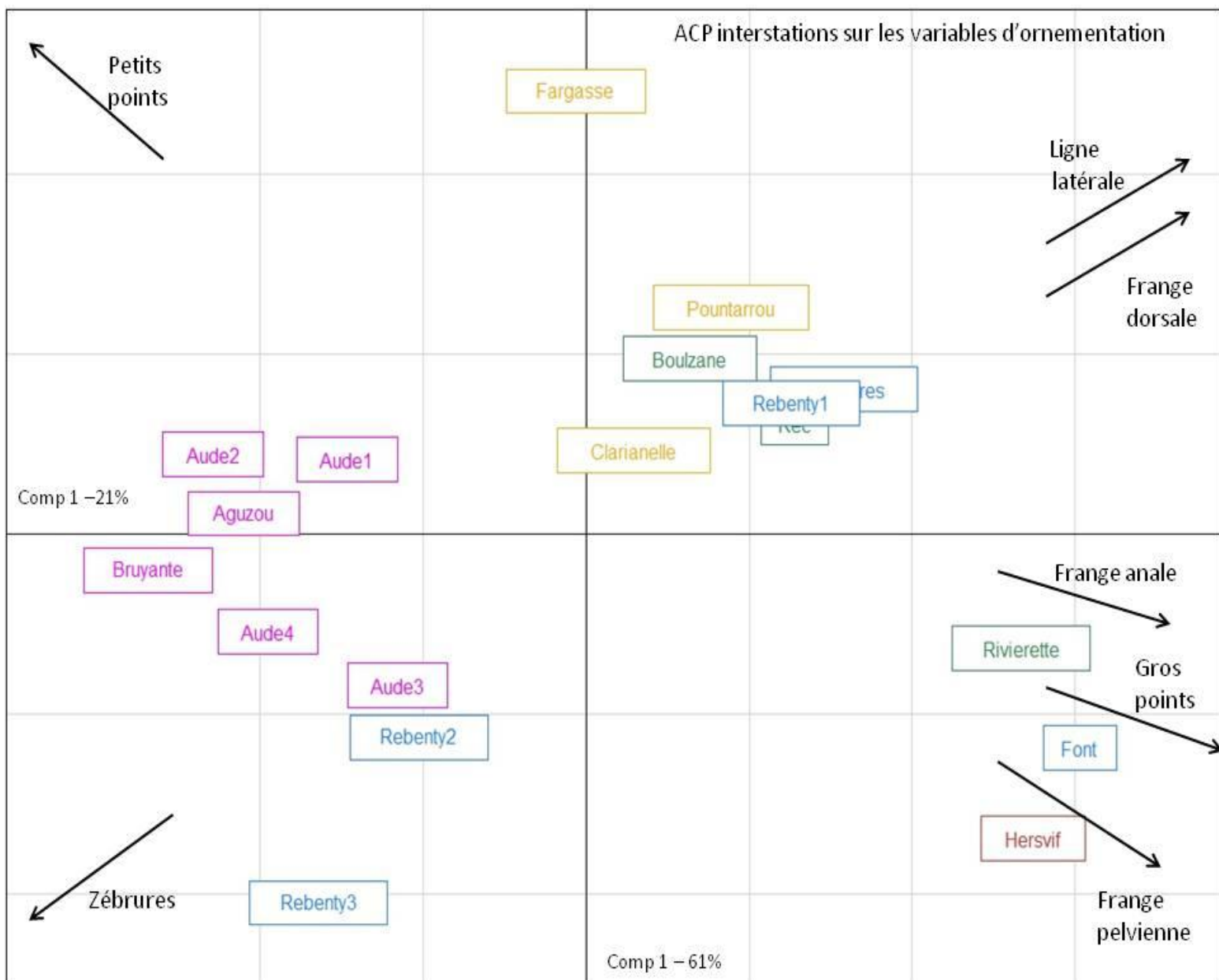
Les variables « frange à la nageoire pelvienne » et « frange à la nageoire anale » sont moins bien corrélées que les autres variables avec les deux facteurs constituant le plan (car elles ne sont pas sur le cercle des corrélations) : elles contribuent donc moins à la formation des axes.

Les caractéristiques typiques des truites d'origine atlantique sont donc principalement représentées à droite (franges anales, pelviennes et dorsales, gros points et ligne latérale bien marquée) et celles des truites méditerranéennes des Pyrénées coté gauche (zébrure, petits points). Les stations sont placées sur le plan factoriel en fonction de ces variables. Le secteur

Aude est représenté en rose, le secteur de la Clarianelle en jaune, le secteur Boulzanne en vert, le secteur Rébenty en bleu et l'Hers en rouge.

Le coté droit du plan factoriel représente les stations abritant des truites possédant principalement des caractères ornementaux représentatifs de truites d'origine atlantique (domestique ou sauvages).

L'Hers vif est un cours d'eau qui appartient au bassin atlantique (c'est le seul de cette étude), il possède donc des truites présentant des caractéristiques d'origine atlantique, qu'elles soient sauvage ou non. Les truites sont principalement représentées par les variables méditerranéennes, principalement les variables « gros points », « frange pelvienne » et « frange anale ».



Les stations « Rivierette » et « Font d'argent », sont les plus proches dans le plan factoriel de la station « Hers vif », on peut en déduire une forte proportion de truites présentant des caractéristiques des truites d'origine atlantiques notamment les caractères « frange pelvienne », « frange anale » et « gros points ».

Toujours du côté droit du plan factoriel, les stations Rébenty 1, Mouillères (appartenant au secteur du Rébenty) et la station Rec (appartenant au secteur Boulzanne) ont la même position sur le plan factoriel, et sont donc similaires en termes de variables d'ornementation, elles semblent représentées par toutes les caractéristiques plutôt représentatives des truites d'origine atlantique. Il en est de même pour les stations Pountarrou et Boulzanne, qui sont tout de même représentées légèrement plus hautes et plus à gauche. Ces dernières ont donc probablement une proportion moins importante de truites possédant des gros points, et une plus grande proportion de truites avec la ligne latérale visible et/ou avec une frange dorsale.

La Clariannelle et la Fragasse sont les stations les plus au centre de cette analyse. La Fargasse est représentée par une forte proportion de truites présentant des points de petite taille.

Les stations représentées à gauche du plan factoriel abritent des truites qui possèdent les caractères plutôt méditerranéens que sont les zébrures et les points de petites tailles, mais ne possèdent pas, ou peu, les caractéristiques considérées comme principalement atlantiques, représentées du côté droit du plan factoriel. Ces stations sont la Bruyante, l'Aguzou, toutes les stations de l'Aude et les deux stations avales du Rébenty.

On peut ainsi relever sur cette ACP que les stations du secteur Aude sont les plus représentatives des variables d'ornementation caractéristiques des truites méditerranéennes. En effet elles abritent, dans l'ensemble, des truites fortement ponctuées de points de petites tailles, présentent des zébrures et privées des caractéristiques des truites atlantiques. On distingue nettement que le secteur du Rébenty, est divisé en deux groupes. Le premier, aux truites présentant des caractéristiques représentatives des truites d'origine méditerranéenne (les deux stations les plus en aval). Le deuxième groupe est formé par les autres stations qui abritent quant à elles des truites plutôt ornementées de caractéristiques des truites d'origine atlantique.

ANALYSE DE LA PONCTUATION PAR SECTEURS

Le cercle des corrélations des Analyses en Composantes Principales obtenu, indique que le premier facteur est corrélé assez fortement avec chacune des variables initiales. Celles-ci semblent corrélées positivement entre elles notamment celles concernant la ponctuation noire entre elles. On peut dire que la typologie des individus obtenue avec les variables de ponctuation est bien résumée par deux variables, le nombre total de points rouge et le nombre total de points noirs.

Une ACP a été réalisée pour chaque secteur afin de mieux appréhender les similitudes ou différences entre populations au sein du même bassin. Les stations sont représentées sur la figure par la moyenne des coordonnées des truites appartenant à la station sur les axes F1F2 de cette analyse (centre de gravité des “étoiles”).

SECTEUR AUDE :

Pour ce secteur, les variables contribuent à 57% du premier axe et 24% du second, soit 81% de l'inertie totale (Figure ci après). Le premier axe est formé principalement par le nombre de points.

Le second axe est formé par les couleurs de la ponctuation.

Ainsi l'axe 1 oppose les truites fortement ponctuées à gauche, et les truites faiblement ponctuées à droite (comparées entre elles). L'axe 2 oppose les truites majoritairement ponctuées de noirs en haut et les truites majoritairement ponctuées de rouge en bas (majoritairement ponctuées par rapport aux autres individus de cette analyse).

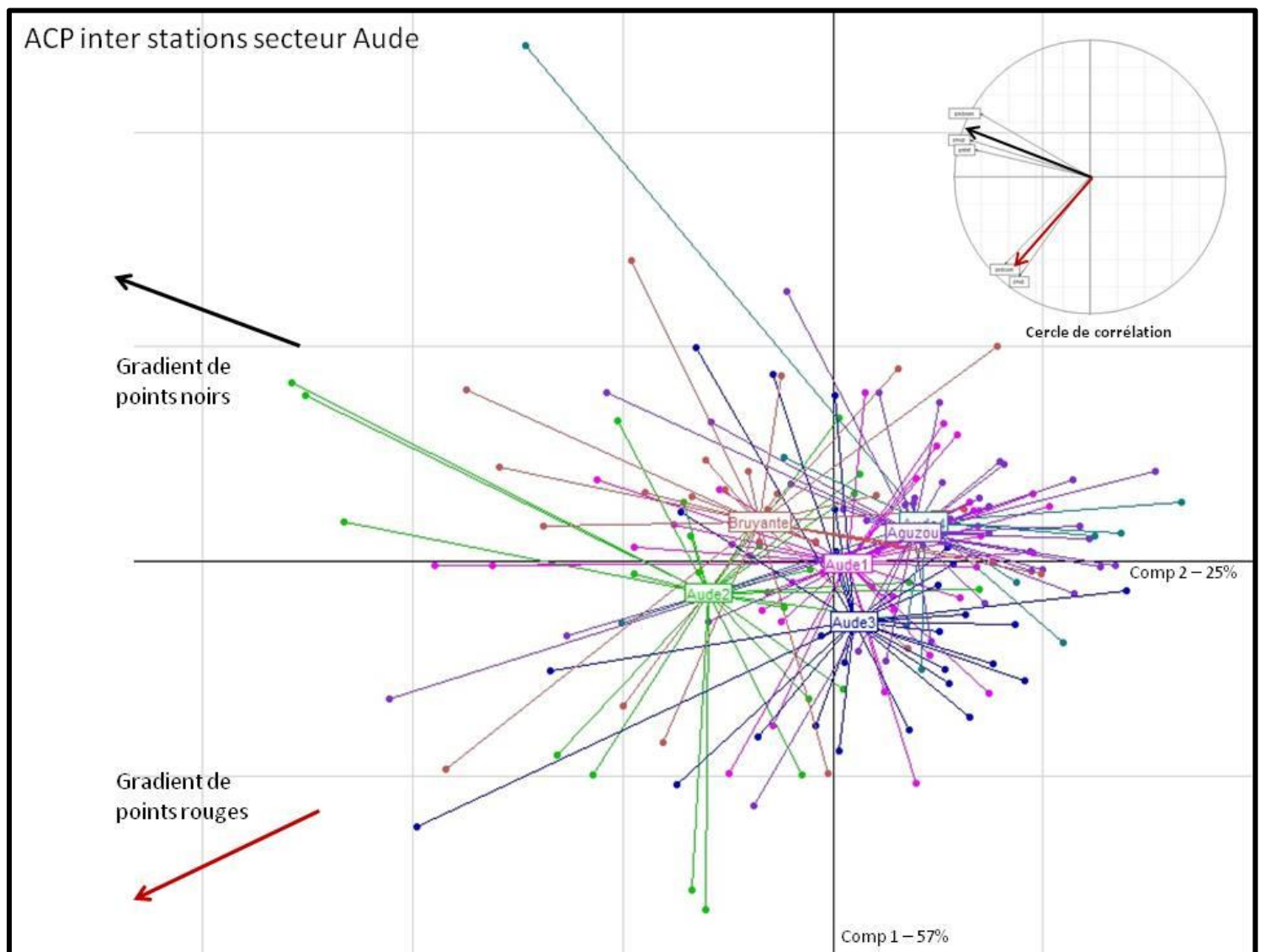
On remarque que les quatre stations sur l'Aude ne sont pas similaires en termes de ponctuation et la station Aude2 (l'Aude à Escouloubre) est celle dont les truites ont la plus importante ponctuation. Elle est suivie de près par la station Bruyante. Les stations Aude 1 et Aude 3 ont des valeurs intermédiaires en termes de nombre de points. Les stations Aguzou et Aude 4 (Limoux) sont les stations de ce secteur abritant les truites les moins ponctuées.

Concernant la couleur de la ponctuation, la station Aude 1 est représentée au centre et semble donc être l'hôte de truites dont la ponctuation est composée de points noirs et de points rouges en quantité moyenne par rapport aux autres stations. En revanche, la Bruyante est représentée au-dessus des autres stations, elle abrite donc des individus possédant une robe plus ponctuée de noir que les autres. L'Aude 4 (Limoux) et l'Aguzou semble elle aussi abriter des truites dont la robe est plus ponctuée de noir que les autres stations.

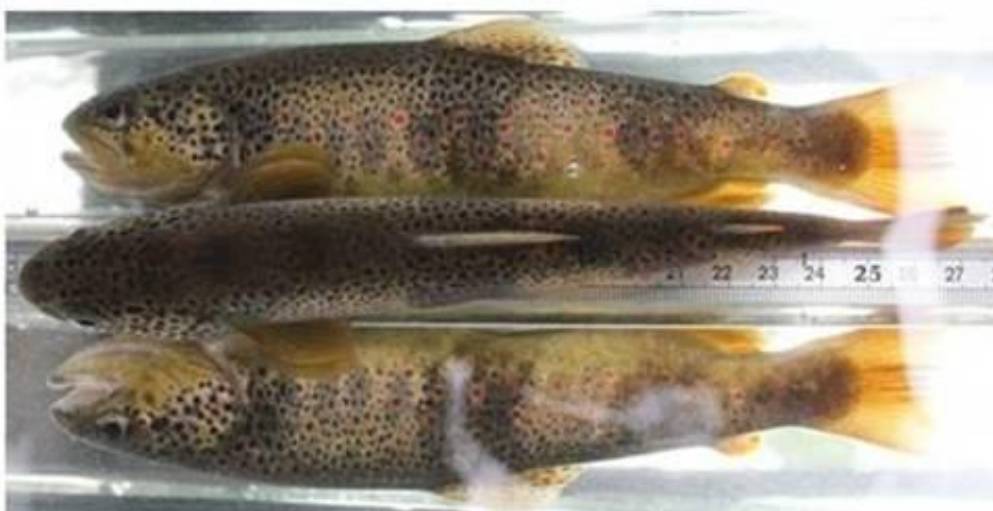
La station Aude 3 (l'Aude à Quérigut), elle, à l'inverse, est située en dessous des autres stations et représente donc des truites possédant de nombreux points rouges en comparaison aux autres stations.

Le positionnement des individus sur le graphique nous montre que dans l'ensemble, les stations paraissent homogènes, sauf les stations Aude 2 et Aude 4 pour lesquelles on voit que certains individus sont très éloignés des autres, ainsi que quelques individus de la station Aude 3. Cette hétérogénéité provient probablement de truites aux caractéristiques atlantiques représentées en petite quantité dans ces stations, leurs ponctuations très différentes les positionnent en individus « extrême » sur le plan factoriel.

On trouve dans ces stations une grande majorité de truites aux caractéristiques



méditerranéennes, que ce soit au niveau de l'ornementation ou de la ponctuation, mais certaines ont aussi des caractéristiques atlantiques plus ou moins marquées (possibles hybrides entre sauvages et domestiques, de différentes générations).



De haut en bas : Photographie de truites « moyennes »
des station Aude 1, Aude 2, Aude 3 et Aude 4



De haut en bas respectivement: Photographies de truites « moyennes »
des stations Bruyante et Aguzou.



Variabilité des robes au sein de la station Aude1



Variabilité des robes au sein de la station Aude2 (Escouloubre)



Variabilité des robes au sein de la station Aude 3 (Aval Quérigut)



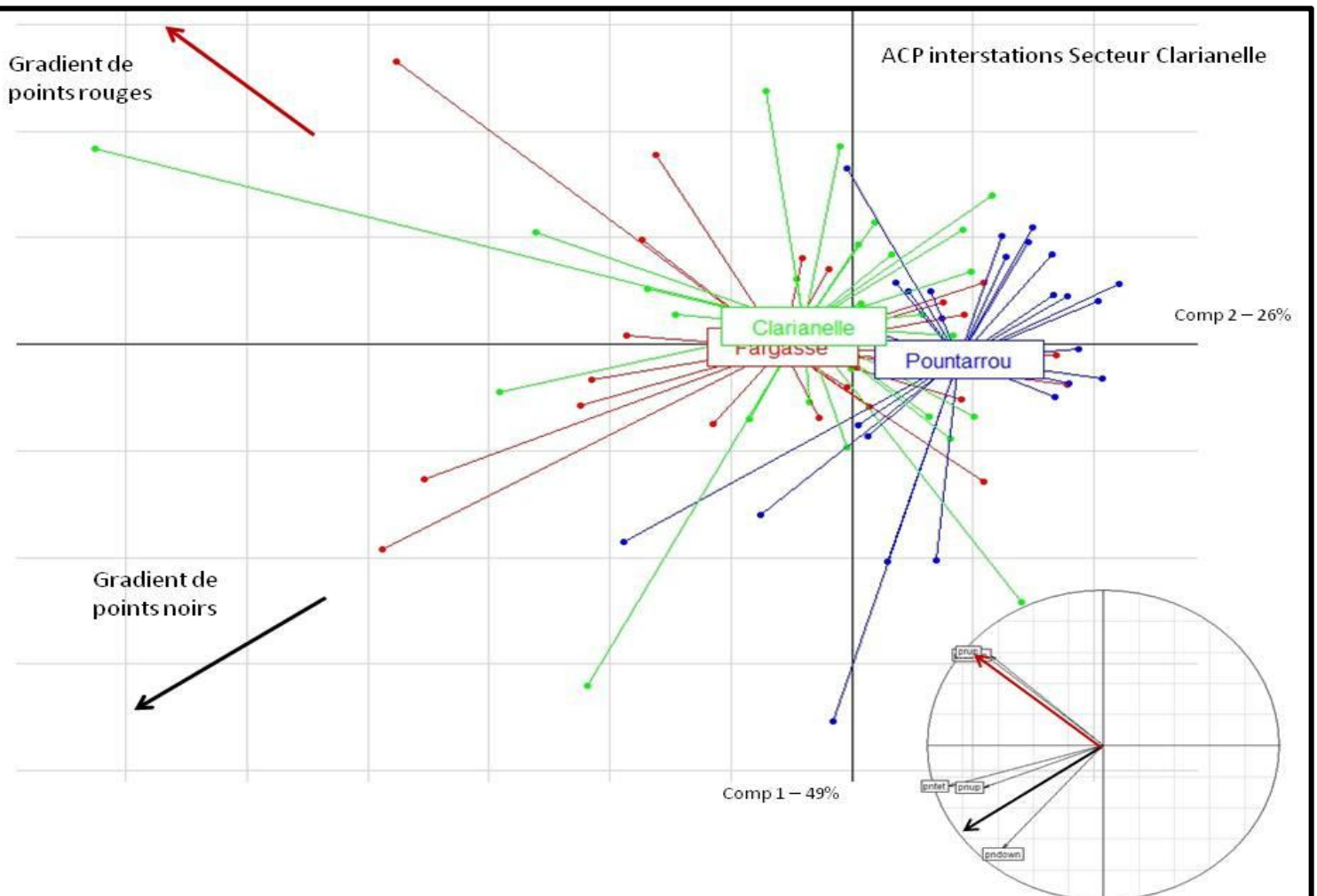
Truites aux caractères domestiques trouvées dans le bassin de l'Aude, respectivement dans les stations Aude 1, Aude 3 et Aguzou.

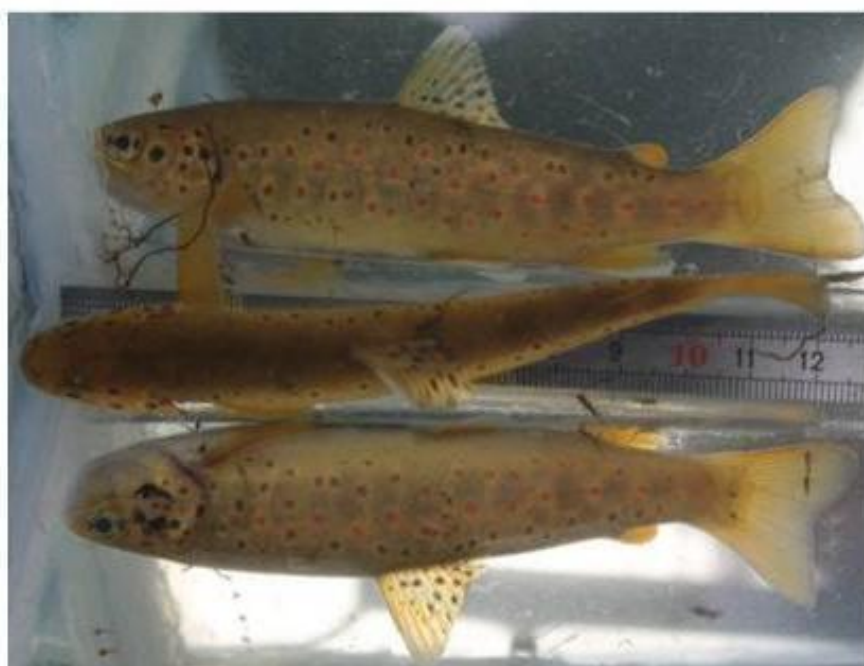
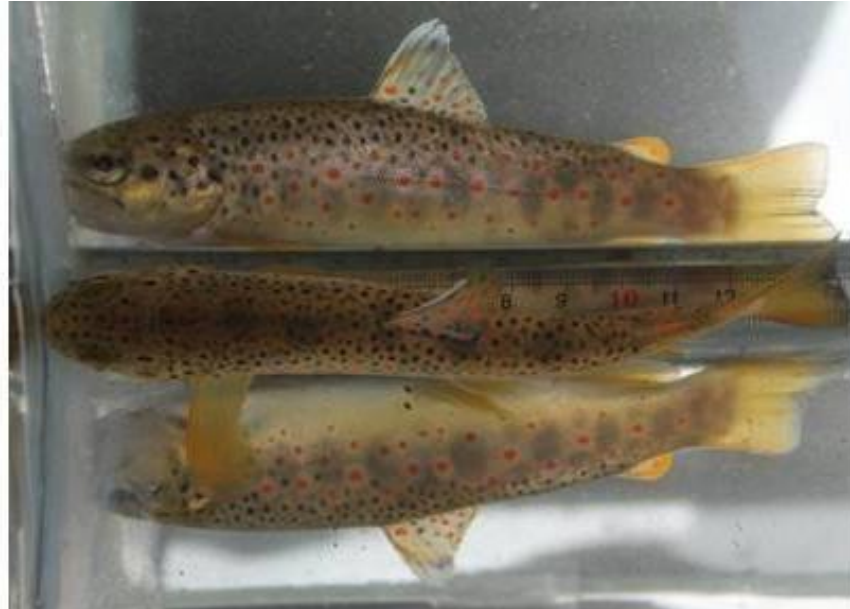


Variabilité des robes au sein de la station Bruyante

SECTEUR CLARIANELLE:

Pour le secteur de la Clarianelle, les variables contribuent à 49% du premier axe et 26% du second, soit 75% de l'inertie totale (Figure ci après). Le premier axe est formé principalement par le nombre de points. Le second axe semble être formé par les couleurs de la ponctuation. Ainsi l'axe 1 oppose les truites fortement ponctuées à gauche, et les truites faiblement ponctuées à droite. L'axe 2 oppose les truites majoritairement ponctuées de noirs en bas et les truites majoritairement ponctuées de rouge, en haut. Parmi les stations du secteur de la Clarianelle, on remarque que ce sont les truites de la Fargasse qui ont la ponctuation la plus dense. Cette station ainsi que celle de la Clarianelle se chevauchent sur la représentation graphique, elles sont ainsi très proches au niveau des variables de ponctuation. Ces deux stations sont similaires tandis que le ruisseau du Pountarrou se démarque en ayant des valeurs plus faibles. Il abrite des truites en moyenne moins ponctuées que les deux autres stations de ce secteur. Par contre, au niveau des couleurs de la ponctuation, on observe peu de différence. La station Clarianelle est moins homogène que la station Fargasse qui l'est moins que la station Pountarrou.

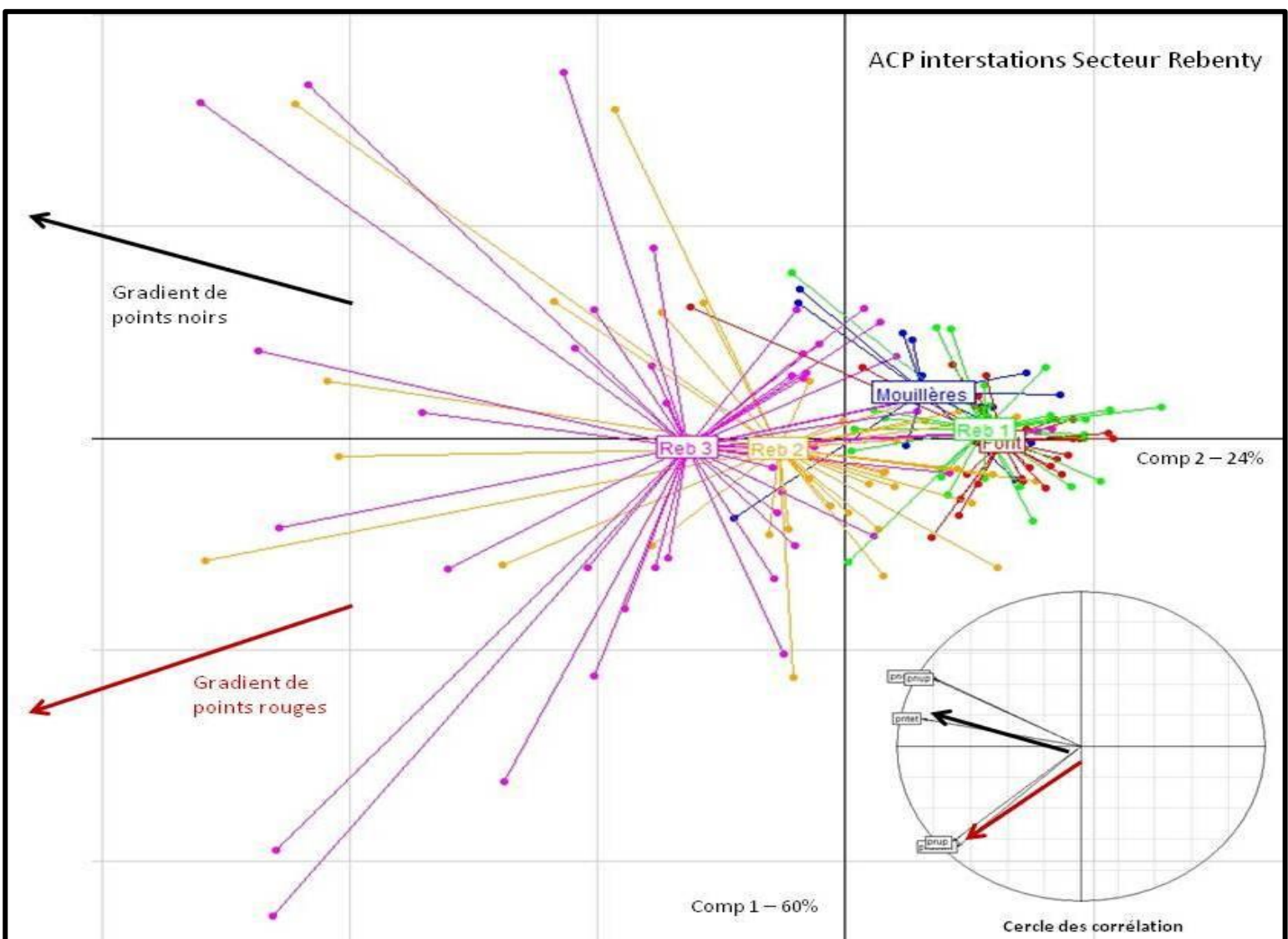




De haut en bas : Photographies de truites « moyennes » des stations Fargasse, Clarianelle, et Pountarrou.

SECTEUR REBENTY:

Dans le secteur du Rébenty (Figure ci après), les variables contribuent à 60% du premier axe et 24% du second, soit 84% de l'inertie totale. Le premier axe est formé par le nombre de points. Le second axe est formé par les couleurs de la ponctuation. Ainsi l'axe 1 oppose les truites fortement ponctuées à gauche, et les truites faiblement ponctuées à droite. L'axe 2 oppose les truites possédant de nombreux points noirs en haut et celles possédant de nombreux points rouge en bas (par rapport aux autres stations). La station Rébenty et Font d'Argens semblent similaires, elles se chevauchent, et l'étiquette de la station Rébenty cache celle du Font d'Argens, sur le graphique. En revanche, la station Mouillères diffère de ces deux dernières, car plus avancée sur le gradient de points rouge. Les truites y sont donc en moyenne plus ponctuées et ont plus de points rouges que les autres. Ces trois stations du secteur « Rébenty amont » sont proches en termes de ponctuation et sont homogènes.



En revanche, on remarque nettement que les deux stations du Rébenty en aval (Rébenty 2 à Marsa, et Rébenty 3 à Joucou) se détachent des autres stations et sont plus avancées sur les gradients « points rouges » et « points noirs ». Ces deux stations présentent donc des individus étant plus ponctués que les individus des autres stations, la station la plus en aval (Rébenty 3) étant celle possédant les truites les plus ponctuées. On trouve donc dans ces deux stations, des truites aux caractéristiques méditerranéennes en quantité importante, et certaines ont des caractéristiques atlantiques plus ou moins marquées (possibles hybrides de différentes générations).

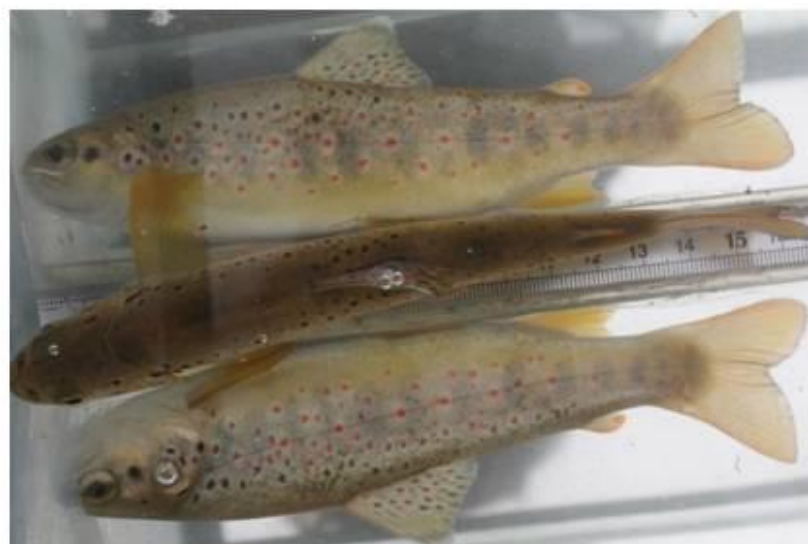
Les stations Mouillères, Font, et Rébenty 1, dans la zone des sources, sont très proches de la pisciculture de la Fajolle, ce qui peut expliquer en partie la présence de truites aux caractéristiques domestiques. Les deux stations du « Rébenty aval » en sont plus éloignées.



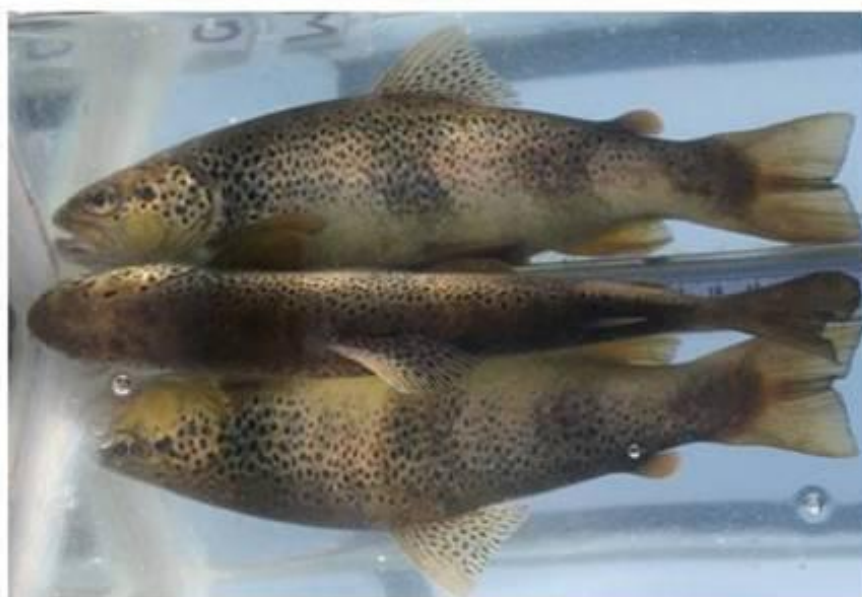
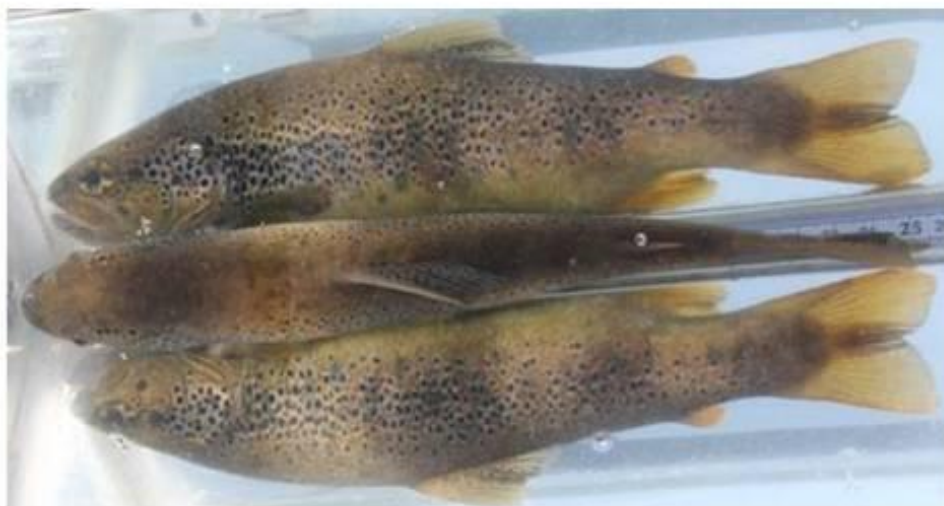
De haut en bas : Photographies de truites « moyennes »
des stations Mouillères, Rébenty et Font d'Argens



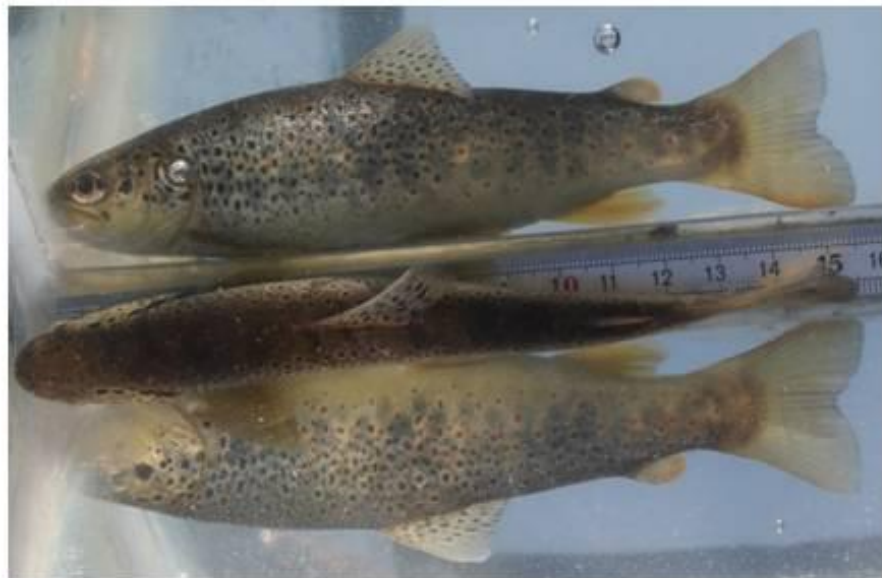
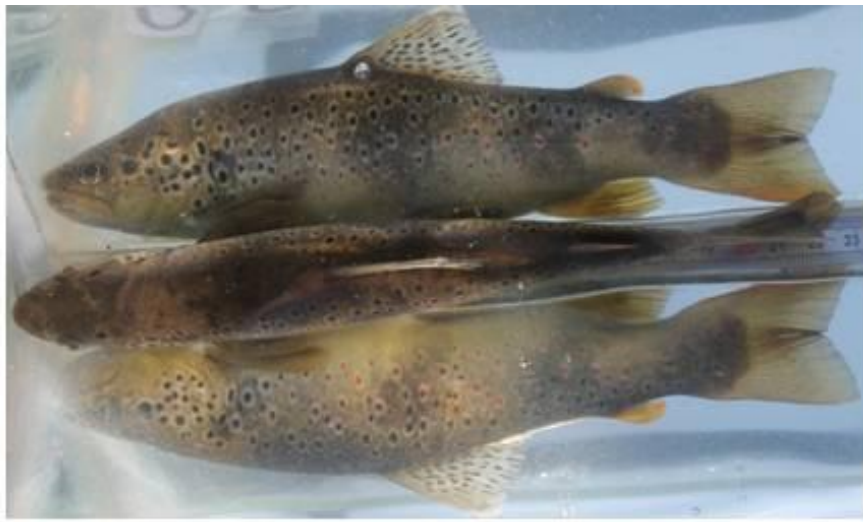
Echantillon de photographies de truites « moyennes »
de la station Rebenty 2 (Commune de Joucou)



Autres phénotypes de truites trouvés dans la station Rebenty 2 (Commune de Joucou)



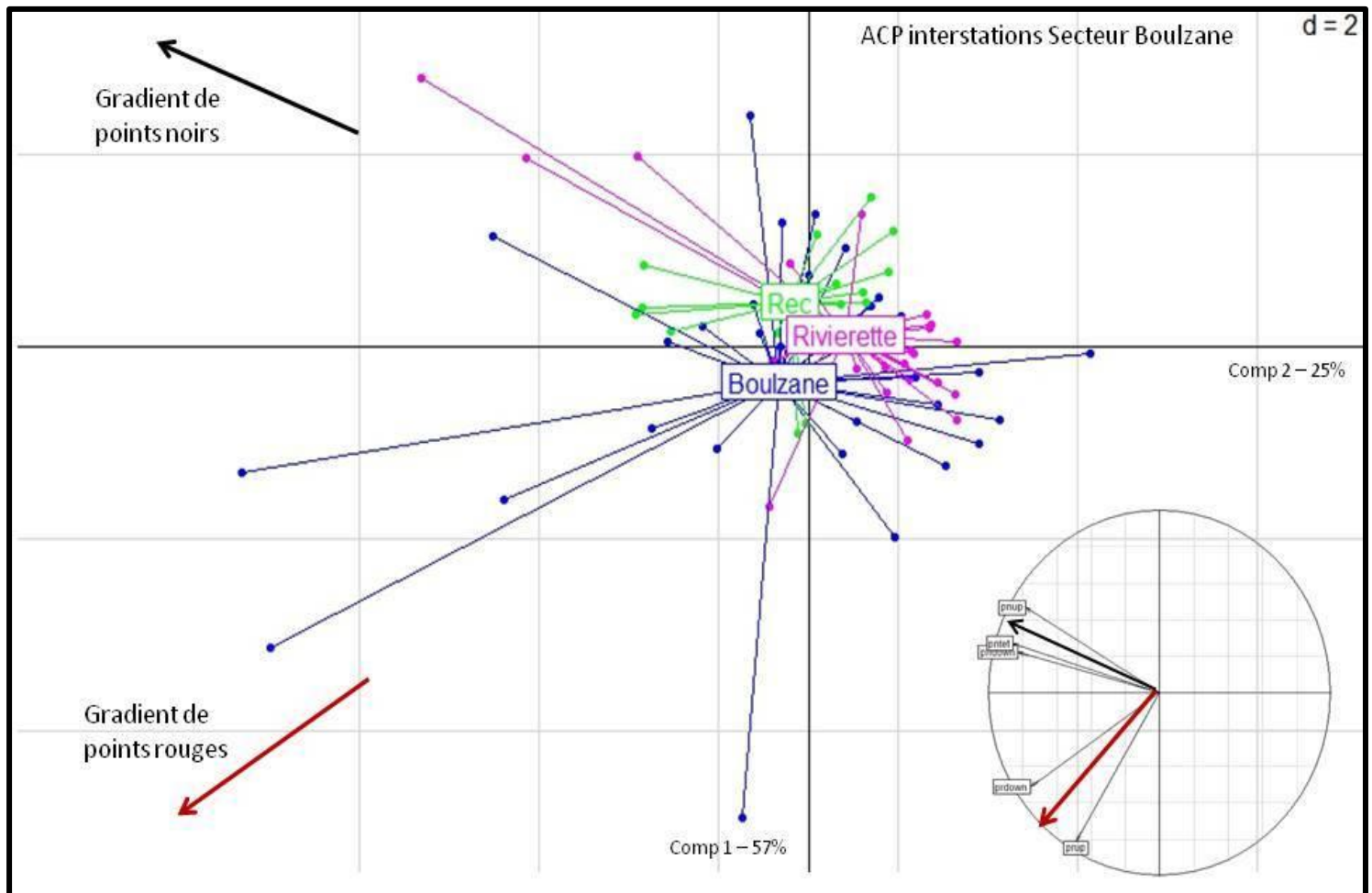
Echantillon de photographies de truites « moyennes »
de la station Rebenty 3



Autres phénotypes de truites trouvés dans la station Rebenty 3 (Commune de Marsa)

SECTEUR BOULZANNE :

Pour le secteur de la Boulzane (Figure ci après), les variables contribuent à 57% du premier axe et 25% du second, soit 82% de l'inertie totale. Le premier axe est formé par le nombre de points. Le second axe semble être formé par les couleurs de la ponctuation. Ainsi, l'axe 1 oppose les truites fortement ponctuées à gauche, et les truites faiblement ponctuées à droite. L'axe 2 oppose les truites majoritairement ponctuées de noirs en haut et les truites majoritairement ponctuées de rouge en bas.



Les stations du secteur de la Boulzane semblent très proches en termes de ponctuation, mais on y décèle quelques différences. La station de la Boulzane, positionnée en dessous des deux autres stations du secteur, abrite des truites plus ponctuées de rouge que ces deux autres stations. A l'inverse, la station Rec est positionnée au-dessus et est celle dont les truites sont le plus ponctuées de noir que les autres. Les individus du secteur Boulzane sont positionnés de façon très espacés par rapport aux deux autres stations de ce secteur, les individus y sont donc plus diversifiés. Ceux de la Rivierette le sont aussi plus que ceux du Rec.



De haut en bas : Photographies de truites « moyennes »
des stations Boulzanne, Rec et Rivierette.

HERS VIF :

L'Hers vif n'a pas fait l'objet d'une analyse interstations étant donné qu'une seule station sur ce secteur a été échantillonnée lors d'une pêche d'inventaire pour l'AAPPMA locale.

Au vu des photos, la ponctuation semble assez faible. Comme dit précédemment, cette station appartient à un cours d'eau d'origine atlantique, et abrite donc des truites dont les caractéristiques sont atlantiques (ornementation et ponctuation) qu'elles soient sauvages ou issues de lâchers de truites domestiques. On remarque en effet, la présence de points de grosse, taille,, en faible quantité, la ligne latérale souvent bien visible, et très souvent la présence de franges aux nageoires.



Diversité des truites de la station Hers vif, avec en haut une truite au phénotype moyen de la station

Le cercle des corrélations de l'ACP (Figure ci après) montre que les variables semblent corrélées positivement entre elles notamment les variables concernant la ponctuation noire entre elles et les variables concernant la ponctuation rouge entre elles. Elles expliquent majoritairement l'axe 1 (61%) et dans une moindre mesure l'axe 2 (23%), soit 83 % de l'inertie totale. Le premier axe représente le nombre de points. Le second axe est formé par la couleur de la ponctuation.

Ainsi, l'axe 1 oppose les truites fortement ponctuées à gauche et les truites faiblement ponctuées à droite. Le second axe oppose les truites majoritairement ponctuées de noir en haut et les truites majoritairement ponctuées de rouge en bas.

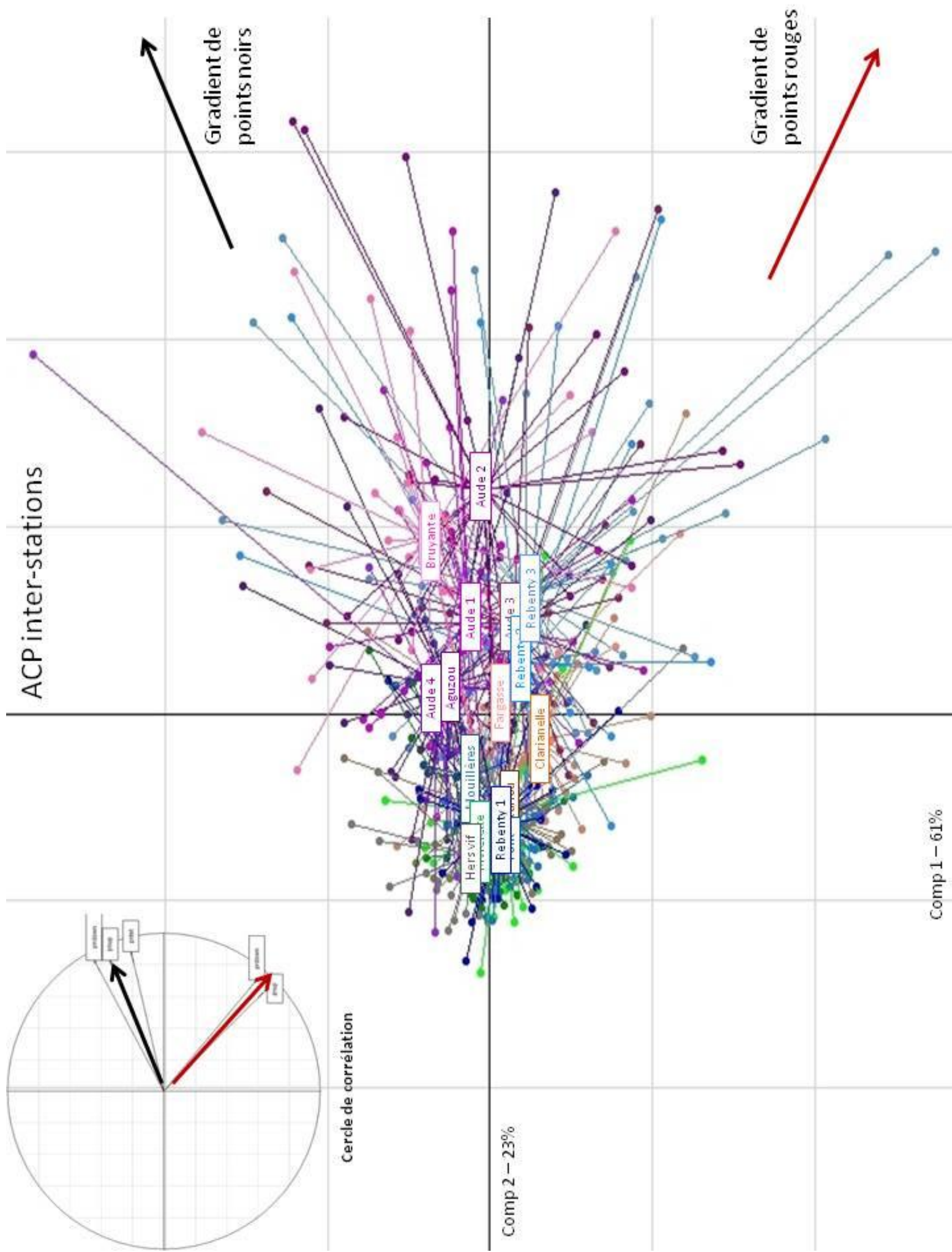
Les points sont donc répartis selon le gradient du nombre de points rouges et le gradient du nombre de points noirs, ainsi on peut y voir leur positionnement les unes par rapport aux autres en fonction de ces variables. Chaque point représente une truite et les données sont représentées par des couleurs différentes selon les secteurs : Le secteur Aude en rose, Clarianelle en orange, Boulzanne en vert, Rébenty en bleu. Chaque nuance de couleur représente une station.

L'Hers Vif est un cours d'eau du bassin Atlantique et abrite donc des truites aux caractéristiques atlantiques, qu'elles soient d'origine domestiques ou sauvages. Cette station est positionnée à l'extrémité gauche du plan factoriel. Cette position nous indique que les truites y sont peu ponctuées par rapport à celles des autres stations.

Les trois autres secteurs correspondant aux bassins de la Clarianelle, de la Boulzanne et du Rébenty. Ces stations semblent avoir des valeurs faibles pour ces variables notamment le secteur Boulzanne.

Les stations du secteur Boulzanne (en vert) : la Boulzanne, le Rec, la Rivierette sont représentées quasiment à la même position que les stations amont du secteur du Rébenty (en bleu) : le Rébenty 1, le Font d'argens et le ruisseau de Mouillères.

Les robes des individus de ces stations présentent donc une faible ponctuation (en comparaison des autres stations). Il n'y a pas de démarcation prononcée pour ces stations, par le nombre de points rouges ou de points noirs au vu de la répartition des truites selon l'axe 2.



Seules, les truites du secteur Clarianelle (en orange) ont légèrement plus de points rouges que les autres stations, notamment pour la station de la Clarianelle elle-même.

Le Rébenty quant à lui, est divisé en deux groupes (dans l'analyse de l'ornementation aussi) :

- Le groupe des stations amont (qui sont presque superposé aux stations de la Boulzane) ont des valeurs faibles pour la ponctuation.
- Le groupe des deux stations avals du Rébenty semblent, au contraire avoir des valeurs fortes pour la ponctuation, car plus avancées sur les gradients points noirs et points rouges. Ces deux stations sont d'ailleurs au même niveau des gradients de ponctuation que les stations de l'Aude, notamment la station Aude 3. La station Rébenty 3 présente des truites plus ponctuées que la station Rébenty 2.

Ainsi il semble que les truites du Rébenty gagnent en caractéristiques méditerranéennes (ponctuation et ornementation) d'amont en aval.

Le secteur Aude, représenté par les quatre stations sur l'Aude (Aude1, Aude 2, Aude 3, Aude 4), la Bruyante et l'Aguzou ont des valeurs élevées pour les variables de ponctuation, c'est-à-dire qu'en moyenne les individus de ces stations ont un grand nombre de points que ce soit rouge ou noir, par rapport aux autres stations. On remarque que pour ces stations une plus grande proportion y est représentée dans la moitié supérieure, représentant donc une plus grande proportion de truites ponctuées de couleur noire, notamment pour la station Bruyante comme vu précédemment. Une étude avait montré qu'une ponctuation majoritairement noire est caractéristique de la bruyante au niveau de cette station notamment (Lascaux, 2013).

Les deux stations avals du Rébenty abritent une certaine proportion de truites aux phénotypes proches de celui des stations de l'Aude, c'est-à-dire typiquement méditerranéens.

Selon Lascaux et Menessie (Lascaux et Menessie, 2013), les truites sauvages méditerranéennes pyrénéennes présentent une forte ponctuation, ce qui est le cas ici.

On remarque aussi que les points représentant les truites du secteur Aude, et celles des deux stations avals, du Rébenty, sont bien plus étalés dans l'espace que les autres. Cela représente une plus grande diversité au sein des stations de ce secteur.

La diversité inter-station s'accroît le long du gradient atlantique-méditerranéen.

Cette diversité, est probablement engendrée par la présence d'une proportion de truites aux caractéristiques atlantiques au sein de ces stations présentant majoritairement des truites aux caractéristiques méditerranéennes. Certains phénotypes semblent purement domestiques, d'autres hybrides, ce sont des truites qui ont du dévaler ou remonter, de zones ou de

l'introduction a eu lieu. Dans l'analyse, ces truites, étant très différentes du phénotype moyen de la station, entraînent une grande diversité, représentée sur le graphique par des « étoiles plus larges ».

En revanche, on remarque que les stations aux truites majoritairement caractérisées par des caractéristiques atlantiques sont représentées par des « étoiles » très condensées. Les truites de ces stations y sont très similaires entre elles.

On remarque que la position des stations est semblable sur chacune des deux ACP (ornementation et ponctuation). L'Hers vif, bien sûr est à l'extrémité du côté « atlantique ». La Rivierette est la station (méditerranéenne) la plus extrême du côté « atlantique » tandis que l'Aude2 et la Bruyante sont celle les plus extrêmes du côté « méditerranéen ». La Clarianelle et la Fargasse, elles, sont en position intermédiaire.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence la diversité des phénotypes de truites rencontrée dans les Pyrénées Audoises. Cette diversité est fortement engendrée par des introgressions de gènes de truites domestiques. En effet, les truites domestiques déversées dans les rivières, se reproduisent parfois avec les poissons sauvages, cela pose problème car on observe alors un phénomène d'introgression. Dans ce cas, une partie des gènes domestiques, peu adaptés au milieu naturel, est transmise à la génération suivante.

De génération en génération, les gènes domestiques risquent de s'installer dans le réservoir génétique sauvage d'origine. Ceci engendre à terme une diminution de l'adaptabilité pouvant mener au déclin de la population. Les populations naturelles évoluent dans des milieux différents, et présentent des phénotypes particuliers différents. Par contre, les truites domestiques sont génétiquement très proches. Ainsi, lorsque l'on introduit des génotypes domestiques là où il y a des génotypes sauvages, il y a un risque d'effacer cette diversité entre populations.

Les résultats de la présente étude ne peuvent certifier la présence d'introgressions, car seule des analyses génétiques peuvent le faire. En revanche, les analyses phénotypiques nous apportent de très forts indices sur l'origine (domestique ou non) des individus. En effet, la présence certaine de caractères atlantiques est un indice majeur.

La présence de truites d'origines domestiques, issues d'introductions, est certaine dans de nombreux cours d'eau des Pyrénées Audoises. Nos résultats indiquent la présence très forte de caractéristiques domestiques dans plusieurs cours d'eau, cela induit des gènes codant pour ces caractéristiques. Ainsi, des hybridations ont eu lieu et ont abouti à des populations homogénéisées génétiquement, ces dernières se maintenant dans ces ruisseaux.

Les phénotypes des truites des stations échantillonnées correspondent aux données génétiques disponibles.

La pratique ancienne et actuelle du repeuplement à partir de souches de pisciculture est une menace majeure, non pas pour la survie de l'espèce, mais pour sa diversité (Reynaud *et al*, 2011). La description de la diversité naturelle et l'estimation de l'impact des repeuplements sont donc deux domaines de connaissances indispensables à la gestion dite patrimoniale, ayant pour but de protéger cette diversité naturelle (Reynaud *et al*, 2011).

Le fait qu'il existe différentes lignées évolutives pour cette espèce et qu'au sein de ces lignées on trouve des populations locales très diversifiées, nécessite que la gestion de cette espèce soit faite au niveau local (Laikre *et al.*, 1999).

Références

BERREBI P., 1997. Analyse enzymatique des truites du Bassin de l'Aude. Laboratoire génome et populations. Université Montpellier 2. 39p

BERREBI P., CHERBONNEL C., GARMENDIA L., 2011. Etude génétique des truites communes de 10 stations du sous bassin de la Bruyante et de ses affluents (rus de Paillère, du Laurenti et de Quérigut). Département de l'Ariège.

CAUDRON A., CHAMPIGNEULLE A., GUYOMARD R., 2009. Evidence of two contrasting brown trout *Salmo trutta* populations spatially separated in the River Borne (France) and shift in management towards conservation of the native lineage. *Journal of fish biology* 74. 1070 – 1085.

KOCABAS M., KAYIM M., ATES M., KUTLUYER F., AKSU Ö., 2011. Spotting pattern features in the brown trout (*Salmo Truttamacrostigma*, T., 1954) population. *Scientific Research and Essays* Vol. 6(23), pp. 5021-5024.

LAIKRE L., ANTUNES A., APOSTOLIDIS A., BERREBI P., DUGUID A., FERGUSON A., GARCIA-MARIN JL., GUYOMARD R., HANSEN M., HINDAR K., Koljolen ML., LARGIADER C., MARTINEZ P., NIELSEN EE., PALM S., RUZZANTE D., RYMAN N., TRIANTAPHYLIDIS C., 1999, Conservation genetic management of brown trout (*Salmotrutta*) in Europe: Report by the Concerted Action on Identification, Management and Exploitation of Genetic Resources in the Brown Trout (*SalmoTrutta*) ("TroutConcert"; EU FAIR CT97-3882) - Danish Institute for Fisheries Research

LASCAUX J.M., 2012, Génétique et phénotypes de la truite (*Salmotrutta* L.) dans les cours d'eau de la chaîne pyrénéenne. Bilan des échantillonnages et études effectués depuis 20 ans.

LASCAUX J.M., LAGUARRIGUE T., MENESSIER J.M., MURACCIOLE S., 2010, Analyse de la variabilité de la ponctuation et des caractères ornementaux des truites des cours d'eau corses.

LASCAUX J.M., MENESSIER J.M., 2013, Analyse de la variabilité de la ponctuation et des caractères ornementaux des truites du bassin versant de la Bruyante (39p).

REYNAUD N., TOUGARD C., BERREBI P., 2011. Structuration géographique de la truite commune (*Salmotrutta* L) en France, basée sur le séquençage de la région de contrôle mitochondriale. Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, UMR CNRS/UM2/IRD 5554. Equipe Evolution des Poissons

STELKENS R., JAFFUEL G., ESHER M., WEDEKIND C., 2012. Genetic and phenotypic population divergence on a microgeographic scale in brown trout. *MolecularEcology* 21, 2896-915.