

Etude génétique des populations de truites fario du département du Rhône

Comparaison avec quelques bassins versants du département de la Loire



- Rapport final, avril 2012 -

Résumé

Entre 2006 et 2008, des échantillons d'ADN et des photographies de 2000 truites fario sauvages ont été récoltés lors de pêches électriques sur 193 tronçons de cours d'eau du département du Rhône et 7 tronçons du département de la Loire. La constitution d'une base de données recensant les caractéristiques de 2800 obstacles à la continuité écologique préalablement à la définition du plan d'échantillonnage a permis de mener les prélèvements au sein de secteurs potentiellement isolés les uns des autres par des ouvrages artificiels bloquant la remontée des poissons.

Les analyses de trois locus de l'ADN microsatellite révèlent que les populations de truites sont structurées selon un gradient de diversité allélique, celle-ci augmentant d'amont en aval au sein des différents bassins versants. La fragmentation des milieux aquatiques par les obstacles artificiels conduit à l'isolement géographique d'une multitude de petites populations en tête de bassin versant, contenant une diversité génétique réduite. Les populations aval bénéficient des apports d'allèles de ces isolats, et possèdent une diversité génétique supérieure qui se traduit également par une plus grande hétérogénéité des phénotypes observés.

Les souches méditerranéennes (MED) des versants rhodaniens ont été remplacées à 91% par des souches atlantiques (ATL). Une seule population autochtone MED a été repérée sur l'amont du bassin versant du Gier. Quelques secteurs conservent des individus hybrides ATL/MED : on retrouve 20 à 40% d'allèles MED sur moins de 12% des tronçons. C'est le cas de têtes de bassin de la Turdine, du Soanan et d'affluents de la Brévenne.

Des populations fonctionnelles d'origine domestique ont été installées en amont des petits affluents à travers les pratiques historiques de déversements d'alevins et de gestion de « ruisseaux pépinières ». Le recensement cartographique de ces portions de ruisseaux anciennement exploitées et isolées par des obstacles permet souvent d'expliquer les résultats des analyses génétiques, concordants avec l'observation des phénotypes relativement homogènes de ces poissons. Les phénotypes et génotypes d'affluents moins concernés par ces pratiques historiques et ceux des cours d'eau rhodaniens principaux s'avèrent plus particuliers. On constate une différenciation entre grands bassins versants, qui tend à se réduire avec les apports de poissons issus des souches domestiques implantées sur les anciens ruisseaux pépinières.

Les souches atlantiques des versants ligériens sont également introgressées par les souches domestiques de pisciculture principalement au niveau des anciens ruisseaux pépinières, mais cette influence semble plus limitée que sur la façade rhodanienne. Les génotypes observés se démarquent de ceux des souches de truites atlantiques des versants rhodaniens. On observe des spécificités et une certaine cohérence génétique et phénotypique propres à chaque bassin ligérien du département du Rhône (Sornin, Reins, Loise).

Des analyses génétiques sur les souches de l'Andrable et du Lignon (Berrebi, 2009) ont révélé l'appartenance à un type génétique Loire au sein du rameau évolutif atlantique, cohérent avec des poissons issus de la Vienne et de l'Allier. Ces analyses couplées aux nôtres et à l'observation des phénotypes particuliers de nos poissons ligériens pourraient traduire la présence de souches autochtones peu ou pas altérées. L'existence de points communs génétiques et/ou phénotypiques entre ces poissons et ceux des bassins du Reins, du Sornin et de la Loise indiquerait la persistance de ces souches sur les versants ligériens du département du Rhône. Des analyses supplémentaires sont à mener pour affiner les comparaisons entre les populations des différents bassins ligériens.

Nous disposons d'un socle de connaissances permettant d'orienter et d'appuyer de manière rationnelle les politiques ou les programmes de restauration des milieux aquatiques et de gestion des ressources piscicoles. Les populations installées d'origine domestique récente sont toujours source d'impact génétique potentiel vers les populations aval en raison de leur isolement hydrographique apical : la question de leur gestion est abordée. L'ensemble de nos résultats soutient également la mise en place et le développement des parcours patrimoniaux, exempts de déversements de truite fario de pisciculture sur les sites hébergeant des souches natives. Si nécessaire, le maintien d'une certaine activité halieutique peut se faire à partir du déversement d'autres espèces de salmonidés sans risque d'hybridation introgressive néfaste pour les poissons autochtones.

Mots clés :

Truite fario - génétique - phénotype - Rhône - Loire - introgression - continuité - obstacles - gestion piscicole

Remerciements :

Ce travail est le fruit de la collaboration de plus d'une centaine de personnes intervenues dans la préparation et/ou la réalisation sur le terrain des campagnes de prélèvements. Remercier tout le monde individuellement reviendrait à rédiger un rapport supplémentaire...

Les structures et personnes suivantes ont contribué au lancement et/ou à la réalisation de cette étude génétique des populations de truites, ils ont pour certains mouillé le maillot voire beaucoup plus à de nombreuses reprises :

- **FDPPMA 69** : J. Valli (infatigable porteur d'électrode et de groupe électrogène), P. Gacon, J-C. Jullin (« Marie Pop. »), D. Sabatier, F. Seigneur, G. Xuereb, D. Coullier, R. Parrot, S. Tomanova, M. Le Boucher, C. Dumoulin, les bénévoles de passage... ; **FDPPMA 42** : P. Grès, V. Garnier ; **FDPPMA 71** : R. Chassignol, J. Maupoux ; **FDPPMA 74** : A. Caudron, pour l'inspiration et ses bons conseils ;
- **SMRPCA** : P. Marey, P. Gadiolet (spécialistes plongée), leurs stagiaires ; **SMAGGA** : F. Margotat ; **SMRB** : G. Thévenet ; **SAGYRC** : R. Roy, P. Lehmann ; **SYRIBT** : M. Barbe et sa technique du Fou de Bassan, B. Cachot ; **CCPAT** : A. Bacher ; **SMAELT** : A-I. Millot ; **EPTB SD** : R. Fontaine, S. Da Silva,
- **CSP** : le chef de la brigade 69, A. Luyat, la mémoire d'un établissement...puis **ONEMA, SD69** : F. Shiva Fromager, J-M'Boinas, T. Martin, M. Sadot,
- **CG 69** : pour avoir permis de lancer ce travail, S. Duru.

...et les plus nombreux, **les bénévoles de 33 AAPPMA** :

AAPPMA du Rhône : Ampuis, Beaujeu, Belleville-sur-Saône, Bessenay, Bois d'Oingt, Chatillon d'Azergues, Chazay d'Azergues, Claveisolles, Cours-la-Ville, Garon, Givors, Lamure-sur-Azergues, Le Perréon, Liergues, Lozanne-l'Arbresle, Monsols, Ouroux, Poule-les-Echarmeaux, Propières, Rivolet-Denicé, St-Clément-sur-Valsonne, St-Igny-de-Vers, St-Julien-sous-Montmelas, St-Symphorien-d'Ozon, St-Symphorien-sur-Coise, St-Vincent-de-Reins, Ste-Foy-l'Argentière, Tarare, Yzeron.

AAPPMA de la Loire : Chalmazel, Saint-Chamond, Soleymieux, St-Just-St-Rambert.

Merci pour l'accueil, la bonne humeur et l'aide précieuse lors de ces longues, voire très longues journées plus ou moins chaudes et plus ou moins ensoleillées. Et toutes nos excuses si vous vous êtes fait disputer en rentrant tard certains soirs.

Merci à nos infortunés collègues et notamment les membres du personnel administratif qui auront partagé le réfrigérateur avec de nombreuses boîtes d'adipeuses.

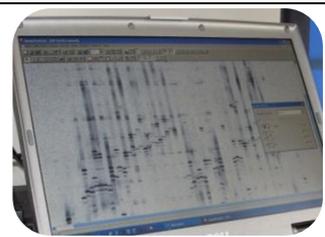
Nous exprimons enfin toute notre gratitude aux membres du CA et à notre président Alain Lagarde, qui en plus d'avoir permis ce travail, ont de fait accepté de partager leur quotidien avec des écaillés et divers matériels séchant dans la salle de réunion du Norly trois années durant...puis, allez savoir pourquoi, la Fédération a déménagé.

Rédaction :

J-P. FAURE, Chargé de mission FDAAPPMA69
1 allée du levant, 69890 La Tour de Salvagny

Analyses génétiques :

R. Guyomard, INRA – UMR Génétique animale et biologie intégrative,
Domaine de Vilvert, 78352 Jouy-en-Josas



SOMMAIRE

I- Présentation : contexte et objectifs	4
1- introduction.....	4
2- Les objectifs du projet	5
II- Matériel et méthodes.....	6
1- Première étape : échantillonnage des populations	6
a) Définition du plan d'échantillonnage	6
b) Remarque méthodologique.....	6
c) Phase de terrain	8
2- Traitement et analyse des données génétiques	9
III- Analyses du contexte écologique.....	10
1- Cloisonnement des cours d'eau par les obstacles.....	10
2- Caractéristiques des crues de la période 1983-2007	13
3- Répartition et abondance des populations de truites du département du Rhône	16
4- Historique des pratiques de gestion halieutique dans le département du Rhône	19
a) Les ruisseaux pépinières (BOYER, 1999)	19
b) déversements d'alevins et de truitelles	20
c) déversements de poissons adultes surdensitaires	21
5- Effort d'échantillonnage	22
a) période de collecte	22
b) Stations prélevées.....	23
c) caractéristiques des truites prélevées.....	25
IV - Caractéristiques des populations de truites fario.....	26
1- Variabilité génétique des populations de truites :	26
2- Taux d'allèles atlantiques et méditerranéens (ATL et MED).....	30
3- Différentiation inter bassins	32
a) Populations singulières	32
b) Comparaison entre populations du Rhône et de la Loire	33
c) Comparaison entre les différents sous bassins versants.....	34
d) Distinction sous bassins versants de la Loire / ruisseaux pépinières du Rhône	36
e) Distinction entre les sous bassins versants de la Loire	36
f) Distinction entre quelques sous bassins versants du Rhône introgressés.....	37
4- Approche géographique locale : composition génétique par bassins versants.....	39
a) Brévenne.....	39
b) Turdine	40
c) Azergues aval et Soanan	40
d) Azergues moyenne	41
e) Azergues amont.....	41
f) Beaujolais nord– Grosnes.....	42
g) Ardières.....	42
h) Affluents Beaujolais sud.....	43
i) Yzeron et affluents de Saône	43
j) Garon.....	44
k) Gier – Pilat.....	44
l) Sornin et Reins.....	45
m) Loire – Coise – affluents Loire rive gauche	46
5- Eléments sur la variabilité phénotypique des populations de truites	47
V- Discussion.....	52
1- Structuration des populations par les obstacles infranchissables et la gestion piscicole historique.....	52
2- Nature et origine des souches de truites étudiées	53
3- Mesures de gestion et de restauration des populations de truites fario.....	54
VI- Conclusion	56
Apports de l'étude	56
Perspectives.....	56

I- Présentation : contexte et objectifs

1- introduction

Les pressions anthropiques, principalement le fractionnement des rivières (seuils, barrages...), les débits artificialisés par les exploitations hydroélectriques, des altérations de qualité de l'eau, et de la qualité des habitats (travaux hydrauliques pour la protection des biens et des personnes, recalibrages, ...) ont profondément marqué les milieux aquatiques au cours du dernier siècle. Pour pallier au déficit de production piscicole généré par ces dégradations, ou encore dans l'intention de stimuler les populations salmonicoles naturelles, les pratiques de gestion ont très souvent consisté en des déversements massifs et répétés de truites domestiques sous forme d'œufs, d'alevins, de juvéniles, d'adultes. Ces procédés ont été longtemps soutenus et mis en œuvre par les services de l'Etat et les associations de pêche et de pisciculture de l'époque. Aujourd'hui encore, ces empoisonnements permettent le maintien de l'activité halieutique sur les secteurs fortement perturbés. S'ils s'avèrent inefficaces à long terme pour restaurer les stocks piscicoles, le récent développement des connaissances scientifiques en matière d'écologie a mis en évidence d'autres impacts des empoisonnements sur les populations autochtones.

En Europe, il existe différentes lignées évolutives de truite fario (Bernatchez, 2001). Le Rhône fait partie du bassin hydrographique méditerranéen. La truite commune, (*Salmo trutta*) qui a colonisé naturellement cette zone est venue de Méditerranée (origine MED). En revanche, les cours d'eau français orientés vers la façade atlantique et nordique ont été colonisés par une truite dite d'origine atlantique (ATL). Ces deux souches géographiquement séparées ont donc évolué différemment pendant des millénaires de dérive génétique et de sélection naturelle. Celle-ci a contraint les poissons à s'adapter au maximum aux conditions de vie locales. Les populations naturelles ont, pour se faire, développé à la fois une spécificité et une forte variabilité génétique : cette biodiversité *intra*-spécifique est essentielle à l'adaptation et au développement optimal des poissons au sein d'un environnement donné. Or, les géniteurs utilisés en pisciculture et progressivement domestiqués étaient essentiellement de souche non indigène (et appartenant essentiellement au rameau évolutif atlantique), donc susceptibles de conduire à des hybridations et/ou à la disparition des populations autochtones. Ces introductions ont entraîné une contamination des populations autochtones par des gènes inadaptés qui compromettent l'existence d'un patrimoine régional unique issu de milliers d'années de sélection naturelle.

Des études génétiques récentes ont montré dans deux régions, la Vallée d'Aoste (Italie) et la Haute-Savoie, des indices de persistance de populations autochtones de truites appartenant au rameau évolutif méditerranéen. Sur ces observations, un programme européen de type INTERREG III a été lancé avec pour objectif :

- d'identifier à grande échelle les populations de truites autochtones ;
- de conserver et protéger les populations naturelles en place ;
- de reconstruire de nouvelles populations de truites autochtones à partir de celles existant encore ;
- de mettre en place des stratégies de gestion des ressources naturelles adaptées aux potentialités du milieu.

Arrivé à son terme, ce projet a offert de nombreuses perspectives au regard des résultats obtenus.

Le département du Rhône est essentiellement orienté sur le versant méditerranéen. Il semble donc urgent de repérer, s'il y en a encore, les populations autochtones fonctionnelles restantes, et de décrire les milieux qui les abritent, les facteurs qui les limitent. Les outils génétiques modernes permettant désormais de réaliser ce repérage, il devient alors possible d'envisager des stratégies de gestion durable visant à renverser la tendance et ainsi à éviter la disparition des populations autochtones. Elles constituent un patrimoine naturel irremplaçable qu'il est urgent d'identifier et de localiser, dans cette perspective de gestion durable des ressources naturelles.

2- Les objectifs du projet

Le travail entrepris vise deux types d'objectifs :

- ✓ Dans un premier temps, il s'agit directement de :
 - Rechercher, identifier et localiser les populations de truites autochtones dans les cours d'eau du département du Rhône. Il s'agit de travailler à la fois sur le versant méditerranéen, mais aussi de disposer d'éléments de connaissance des souches du versant atlantique du département, notamment en les comparant à des populations fonctionnelles potentiellement autochtones des cours d'eau voisins de ce même versant atlantique.
 - Divulguer les résultats et faire connaître ce patrimoine auprès des élus et administrations concernées,
 - Mettre en place rapidement des mesures de conservation des populations autochtones restantes visant à protéger ce patrimoine écologique unique.

- ✓ Indirectement, d'autres apports sont attendus :
 - Mieux comprendre comment fonctionnent actuellement les populations de truites sur le plan géographique ; visualiser l'effet du cloisonnement des cours d'eau par les obstacles (buses, seuils, ...) ; observer les conséquences des empoisonnements sur les populations.
 - Démontrer concrètement ces phénomènes imperceptibles simplement sur le terrain : disposer de données tangibles sur le cloisonnement et la contamination génétique des souches afin de mieux sensibiliser les gestionnaires de ressources piscicoles sur ces problématiques complexes, jusqu'ici uniquement abordées en tant que grands principes, et donc nécessairement sources de polémiques.
 - Disposer d'outils scientifiques et pédagogiques pour accompagner les différents gestionnaires de milieux aquatiques dans l'élaboration de programmes de restauration rationnels.

- ✓ Les résultats obtenus lors de la première phase conditionneront la suite du projet :
 - Etudier les principaux aspects de la biologie et de la dynamique de ces populations autochtones restantes.
 - Décrire précisément les milieux afin d'apprécier leur état de fonctionnalité.
 - Reconstruire, dans les milieux adéquats, des populations naturelles à partir des populations autochtones repérées.
 - Proposer des stratégies de gestion durable de la ressource et évaluer l'efficacité de ces stratégies de protection, de gestion et de réhabilitation de populations de truites naturelles.
 - Augmenter la collaboration entre pêcheurs, gestionnaires, scientifiques et décideurs afin d'aboutir à une gestion cohérente et concertée des milieux aquatiques nécessaire à la sauvegarde du patrimoine naturel.
 - Mettre en place des outils réglementaires de protection et de valorisation des milieux sensibles (Protection de biotope, plan de gestion) afin de garantir les efforts de gestion entrepris.

- En résumé, ce programme basé sur trois échelles complémentaires de travail (génétique, écologie - biologie des populations, description des milieux) a la volonté de s'engager sur trois axes principaux :
- **Evaluation de la distribution spatiale des populations autochtones et de leur état (fonctionnel, dégradé, menacé, remplacé).**
 - **Meilleure connaissance des aptitudes, du fonctionnement et des principaux facteurs limitants des populations.**
 - **Elaboration de stratégies de conservation et de réhabilitation de populations autochtones basées sur des données scientifiques.**

La réalisation du projet contribuera à augmenter les connaissances relatives à la biodiversité animale dans les milieux aquatiques, et notamment de l'ichtyofaune sauvage qui constitue un indicateur de fonctionnalité écologique des milieux.

II- Matériel et méthodes

1. Première étape : échantillonnage des populations

a) Définition du plan d'échantillonnage

Aucune donnée n'existait sur les populations salmonicoles du département du Rhône en 2006 pour orienter les investigations. Etant donnée l'importance du cloisonnement des cours d'eau du département, l'existence de populations autochtones résiduelles sur de faibles linéaires est possible. De même, des différences génétiques assez nettes entre tronçons de cours d'eau proches sont probables. La définition des stations d'échantillonnage a donc été réalisée de manière à cibler des tronçons de rivières continus, au sein desquels les poissons circulent librement. Un recensement préalable des obstacles à la circulation piscicole via la bibliographie existante a été complété par enquête auprès des acteurs locaux (Syndicats en charge de contrats de rivière, AAPPMA), du Service Départemental de l'ONEMA, et par recensement de terrain. L'ensemble des données a été regroupé dans une base de données Access. Le calage précis de sites d'échantillonnage a fait l'objet de concertation entre ces acteurs.

Afin de cerner au mieux la variabilité génétique sur le plan géographique, un maillage suffisamment fin du réseau hydrographique était nécessaire. Le protocole choisi a donc été orienté de manière à maximiser le nombre de stations de prélèvements, en récoltant un nombre d'échantillons par points plus restreint. En moyenne indicative, il était prévu de placer une station par 10km de cours d'eau. Un total de 80 à 100 stations échantillonnées était envisagé à l'échéance de la première année d'activité du projet (fin 2007). A terme, une prospection d'environ 200 stations au total était prévue pour l'été 2008.

b) Remarque méthodologique

L'évaluation de la franchissabilité d'un obstacle par les truites fario reste difficile en raison de la variabilité des écoulements en crue, de la topographie locale, et des incertitudes sur le comportement des poissons lors des phénomènes exceptionnels. Si un certain nombre d'ouvrages sont bloquants en tous temps en raison de leur dimension (grands barrages, ou grands seuils sur petits cours d'eau, buses longues, lisses et pentues), les jugements sur les autres ouvrages demeurent subjectifs.

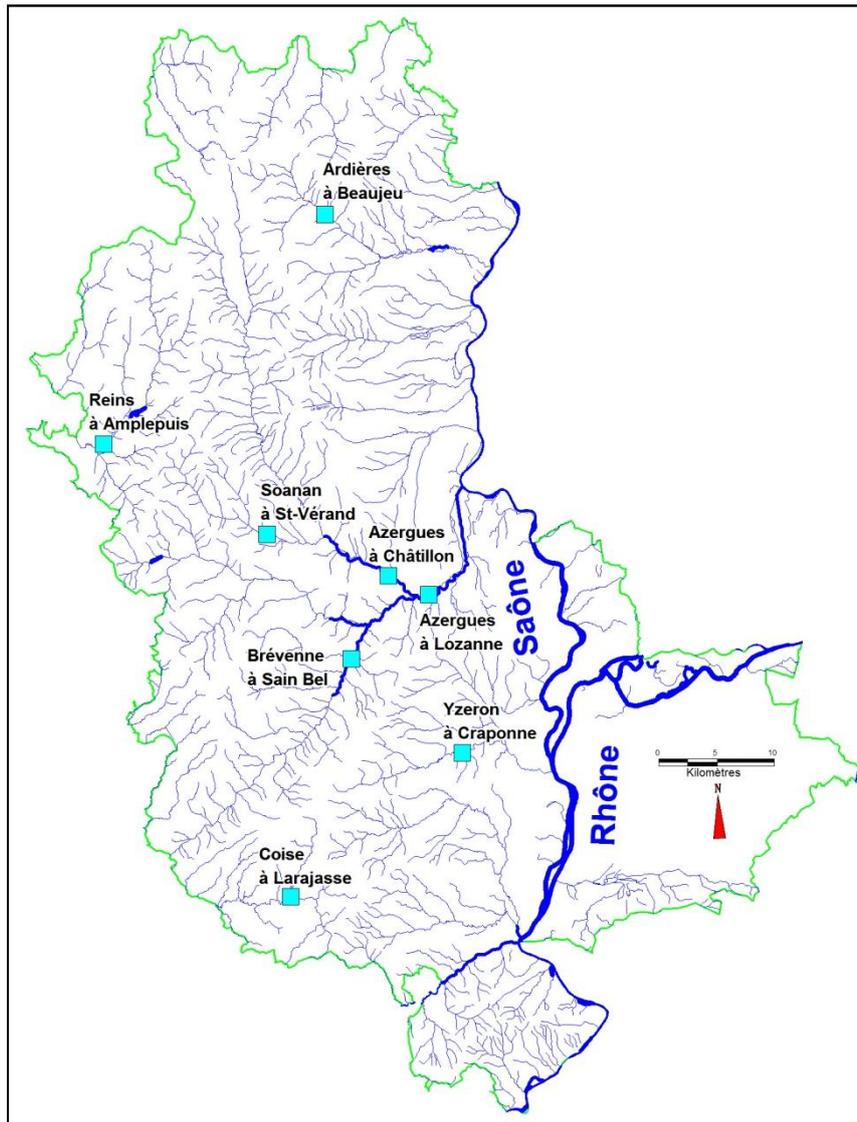
En pratique, les stations d'échantillonnage ont été placées sur des tronçons compris entre les obstacles majeurs des cours principaux et des affluents. A défaut de pouvoir définir les conditions de blocage des poissons avec certitude, les échantillons ont été récoltés au sein de tronçons où la libre circulation des poissons était certaine au moins pour les plus grands individus. Les obstacles de type seuil au sein des tronçons ont été considérés comme susceptibles de gêner les migrations de truites dès 0.6m de chute, ou à des valeurs inférieures si les fosses d'appel en aval des ouvrages n'étaient pas considérés comme suffisantes (>0.4m).

Lorsque le nombre de géniteurs n'a pu être atteint au sein d'un tronçon homogène, les individus ont été affectés à un sous-tronçon. Le résultat des analyses génétique permettra dans un second temps de vérifier l'homogénéité des génotypes ou au contraire de visualiser une différenciation à prendre en considération.

Il suffit de quelques individus migrants pour rétablir les flux géniques entre deux populations et pour harmoniser leur structure génotypique (Hartl, 1994). Il faut donc des barrières totales qui se maintiennent dans le temps entre les populations avant de voir des différenciations se produire. Si un ouvrage est franchissable pendant un court laps de temps, même à une fréquence très faible (ex. : lors de crues exceptionnelles type décennales, ...), il ne devrait pas avoir d'impact important sur la seule structure génétique de la population. Cependant, il conservera un impact sur la dynamique de population.

Une analyse des caractéristiques des crues des 25 années précédant les prélèvements (1983-2007), ayant pu faciliter les échanges de gènes entre tronçons et les brassages de populations, sera effectuée à partir des chroniques de la Banque Hydro. Les stations hydrométriques représentatives des différents bassins versant principaux du département du Rhône seront utilisées à cet effet :

Code	Superficie BV (km ²)	Rivière	Station
V3015010	48	Yzeron	Craponne
U4625010	53	Soanan	St-Vérand
U4505010	54.5	Ardières	Beaujeu
K0663310	61	Coise	Larajasse
K0943010	114	Reins	Amplepuis
U4635010	219	Brévenne	Sain Bel
U4624010	336	Azergues	Châtillon
U4644010	792	Azergues	Lozanne



Carte 1 et tableau 1 : Localisation et caractéristiques des stations hydrométriques du département du Rhône utilisées pour caractériser les crues de la période 1983-2007

Les hauteurs d'eau et les fréquences de retour associées des principaux événements hydrologiques de chaque année seront discutées.

c) Phase de terrain

L'objectif est donc de récolter par station environ 10 truites d'âge 2+ ou supérieur si possible. Cette récolte est faite par capture en pêche électrique (Matériel type EFKO, FEG 1500/5000 et « Dream » électronique, Martin pêcheur/Héron). Seules sont analysées les truites de taille supérieure à une taille limite voisine de 18 cm (longueur totale), mais cette taille peut varier selon les caractéristiques de croissance dans le cours d'eau. L'échantillonnage est réalisé en fin de printemps/début d'été, à la fin de l'été et à l'automne. Les truites sont échantillonnées sur les stations soit en pêche de sondage (un passage jusqu'à l'obtention du nombre minimum requis) soit dans le contexte de pêche d'inventaire de populations (2 passages, méthode De Lury pour évaluation des densités et des biomasses). Les individus sont anesthésiés avec une solution d'Eugénol. Chaque truite entrant potentiellement dans l'analyse génétique est individualisée par une référence unique.



Photo 1 : inventaire sur le ruisseau de Saint-Didier

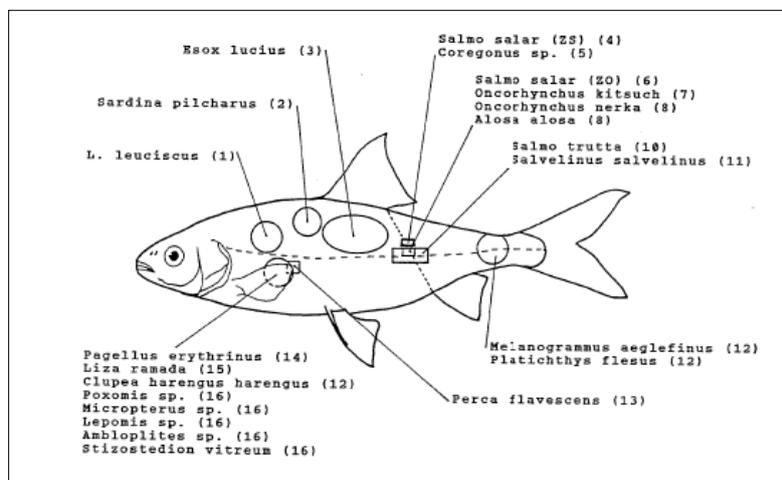
Les données suivantes sont recueillies sur les truites :

- Longueur totale (en mm).
- Poids de l'individu (en g).

Les prélèvements suivants sont réalisés :

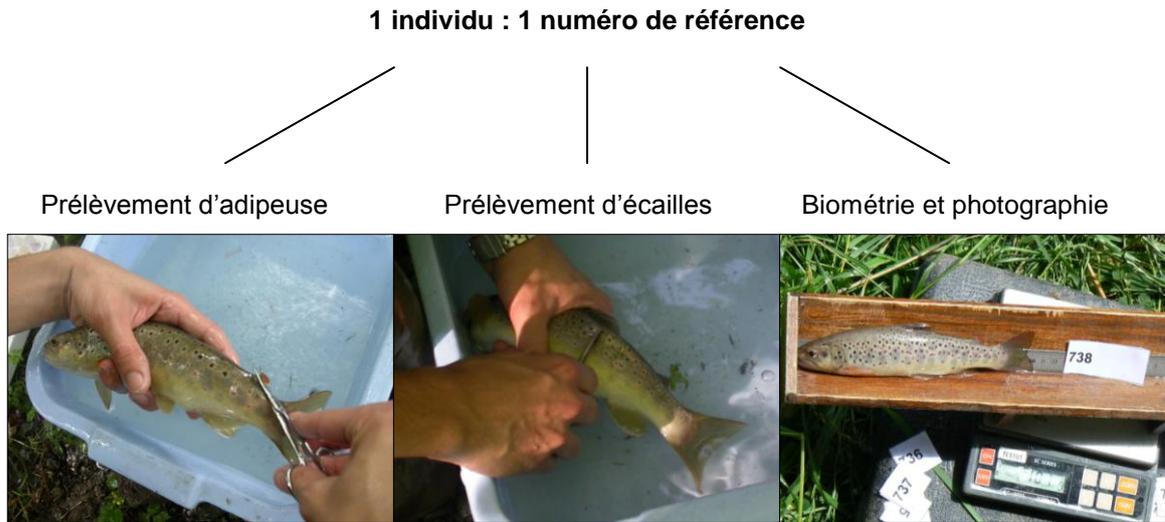
- Récolte de la nageoire adipeuse (ou d'une fraction de nageoire pelvienne), stockage dans l'éthanol à 95° en microtubes Safe Lock Eppendorf 1.5ml en compagnie d'une étiquette référencée marquée au crayon de papier, en vue des analyses génétiques.
- Un prélèvement d'écaillés (une vingtaine au minimum) dans la zone définie pour la truite (cf. figure 1, Ombredane et Baglinière, 1991) est conservé dans une pochette plastifiée afin de déterminer ultérieurement l'âge du poisson. Les lectures d'écaillés sont réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire couplée à une caméra restituant l'image sur écran.

Figure n°1 : Zone de prélèvement des écaillés pour différentes espèces de poissons (ZO : zone optimale ; ZS : zone standard) (Source : Ombredane et Baglinière, 1991) :



- Si possible, une photographie est prise avec un appareil numérique en rendant simultanément visible, le côté gauche de la truite, son numéro de référence et une échelle de longueur (ex: règle graduée).

Figure n°2 : Relevés réalisés dans le cadre de l'étude génétique :



Les longueurs des stations sondées jusqu'à obtention du nombre minimal de poissons sont notées. Par ailleurs, la présence de juvéniles de truite ou d'autres espèces piscicoles est relevée avec une appréciation de leur abondance : classe 1 : 1 ind. observé, classe 2 : 1-10, 3 : 10-100 ; 4 : >100.

2. Traitement et analyse des données génétiques

Les échantillons de nageoire collectés sont transmis au Laboratoire de Génétique des Poissons de l'INRA de Jouy-en-Josas (78). Les analyses de l'ADN portent sur 3 locus diagnostiques. Les résultats permettent de déterminer le type de souche présent sur une station. Afin de prospecter le plus grand nombre de stations possible, il était nécessaire de disposer d'une méthode facilement reproductible. Ce premier niveau d'analyse génétique, s'il reste sommaire, présente l'avantage d'être peu onéreux.

Le génotypage des truites est basé sur l'étude de l'ADN microsatellite, séquences répétitives de l'ADN nucléaire qui ne codent pas directement pour des protéines, leur éventuel rôle biologique n'étant pas connu. Ces séquences sont particulièrement polymorphes : les taux de mutation importants de ces chaînes de l'ADN engendrent une différenciation relativement rapide entre populations isolées. Le degré élevé de polymorphisme observé permet par la suite de distinguer plus facilement des différences entre populations qu'avec les marqueurs protéiques de type allozymes (Estoup *et al.*, 1998).

Trois marqueurs microsatellites seront utilisés dans le cadre de cette étude. Les résultats présentés dans ce rapport concernent tout d'abord les locus Str 591, Str 541. Leurs différents allèles respectifs peuvent être rattachés aux rameaux évolutifs atlantique ou méditerranéen (Estoup *et al.*, 2000). Dans le cas des populations du bassin versant de la Loire, il n'existe pas de marqueurs microsatellites connus à l'heure actuelle permettant de discriminer les populations d'origine domestique et les populations atlantiques autochtones. Néanmoins, des informations peuvent être obtenues à partir de marqueurs protéiques. Dans le cadre de ce travail, un marqueur supplémentaire, OMM1443 a été testé de manière à visualiser des différences entre populations d'origine atlantique, et pour affiner les différences entre populations du versant méditerranéen.

L'ensemble des informations collectées est placé dans une base de données informatisée (Access), utilisée via un logiciel de SIG (Mapinfo) permettant une représentation cartographique réactualisable des données existantes et nouvellement acquises.

III- Analyses du contexte écologique

1- Cloisonnement des cours d'eau par les obstacles

Les données acquises lors de la phase de définition du plan d'échantillonnage ont été complétées *a posteriori* lors des études piscicoles et astacicoles des bassins versants traversant le département du Rhône (Chassignol et Valli, 2010 ; Maupoux et Valli, 2010; Faure et Grès, 2011 ; Gacon, 2010 ; Barry, 2010 ; Faure *et al.*, 2010).

La base de données ainsi créée regroupe un ensemble de plus de 2800 ouvrages répartis sur les cours d'eau traversant le département. Le morçèlement des rivières par les seuils artificiels et autres ouvrages de franchissement routiers (buses, radiers de ponts...) est extrêmement important quels que soient les bassins versants (cf. carte 2). Les seuls cours d'eau ou portions de cours d'eau sur lesquels aucun obstacle n'est recensé correspondent à des territoires jamais étudiés sur ce plan.

Les petits affluents comme les cours d'eau principaux sont touchés par ce phénomène. La densité d'ouvrage en moyenne est moindre sur les cours principaux (de l'ordre de 0.5 à 1.9 obstacles /km), tandis que les affluents de petit gabarit plus faciles à domestiquer connaissent des taux de cloisonnement de l'ordre de 2 à 4 obstacles/km (voir tableau 2).

Notons que l'impact de ces ouvrages sur l'habitat en amont (effet plan d'eau : ensablement, envasement, élargissement, réchauffement...) est au moins aussi important sur les grands cours d'eau moins pentus que sur les affluents. Environ 15 à 50% du linéaire des cours d'eau est affecté par le remous de ces obstacles. Les pentes des affluents étant parfois plus fortes l'influence des obstacles sur ce point peut être plus faible (ex. : Charveyron, Rossand, Biconne...). En revanche, les affluents peu pentus sont fortement affectés (ex. : Fondagny, Samsons...).

Les densités d'ouvrages et le pourcentage de pente influencée présentés sont des valeurs moyennes, les valeurs sont localement plus ou moins fortes selon les secteurs de cours d'eau. Par exemple sur la Brévenne et le Torranchin, on atteint respectivement entre l'aval de Sain Bel et Bessenay, et entre Pontcharra-sur-Turdine et St-Forgeux, 2 et 4 ouvrages /km pour 29% et 20% de pente influencée.

Cours principal	Ouvrages/km	km	Obstacles	% pente influencée	Affluents	Ouvrages/km	km	Obstacles	% pente influencée
Azergues	0.6	49	27	17.6	Torranchin	1.8	6.1	11	8.0
Soanan	1.2	14.0	17	16.0	Charveyron	1.8	2.2	4	1.4
Brévenne	0.9	35.0	33	14.3	Rossand	1.3	5.6	7	2.2
Turdine	1.0	24.5	25	12.0	Biconne	4.6	2.6	12	5.7
Ardières	1.9	26.2	51	19.4	Cartelier	3.1	4.5	14	11.7
Reins (69)	1.6	28.0	46	26.1	Fondagny	4.0	4.8	19	48.9
Coise	0.9	39.0	34	17.1	Mornantet	2.5	2.3	6	31.3
Yzeron	1.8	22.5	40	14.1	Bozançon	4.9	10.0	49	23.6
Gier amont Rive-de-Gier	1.7	23.0	39	22.3	Samsons	4.5	6.4	29	27.3
					Boussuivre	1.5	6.0	9	6.0
					Nizerand	5.4	14.0	76	17.4
Moyenne	1.2			17.7		3.7			16.7

Tableau 2 : exemples de taux de cloisonnement de différents cours d'eau du secteur d'étude

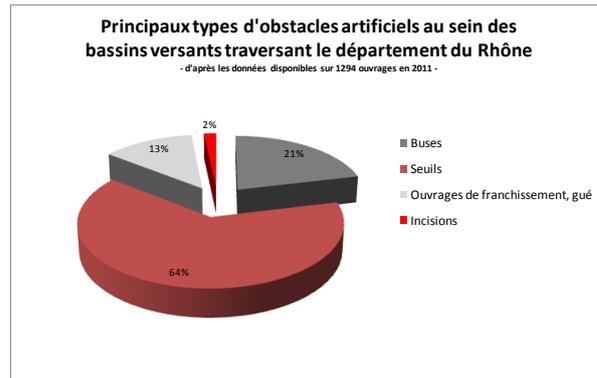
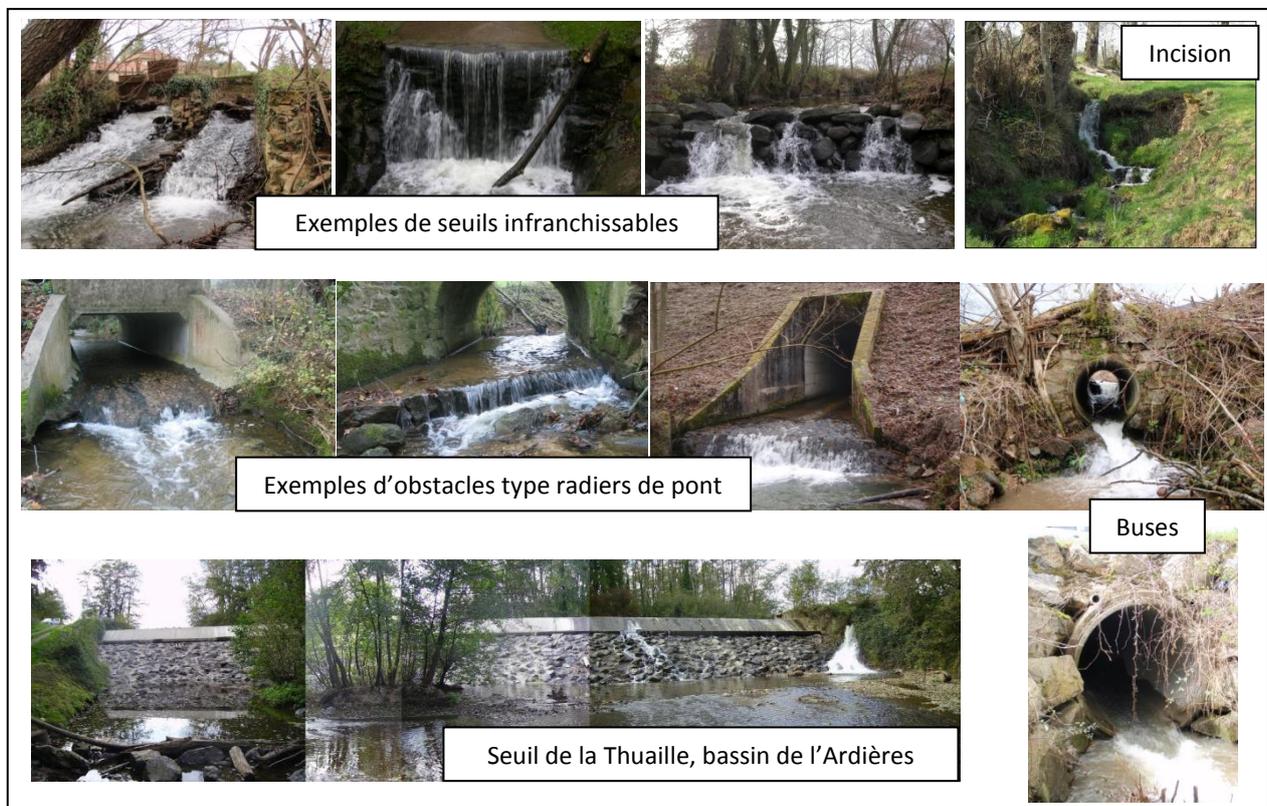


Figure 3 : Nature des obstacles recensés sur les différents cours d'eau du secteur d'étude

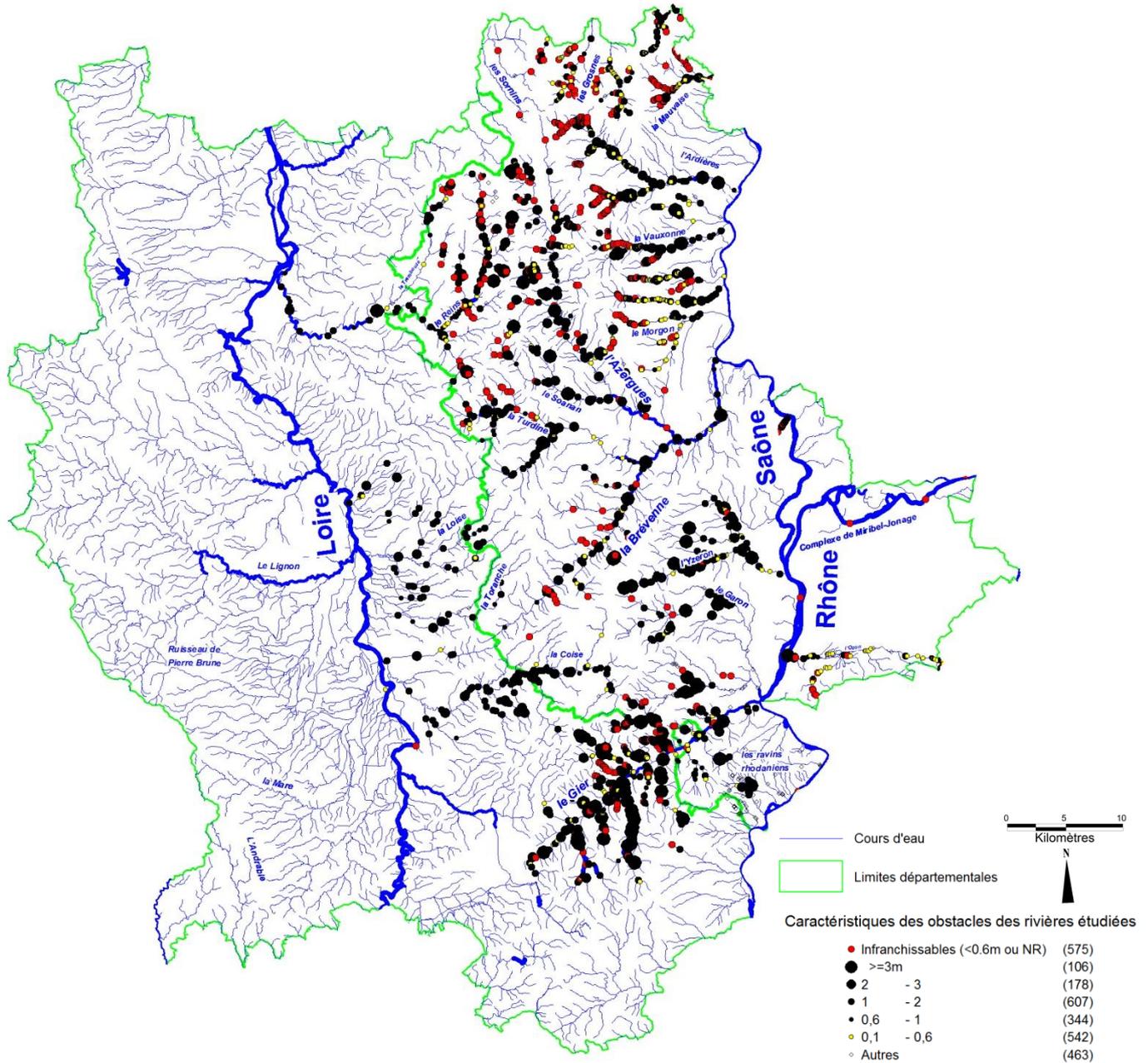
D'après les données disponibles, les deux tiers de ces obstacles sont des seuils (cf. fig.3). Les fonctions de ces seuils et autres barrages étaient variables : prises d'eau de moulins ou destinées à l'irrigation, essais d'aménagements piscicoles, stabilisation de profils, aménagements paysagers, retenues agricoles ou de loisir, barrages AEP...la plupart sont sans usage actuellement. Les ouvrages de franchissement routiers de type radiers de pont, gués, ainsi que les busages de cours d'eau représentent le dernier tiers. Ces derniers sont plus fréquents sur les petits affluents dont le gabarit permettait la canalisation et le remblaiement.

A ces principaux types d'obstacles, s'ajoutent les phénomènes d'incision sur les têtes de bassin versant. A l'heure actuelle, le recensement de ces phénomènes érosifs n'est que peu avancé. Leur proportion est sous estimée, elle affecterait les bassins versants de taille inférieure à 4km² (Grosprêtre et Schmitt, 2008) très peu étudiés en général. Les chutes d'eau en résultant dépassent fréquemment le mètre et sont durables, même si les ruptures de pente se déplacent lentement vers l'amont par phénomène d'érosion régressive.

Les obstacles naturels comme les affleurements de roche mère non consécutifs à des phénomènes d'incision n'ont pas été représentés sur le graphique. Ils sont quasi inexistantes sur les cours principaux (5 exemples connus), plus fréquents sur les extrémités amont des bassins versants (environ 10% des enregistrements de la base de donnée) en général apiscicoles.



Photographies 2 : Illustrations d'obstacles présents sur le territoire d'étude



Carte 2 : Localisation des obstacles connus et en place sur le secteur d'étude avant prélèvements génétiques (données sources : FRPPMA, Syndicats intercommunaux du Rhône et de la Loire)

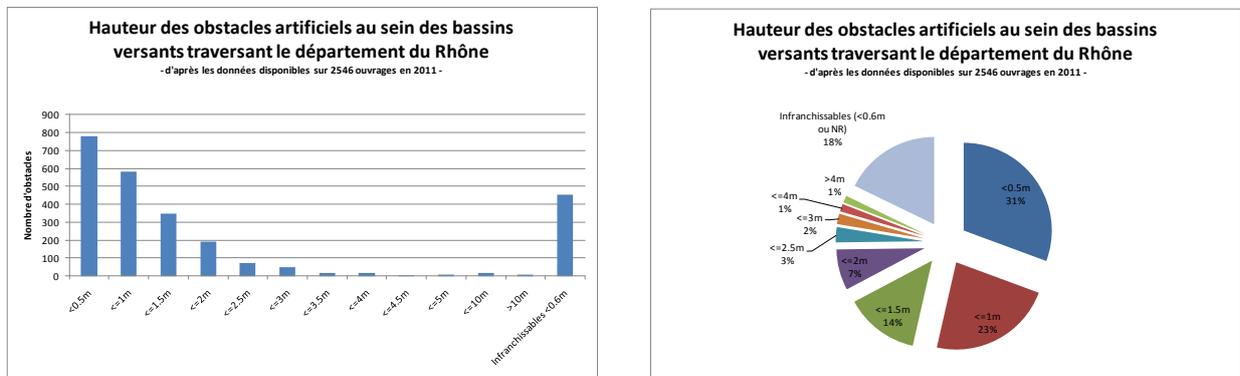


Figure 4 : Caractéristiques des obstacles recensés lors de cette étude sur les bassins versants traversant le département du Rhône

La hauteur de chute des seuils est en général un indicateur du problème qu'ils génèrent sur la continuité écologique des rivières, au moins en période d'étiage. Lorsqu'il s'agit de buses et autres ouvrages de franchissement routier, ce critère de hauteur n'est plus pertinent (pente, vitesse et longueur rentrent en compte), ils ont été regroupés dans une catégorie « infranchissable » lorsque l'information était disponible (cf. carte 2 et figure 4).

La figure 4 montre que la plupart des ouvrages mesure moins de 1m, mais 46% des obstacles dépassent cette hauteur ou ont été jugés infranchissables en raison de leur structure. Ces ouvrages posent nécessairement problème la majeure partie du temps pour la migration des poissons.

2- Caractéristiques des crues de la période 1983-2007

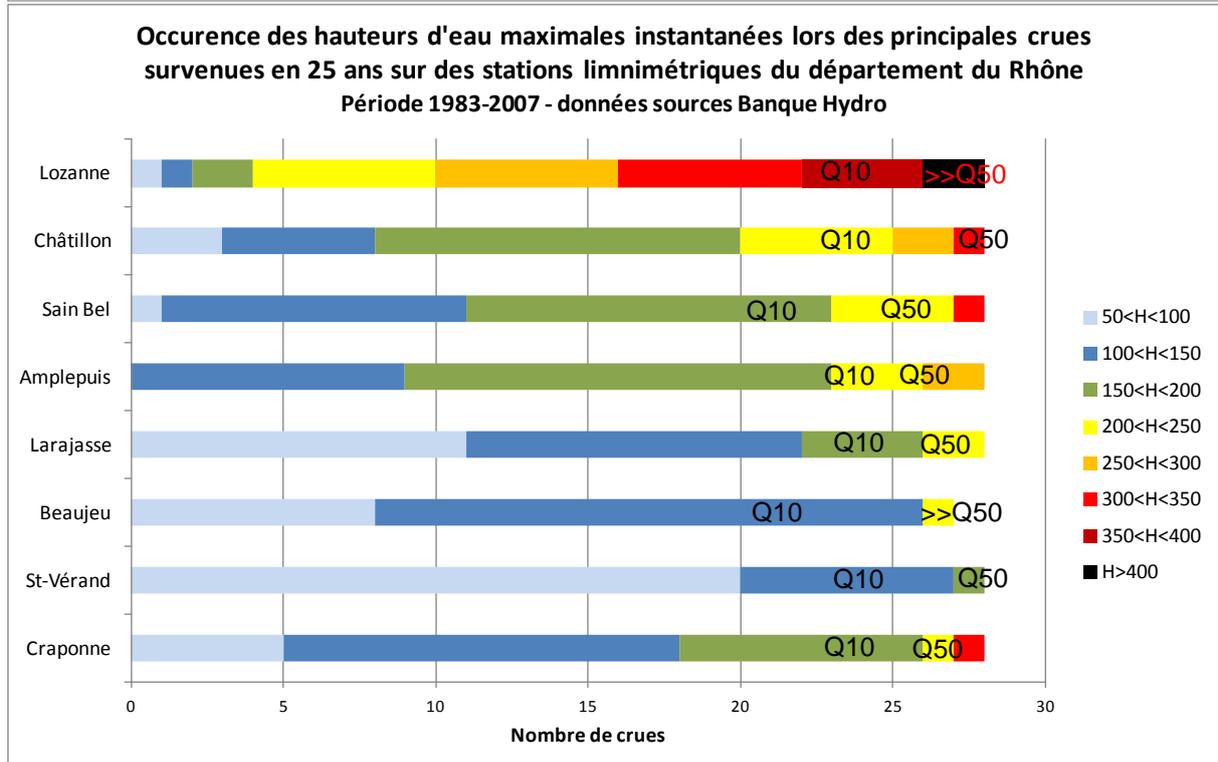
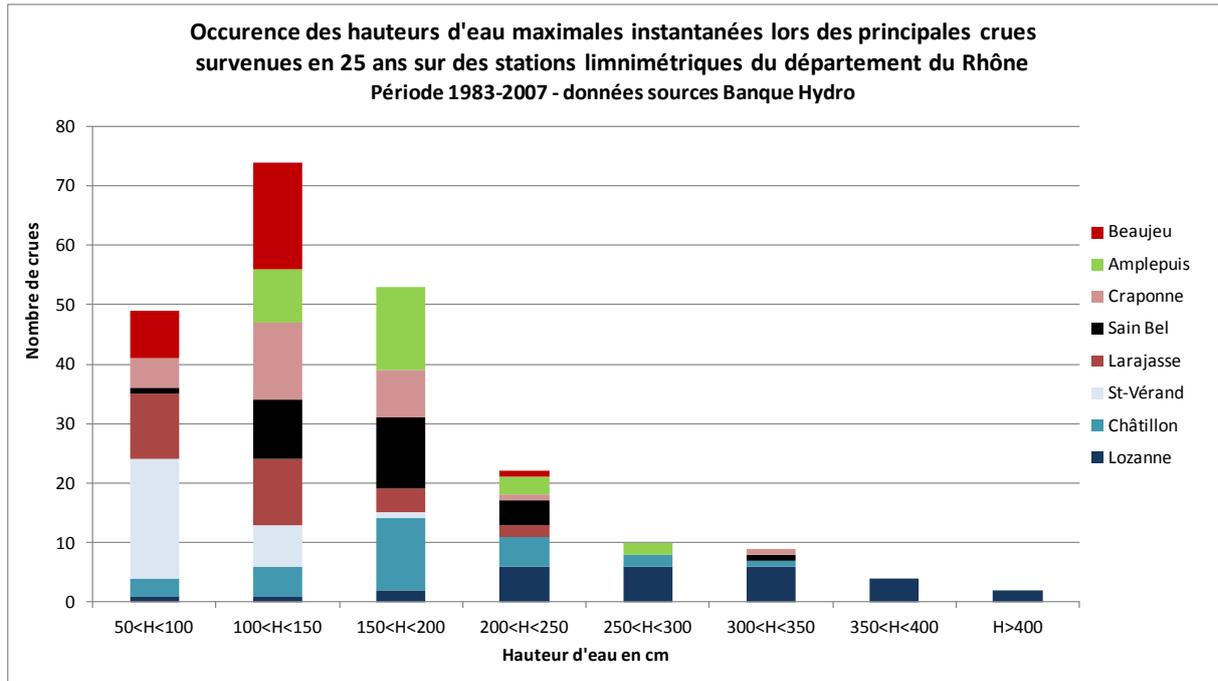


Figure 5 : Caractéristiques des principales crues sur la période 1983-2007 sur les grands bassins versants du département du Rhône

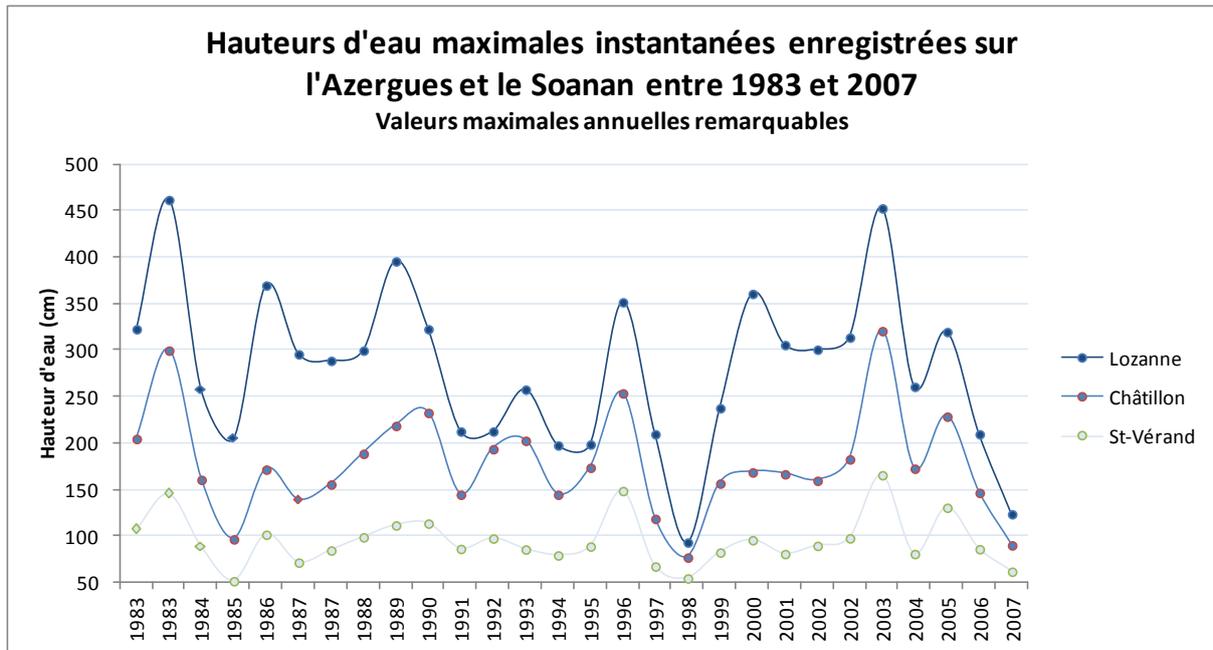


Figure 6 : Caractéristiques des crues sur la période 1983-2007 sur le bassin versant de l'Azergues (données St-Vérand 1983-1984 estimées à partir de Châtillon par la relation $y = 0.8041x + 0.3918$, $R^2 = 0.89$)

Les figures 5 et 6 reprennent les hauteurs maximales instantanées des pics de crues des 25 années ayant précédé les échantillonnages.

L'objectif est ici de discuter des conditions exceptionnelles dans lesquelles la faune piscicole est susceptible de franchir les obstacles noyés sous le niveau d'eau lors des crues rares. La prudence est de mise sur cet aspect en raison de l'incertitude subsistant sur plusieurs points :

⇒ ces différentes hauteurs d'eau n'ont été atteintes tout au plus que pendant quelques heures par an lors de chaque crue, les débits moyens journaliers étant sensiblement inférieurs aux maxima instantanés (cf. annexe). Pour donner un ordre de grandeur, le pic de crue décennale (avec conservation de 80% du débit maximal) sur un affluent du Garon, le ruisseau des Vallières (3.2km²), durerait de l'ordre de 30min à 1 heure (GINGER, 2007) ; sur le Garon (BV 79km²) de l'ordre de 1 à 2h. Sur la Brévenne à Sain Bel (220km²) et la Turdine à l'Arbresle (170km²) ce serait environ 6h ; sur leurs affluents le Trésoncle (22km²) et le Torranchin (39km²) de l'ordre de 2 et 3h (BURGEAP, 2007).

D'autre part, la durée et l'amplitude des pics de crue dépendent des caractéristiques de pluies mais aussi du taux d'urbanisation des sols. A titre d'exemples, une augmentation de l'imperméabilisation des sols de 10 à 20% peut se traduire par un doublement de la valeur du pic de crue (CSP, 2007). Sur le ruisseau des Vallières, une simulation de débit décennal montre un débit de pointe 8 fois supérieur à l'état initial avec une imperméabilisation de 50% des sols, en zone périurbaine. Le contexte est donc évolutif.

⇒ ces hauteurs concernent les sites d'implantation des stations de mesure, les hauteurs d'eau étant variables dans une vallée en fonction de la topographie des lieux, de la largeur de la vallée, de la pente de versants.

⇒ les conditions locales d'écoulement au niveau des obstacles peuvent créer des points de blocage des poissons si les vitesses ou les turbulences sont trop importantes, ou au contraire favoriser le passage avec l'apparition de chenaux de contournement peu pentus.

⇒ l'époque des crues joue sans doute également un rôle : les crues de 1983, 1986, 1989, 2001 et 2005 ont eu lieu en milieu de printemps, 1990 en fin d'hiver, soient des périodes où les truites ne migrent en principe que rarement. En revanche en 1996, 2002 et 2003, les crues de fin d'automne coïncident avec la période de migration de reproduction de la truite. La crue de juin 2000 intervient également lors d'une période de réchauffement des eaux pendant laquelle les poissons tendent à regagner les refuges thermiques vers l'amont.

⇒ le comportement des poissons lors des crues exceptionnelles n'est pas connu avec précision. Si les petites crues favorisent les migrations de reproduction, il a été démontré que les très

hauts débits peuvent inhiber ou stopper ces migrations chez les salmonidés et d'autres poissons (Northcote, 1984 ; Jonsson, 1991 ; Lucas *et al.*, 1999 *in* Lucas et Baras 2001).

- Sur les petits bassins versants (50 à 60km²), les hauteurs d'eau médianes maximales entre 1983 et 2007 sont comprises entre 0.9m et 1.3m. Les 1.5m sont atteints en crue décennale (stations du Soanan et de l'Ardières) et l'on atteint les 2m sur les stations de la Coise et de l'Yzeron. La hauteur de 2.5m n'est dépassée qu'en 2003 sur l'Yzeron pour un débit de pointe deux fois plus élevé que celui de la crue cinquantennale.
- Sur les bassins du Reins, de la Brévenne et de l'Azergues de gabarits compris entre 114 et 336km², les hauteurs médianes lors des crues sont comprises entre 1.6m et 1.7m. Les valeurs décennales atteignent 2m à 2.5m. En crues cinquantennales et supérieures, les eaux atteignent 3m à 3.5m maximum.
- Sur l'Azergues à Lozanne, pour un bassin de près de 800km², la hauteur médiane maximale est de 2.9m. Les crues décennales dépassent 3.5m de hauteur pour des valeurs extrêmes de plus de 4.5m.

Compte tenu de l'époque et de l'intensité des évènements hydrologiques, sur les 10 années ayant précédé le début des échantillonnages, on note principalement 4 crues ayant permis d'augmenter potentiellement les chances de passage de certains obstacles sur les cours principaux : 1996, 2000, 2002 et surtout 2003, cette dernière crue ayant une fréquence de retour cinquantennale ou centennale sur les bassins versants. Seule l'Ardières fait exception cette année-là, ayant connu une crue exceptionnelle en 2000 (cf. annexe).

Les dernières années avant mise en place des campagnes de prélèvement ont été mouvementées sur le plan hydrologique, avec plusieurs crues majeures de fréquence de retour très faible. Des brassages de populations entre tronçons et des échanges génétiques ont théoriquement pu avoir lieu pour plusieurs générations de poissons. Des obstacles d'une hauteur de 2m à 2.5m à l'étiage sur les bassins versants d'une cinquantaine de km² ont potentiellement pu être franchis, des obstacles de 3m à 3.5m sur des bassins de quelques centaines de km² ont été immergés pendant de courts laps de temps lors des périodes de migration de la truite.

Ces échanges génétiques potentiels restent liés à des conditions exceptionnellement rares, ils n'enlèvent rien à l'impact des obstacles sur le milieu aquatique et sur le fonctionnement de la dynamique des populations piscicoles (blocage des accès aux zones de refuge thermique, aux sites de reproduction, ...).

3- Répartition et abondance des populations de truites du département du Rhône

Les données issues des études piscicoles récentes (postérieures à 2004) et les observations de terrain réalisées dans le cadre des campagnes d'échantillonnage de ce présent travail ont été compilées afin de réaliser un atlas de répartition des espèces piscicoles du département (Valli, 2011). Nous disposons d'une cartographie assez fine de la localisation et de l'abondance actuelle des populations de truites fario du département du Rhône (cf. carte 3).

Les populations les plus abondantes se trouvent en tête de bassin dans les monts du Beaujolais, correspondant à la partie Nord-ouest du département. La haute Azergues, la haute Ardières, les Grosnes, les Sornins et le haut Reins montrent des populations bien développées. Quelques affluents de la Brévenne, les secteurs amont de l'Yzeron et du Garon hébergent également des populations denses. Plus précisément, les biomasses les plus élevées atteintes en tête de bassin versant sont de l'ordre de 100 à 200kg/ha, mais les valeurs comprises entre 50 et 100kg/ha sont les plus fréquentes sur les ruisseaux en hydrologie moyenne. Ces niveaux de population correspondent à ce que l'on peut attendre sur des cours d'eau traversant les terrains granitiques du Massif Central cristallin à faible réserve aquifère. Par ailleurs, l'hydrologie estivale (VCN30) d'une année donnée contrôle strictement les biomasses salmonicoles sur le chevelu du département l'année suivante (cf. figure 7).

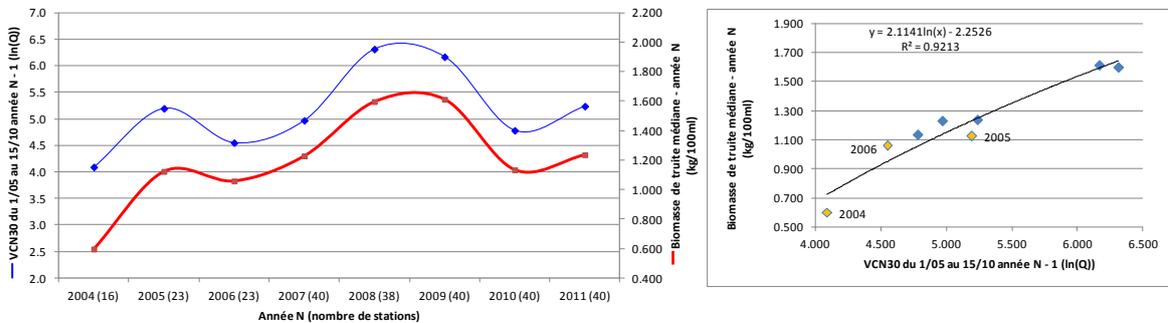


Figure 7 : Evolution des biomasses salmonicoles (courbe rouge) sur les ruisseaux du département du Rhône entre 2004 et 2011 et corrélation avec les VCN30 (courbe bleue) du 1/05 au 15/10 (données sources : Valli, 2011 ; Garnier, 2011 ; Banque Hydro).

En revanche les parties médianes et aval des rivières principales connaissent des densités et biomasses nettement plus faibles. Les chutes d'abondance sur ces zones sont en premier lieu causées par les conditions thermiques trop élevées sur l'Azergues, la Brévenne, le Reins, les Grosnes, l'Yzeron et l'Ardières (Faure et Grès, 2008 ; Barry, 2010 ; Gacon, 2010 ; Faure *et al.* 2010 ; Chassignol et Valli, 2010 ; Prost, 2012). Certains cours d'eau sont particulièrement dégradés sur le plan chimique comme les affluents du Beaujolais, l'Ardières aval (pesticides, effluents viticoles), le Gier, le Garon, l'Yzeron, la Turdine (rejets organiques et industriels) ce qui limite fortement leur qualité biologique et leurs biomasses de truite.

Sur les cours principaux, les biomasses dépassent en effet rarement 30 kg/ha en raison des problèmes évoqués ci-dessus.

Qualité générale des rivières principales étudiées

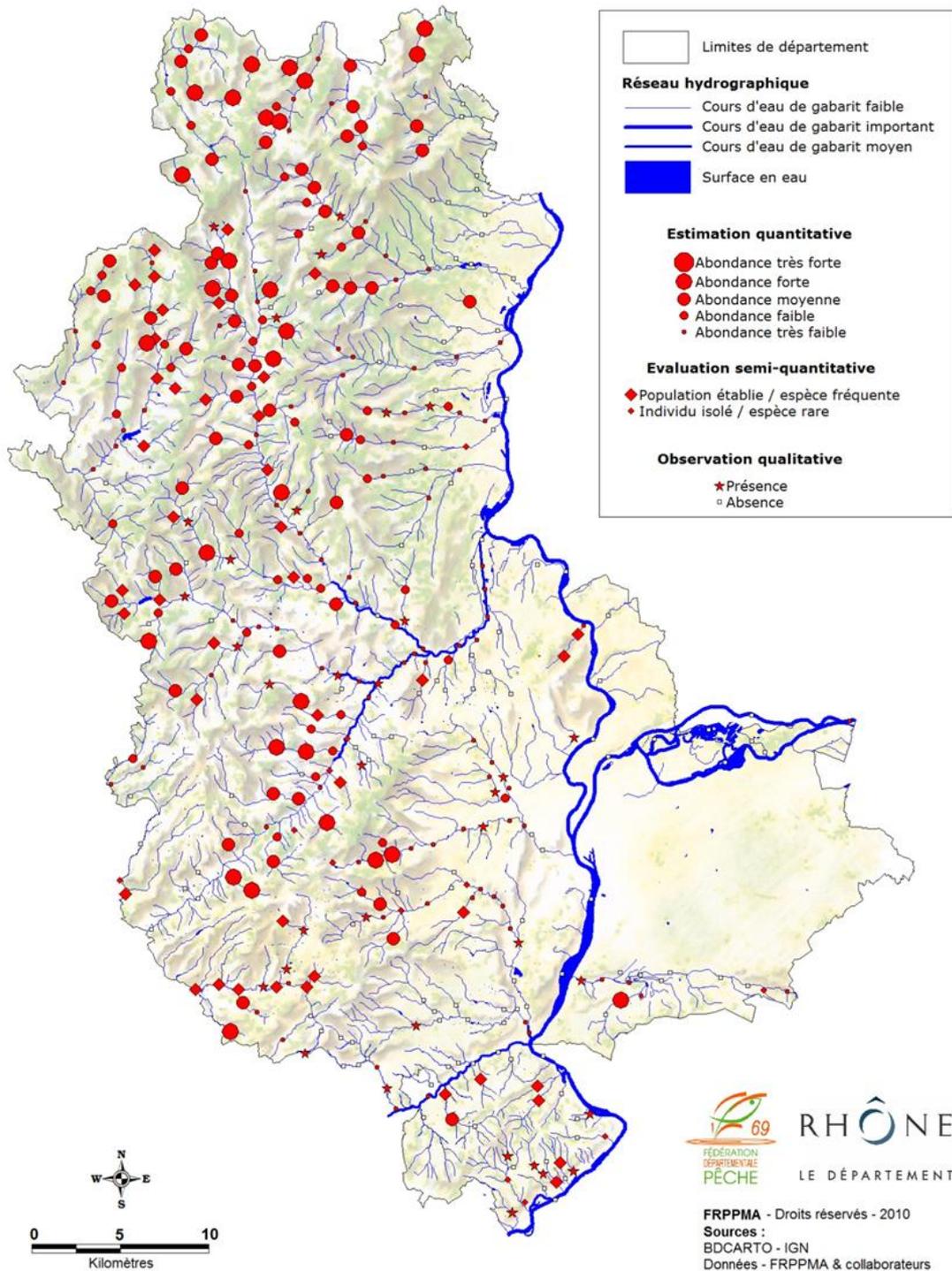
En terme de qualité d'eau, l'Azergues jusqu'à la confluence avec le Soanan reste bonne malgré quelques rejets domestiques non traités. Le Soanan demeure le cours d'eau possédant la meilleure qualité hydrobiologique avec la présence des taxons les plus polluosensibles (Perlidæ) jusqu'au niveau de sa confluence avec l'Azergues. Les petits affluents sont encore nombreux à posséder des populations d'écrevisses à pieds blancs, mais plusieurs sont altérés par la présence de plans d'eau implantés sur leur cours. On pourra également noter l'enrésinement de ces têtes de bassin (SILENE, 1997 ; PDPG, 2004). La capacité d'accueil pour la truite fario adulte semble assez limitée sur une bonne partie de l'Azergues elle-même, les zones profondes étant relativement rares (séminaire Modèles d'habitats, CEMAGREF, 2007).

Par opposition, la qualité d'eau de la Brévenne elle-même est moyenne à médiocre, en raison de nombreux rejets domestiques et industriels (GREBE, 2007). L'eutrophisation du cours d'eau est marquée avec des taux notables de nitrites et d'ammoniac. La Turdine est également très pénalisée : dès l'aval des stations prospectées en tête de bassin dans le cadre de cette étude, sa qualité d'eau

devient mauvaise à médiocre (rejets de STEP, teintureriers, barrage de Joux). Aucun peuplement piscicole n'y était recensé dans les années 1980 (SDVP, 1988), une amélioration de la qualité d'eau permet actuellement le retour de quelques espèces. En revanche la majorité des affluents de la Brévenne sont relativement bons mais souffrent de l'impact des multiples retenues collinaires, dans un contexte agricole porté sur la fruiticulture. Ce secteur gourmand en eau est peu aidé par les caractéristiques géologiques locales d'un massif granitique à faibles réserves aquifères, et les prélèvements sur l'ensemble du bassin absorbent 77% des débits d'étiage (GEO+, 2007). Sur le plan physique, la vallée de la Brévenne a connu de lourds recalibrages agricoles de son cours médian, sa partie aval étant plus urbanisée.

Les bassins de l'Yzeron et du Garon, urbanisés et dégradés sur leurs cours aval, conservent un bon niveau de qualité hydrobiologique sur les secteurs amont. Les bassins des Grosnes sont essentiellement à vocation rurale avec de l'élevage extensif. Ils conservent un potentiel salmonicole intéressant, même si la branche occidentale subit de façon ponctuelle et chronique une pollution d'origine industrielle.

REPARTITION ACTUELLE DE LA TRUITE FARIO DANS LE DEPARTEMENT DU RHONE



Carte 3 : D'après les données d'inventaire de la période 2004-2010 – source : Valli, 2011a

Abondance	Très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
Classe	0.1	1	2	3	4
Densité (ind./1000m ²)	5	50	100	200	400
Biomasse (kg/ha)		25	51	102	204

Tableau 3 : Limites supérieures des classes d'abondances numériques et pondérales définies pour des pêches électriques à pieds par la DR5 du CSP (Degiorgi F. et Raymond J.C., 1994)

4- Historique des pratiques de gestion halieutique dans le département du Rhône

Les déversements de poissons de pisciculture ont constitué l'essentiel des actions à vocation halieutique dans le département. Ces déversements étaient exécutés selon divers procédés, et comprenaient des poissons de différents stades de développement. La méthode des ruisseaux pépinière a prévalu jusqu'à la fin des années 1990. Les alevins introduits entre 1980 et 2000 provenaient pour les deux tiers de la pisciculture de Parilly à Bron (69, siège actuel de l'Onema DiR5) gérée par un employé de la DDAF et utilisant des œufs en provenance de Vizille (38) ; pour un tiers de la pisciculture de Polliat (01), et de Chazey Bons de façon plus anecdotique (5% des déversements) et moins fréquente (1988-1989). Des commandes à la pisciculture de Vermenoux (58) ont également été passées.

a) Les ruisseaux pépinières (BOYER, 1999)

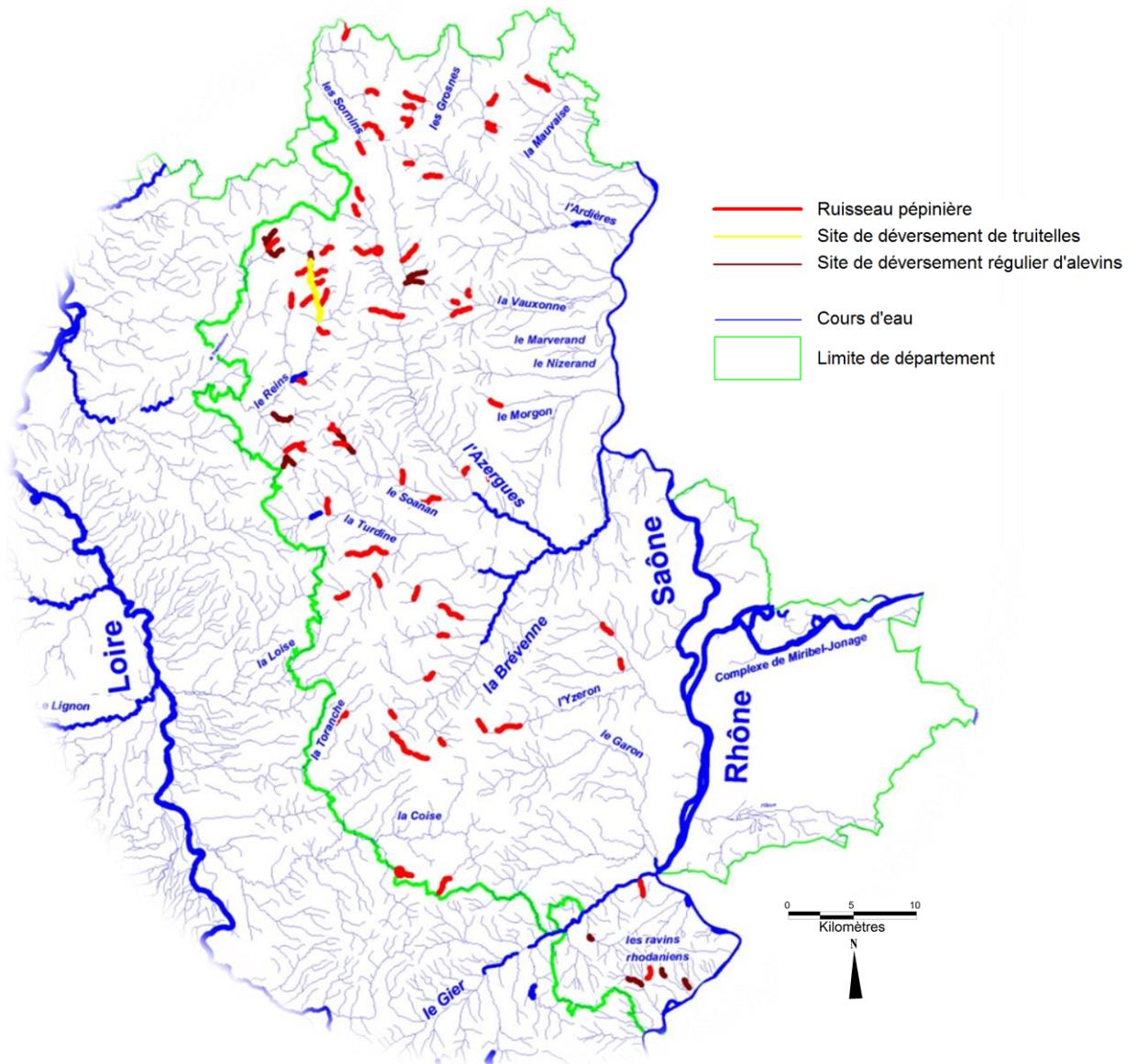
Les ruisseaux concernés étaient en général de petits affluents de très bonne qualité hydrobiologique. Le procédé impliquait tout d'abord la pratique d'une pêche électrique de « vidange » sur ces ruisseaux afin d'enlever les truites adultes et les truitelles d'un an, pour ensuite les exporter en aval vers les cours principaux des rivières. La deuxième phase consistait à introduire en fin d'hiver dans le ruisseau vide de truite des œufs oeillés ou des alevins à vésicules résorbées issus de pisciculture. Les mises en charge d'alevins étaient de l'ordre de 5 à 10 ind./m². Il s'agissait de faire croître les alevins dans des conditions naturelles, à l'abri de la prédation des truites adultes notamment. Pour éviter une prédation humaine, ces secteurs étaient placés en réserve de pêche. L'objectif était d'utiliser les capacités de production du milieu pour obtenir des poissons d'un aspect le plus sauvage possible. La troisième et dernière étape consistait à recapturer soit au bout de 6 mois, soit au bout d'un an ces individus puis à les relâcher dans les cours d'eau de plus grande dimension afin de « soutenir » les populations salmonicoles.

Cette pratique vient d'un principe qui était très suivi il y a une trentaine d'années : un seuil maximum sur le nombre de truites que pouvait contenir un ruisseau était fixé aux environs de 7000 individus/ha. Au-delà de cette densité, on estimait qu'il y avait beaucoup trop de truitelles au niveau des têtes de bassin. Selon cette théorie, pêcher et exporter le « surplus » s'avérait utile à la croissance et à la bonne dispersion des poissons. Le procédé était ainsi répété des années durant, soutenu financièrement et mis en œuvre par le CSP et les AAPP, puis AAPPMA.

On notera qu'en plus des moyens humains, les moyens économiques de l'époque étaient autrement plus importants qu'actuellement : le nombre de cartes de pêches vendues en 1970 dans le Rhône dépassait les 50 000 (DDAF, 1988), contre environ 20 000 actuellement. Les premiers ruisseaux pépinières sont apparus à la fin des années 1950, connaissant un développement dans les années 1960-1970. Les premières données d'archives précises datent de 1978 dans le Rhône, avec une fréquence d'opérations annuelle jusqu'à la fin des années 1990 pour la plupart des secteurs exploités. Le nombre de ruisseaux connus ayant été soumis à ce fonctionnement officiel s'élève à une soixantaine, les principaux sont répertoriés sur la carte 4. Les tronçons pêchés mesuraient entre 500 et 3200m (record à 4500m sur l'Orjolles), pour un total d'environ 85km de parcours. Les quantités d'alevins introduites lors des mises en charge variaient entre 100 000 et 250 000 individus par année sur le département d'après les archives retrouvées (ex : figure 8).

Cette gestion ayant été remise en cause par différents travaux scientifiques, une étude bilan de l'exploitation des ruisseaux pépinières fût initiée en 1999 par la Délégation Régionale du CSP de Lyon et la FRPPMA. Le ressenti des gestionnaires puis la mise en évidence du déclin progressif et continu des rendements et des taux de survie des alevins implantés dans plus de 70% des ruisseaux ont facilité l'abandon définitif de cette pratique en 2002.

Dans le département de la Loire, les pratiques étaient très similaires à celle du Rhône. Un ruisseau pépinière existait ainsi sur un affluent de la Mare en amont du point de prélèvement de notre étude, les biefs de l'Andrable étaient exploités comme tel en aval de nos stations et des déversements d'alevins généralisés étaient menés sur l'ensemble du réseau hydrographique du département (Grès P., com. pers.) y compris sur le Lignon et le Gier amont.



Carte 4 : localisation des anciens ruisseaux pépinières et anciens sites de déversements récurrents d'alevins de truites dans le département du Rhône

b) déversements d'alevins et de truitelles

Parallèlement à la gestion des ruisseaux pépinières, des déversements d'alevins sans intervention ultérieure étaient réalisés de manière généralisée et massive au sein des cours d'eau du département. Cette pratique est la plus ancienne : la salmoniculture ayant débuté en France vers 1820 semble-t-il en Côte d'Or et Haute-Marne (Beaumé, 1928) et s'étant développée à la fin du 19^{ème} siècle, la disponibilité en poissons n'était plus un frein.

Les archives font état de déversements réguliers d'alevins au début du XX^{ème} siècle dans des cours d'eau du Rhône. La diffusion de ces alevins se faisait dans l'ensemble du réseau hydrographique du département, au sein des plus petits affluents jusqu'au Rhône lui-même. Certains secteurs étaient privilégiés comme les bassins du Reins et de l'Azergues notamment (cf. carte 4). Dans les années 1980 et début 1990, 300 000 à 400 000 alevins étaient déposés annuellement dans les cours d'eau par le CSP et la Fédération des AAPP en plus de ceux qui étaient introduits dans les ruisseaux pépinières. A la marge, des déversements supplémentaires ont également pu être réalisés par les AAPP puis AAPPMA sur l'ensemble de la période, avec leurs propres moyens. Ce mode de gestion fût le plus répandu et le plus important en termes de nombre de poissons introduits.

A partir de 1996, les quantités déversées diminuent nettement jusqu'en 2002, plus aucun alevin n'étant introduit par le CSP et la FDAAPPMA à partir de 2003. La gestion halieutique s'est alors orientée vers le déversement de truites adultes capturables pour l'essentiel. Depuis lors, quelques

introductions isolées d'alevins à l'initiative des AAPPMA sont toujours observées jusqu'en 2011, mais ne représentent que quelques milliers de spécimens lorsqu'elles ont lieu. Ces déversements restent localisés (Azergues à Lamure-sur-Azergues, affluent de Brèvenne à Brussieu).

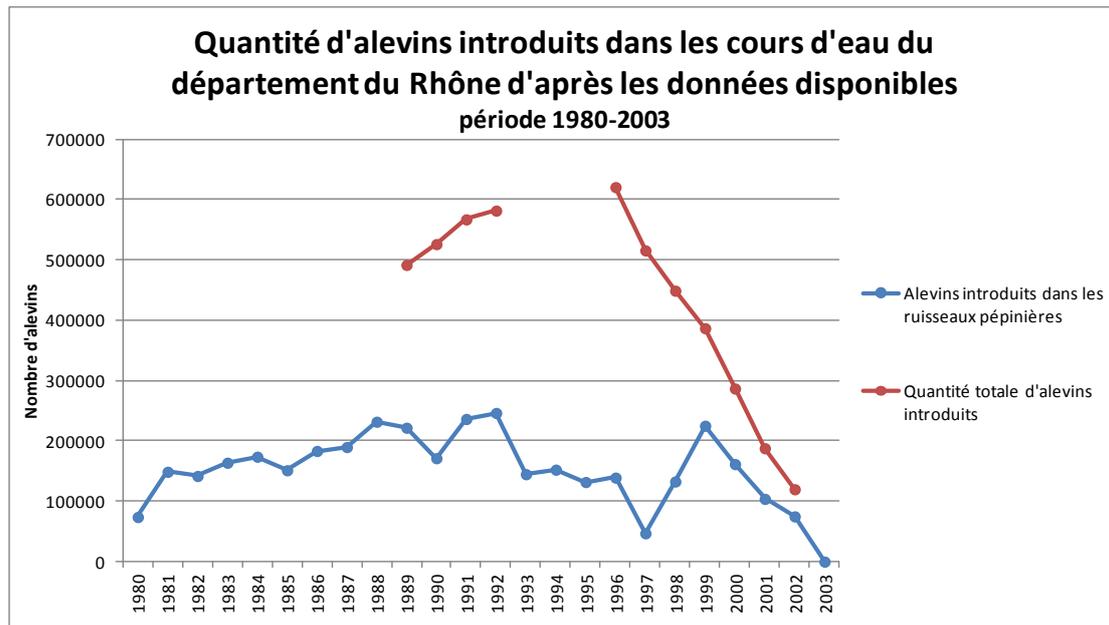


Figure 8 : Evolution du nombre d'alevins de truites déversés dans les cours d'eau du département du Rhône entre 1980 et 2003, d'après les données disponibles

c) déversements de poissons adultes surdensitaires

Ce mode de déversement est le plus utilisé actuellement, il représente l'essentiel des empoissonnements en 2007 (exception du déversement annuel de 3000 truitelles en provenance de Château Gaillard [01], sur le cours médian de l'Azergues). Les quantités déversées en rivières n'ont pas fait l'objet de calcul précis, leur ordre de grandeur en 2002 était estimé aux alentours de 15 à 20 tonnes par an dans le département (données d'enquête PDPG). La truite fario était l'espèce majoritaire à hauteur de 60%, la truite arc-en-ciel était utilisée en moindre proportion (40% restant). Ces valeurs évoluent à la baisse en raison des restrictions budgétaires et des modifications de pratique : **en 2010, la quantité totale déversée est évaluée à 16 tonnes réparties équitablement entre truite fario (53% soit 40 000 poissons environ) et arc-en-ciel (47%).**

Les taux de recapture de ces poissons par les pêcheurs sont élevés, leur transit au sein du cours d'eau est en principe assez rapide (90% disparaissent en moins de 15 jours, source : CSP, mise au point). Diverses observations ponctuelles montrent que quelques rares sujets parviennent à se maintenir dans le cours d'eau en fin de saison. Leur participation effective à la reproduction avec des populations locales est difficilement appréciable mais constitue une possibilité.

Le déversement de plusieurs millions de poissons d'origine domestique durant les dernières décennies de façon très diffuse sur les cours d'eau du Rhône a pu avoir directement un impact génétique sur les populations autochtones en place. Cependant, des pratiques de déversements massifs menées sur d'autres départements (exemple de l'Ardèche, BERREBI, 2006) ne se sont pas soldées systématiquement par des taux d'introgession élevés, aboutissant parfois à un impact quasi nul. L'influence de facteurs supplémentaires est à prendre en compte. Les poissons autochtones disposent donc parfois d'un avantage sélectif important par rapport aux individus domestiques, et résistent mieux aux conditions environnementales (hivers rigoureux, sécheresse...) locales.

5- Effort d'échantillonnage

a) période de collecte

La récolte et le stockage d'échantillons en pêches de sondage et d'inventaire ont débuté en mai 2006, pour se poursuivre jusqu'à l'automne 2008. En 2007, l'essentiel de l'effort de prospection était callé sur l'époque de fin de printemps/été 2007. Cependant, les conditions hydrologiques exceptionnelles rencontrées sur l'ensemble du département lors de cette période ont limité la collecte d'échantillons, à la fois en nombre mais aussi en terme de gabarit de cours d'eau prélevé. L'hydrologie (VCN30 – débit minimal sur 30 jours consécutifs) dépassait parfois les niveaux de débit quinquennal voire décennal humide (figure n°9), alimentée par des pluies fréquentes survenant plus d'un jour sur 3 en moyenne. Sur les mois de mai à août, des débits aussi importants n'avaient pas été mesurés depuis 1977 (VALLI, 2007). Les zones aval de bassins versants ont donc été difficilement pêchables, l'essentiel des prélèvements a par conséquent été orienté sur les têtes de bassin en 2007.

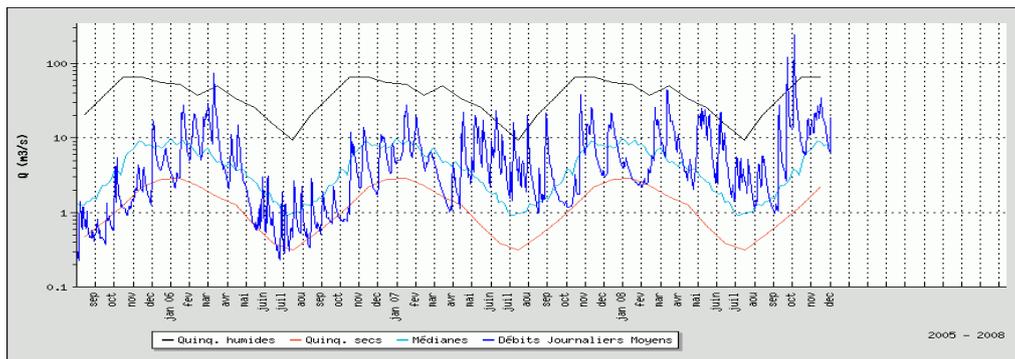


Figure n°9 : Débits mesurés entre 2006 et 2009 sur l'Azergues à Lozanne (source : banque hydro)

La moitié de l'échantillonnage a été reporté en 2008, avec un peu plus de 1000 prélèvements réalisés pour l'essentiel au printemps. L'été ayant été à nouveau exceptionnellement humide (VCN30 cinquantenal humide sur l'Azergues à Lozanne, plus haute valeur connue depuis le début des enregistrements en 1966), les derniers échantillons n'ont pu être collectés qu'en septembre-octobre.

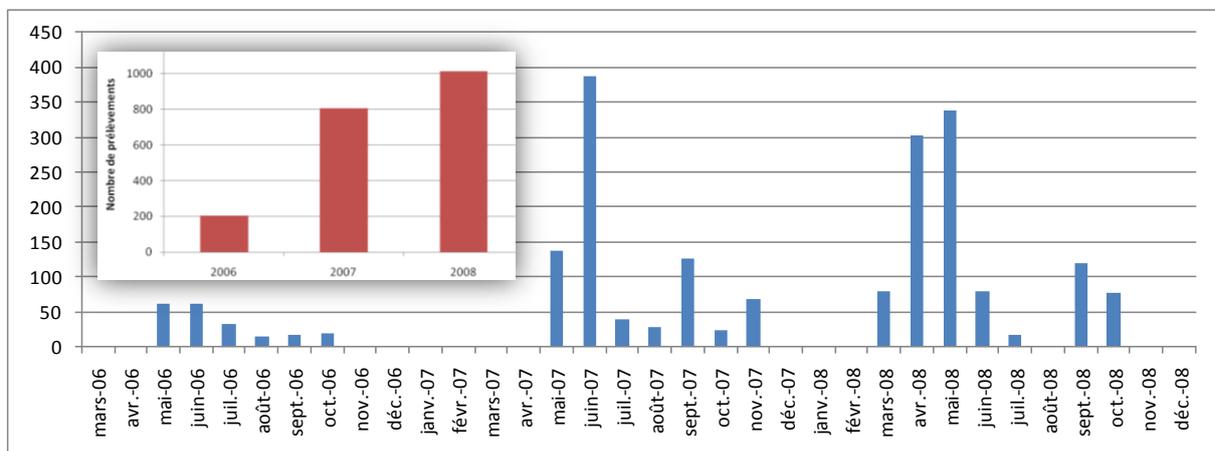


Figure n°10 : effort d'échantillonnage sur l'ensemble de la phase de terrain

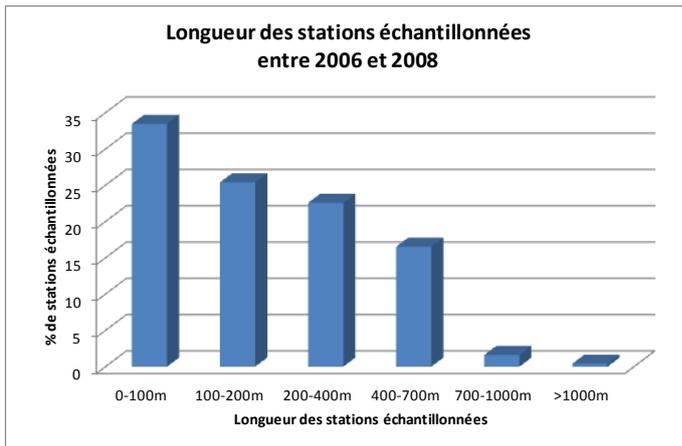
Au total, les prospections de terrain pour la récolte de matériel biologique en vue des analyses génétiques se seront étalées sur 118 journées, dont 74 spécialement dédiées à cette tâche. Un total de 327 opérations de pêche à l'électricité a été réalisé, parmi lesquelles 28 n'ont pas permis la capture de truites. Deux sites ont été échantillonnés par pêche à la ligne sur le bassin de la Loire (Charpassonne).

Un autre problème d'échantillonnage plus difficile à cerner est lié aux conséquences de l'épisode climatique exceptionnel de 2003. La sécheresse accompagnée de la canicule, suivies par des crues centennales en décembre cette année-là sur certains bassins versants ont impacté fortement les populations salmonicoles du département (GACON, 2006). Des densités et un recrutement très faible ont été observés en 2004 ; les classes d'âge 3+ et supérieures étaient donc en 2007 potentiellement affaiblies. L'effort de prospection nécessaire à l'obtention du quota d'adultes

requis a limité à 4 en moyenne le nombre de stations échantillonnées par journée de terrain spécifique à 3 personnes.

b) Stations prélevées

L'ensemble correspond à 200 tronçons de cours d'eau différents, potentiellement indépendant les uns des autres en raison de la présence d'obstacles à la circulation salmonicole. La longueur des stations de pêche de collecte des spécimens varie en fonction des densités de poissons rencontrées. La répartition est assez hétérogène : la valeur médiane est proche de 120m, pour une moyenne de près de 220m. Si les trois quarts des stations s'étalent sur moins de 300m, 16% des pêches ont dû être prolongées sur 400 à 700m, quelques unes approchant 1000m sur les parcours connaissant les plus faibles densités de truites adultes. Un total de 54km de cours d'eau a été pêché à l'électricité pour obtenir les quotas de poissons requis (cf. figure 11).



Longueur correspondante (m)	
Minimum	5
1er quartile (25%)	86
Mediane (50%)	121
Moyenne	217
3ème quartile (75%)	300
Maximum	1800

Figure n°11 : longueur des stations de pêche électrique nécessaires pour la réalisation du plan d'échantillonnage

Les stations d'échantillonnage ont été réalisées pour moitié sur des rivières de petit gabarit à moins de 5km des sources, et moins de 10% des stations en sont éloignées de plus de 20km (cf. figure 12). Cette répartition reflète les caractéristiques des bassins versants du département du Rhône. Le réseau hydrographique est principalement constitué de petit chevelu confluant dans des cours principaux eux-mêmes peu développés avant leur arrivée dans le Rhône et la Saône.

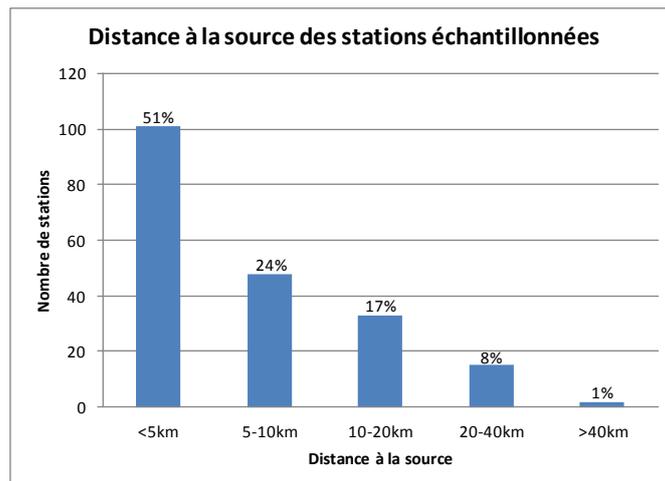


Figure 12 : distance à la source des stations d'échantillonnage

c) caractéristiques des truites prélevées

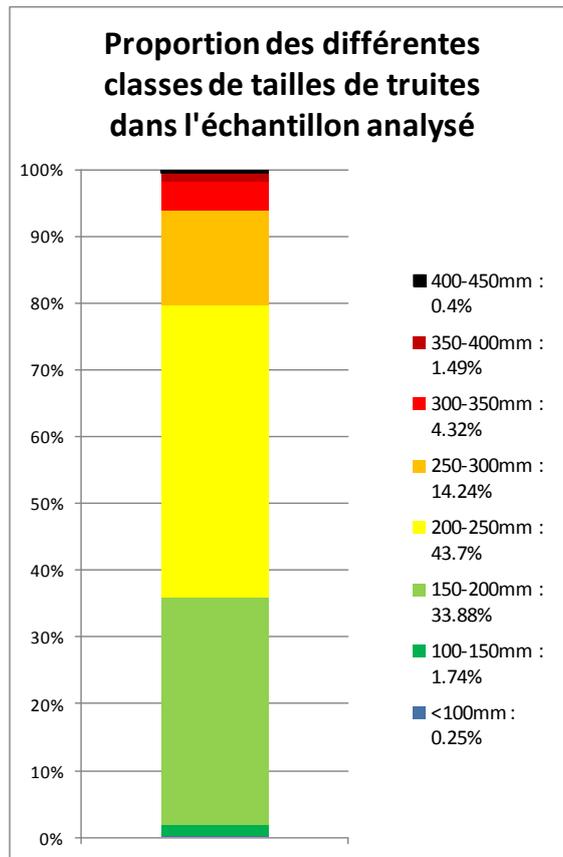
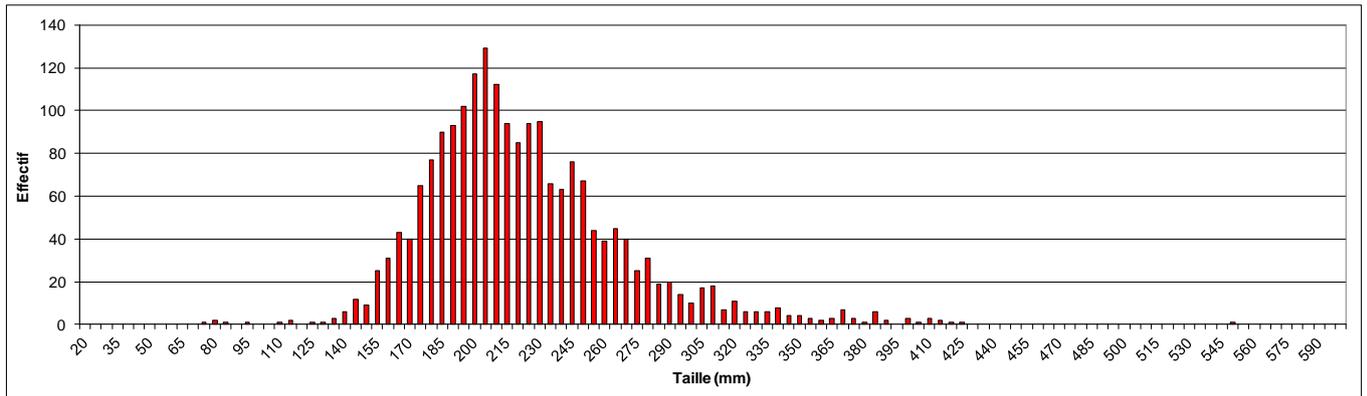


Figure 13 : tailles des 2000 truites prélevées entre 2006 et 2008 ayant fait l'objet des analyses génétiques

Les classes de tailles les plus représentées dans l'échantillonnage concernent les poissons de 18 à 25cm (cf. figure 13). Les poissons de plus de 35cm sont très rares, ils représentent moins de 2% des effectifs. Le spécimen de 55cm, capturé par un pêcheur en 1990, provient du bassin du Fondagny. D'une façon générale, les prises des pêcheurs ne dépassent qu'exceptionnellement les 50cm dans le département du Rhône.

Quelques juvéniles issus de la partie aval du bassin du Garon en relation avec le Rhône ont été intégrés à l'analyse faute d'adultes sur le tronçon de cours d'eau.

Les analyses scalimétriques n'étant pas encore effectuées, il n'est pas possible de définir les proportions des différentes classes d'âge au sein de l'échantillon. Des taux de croissance importants ont été observés dans le cadre de différentes études (Faure, 2006 ; Gacon, 2006), montrant que des spécimens de 20 à 25cm pouvaient appartenir à la cohorte 1+ sur certains bassins.

IV - Caractéristiques des populations de truites fario

1- Variabilité génétique des populations de truites :

	Nombre de tronçons	Str541	Str591	OMM1443	Total
BV Rhône	153	4	20	49	73
BV Loire	47	3	11	42	56
Total	200	4	23	56	83

Azergues	32	4	11	37	52
Brévenne	23	3	13	34	50
Turdine	16	4	7	32	43
Gier Pilat	13	3	9	26	38
Reins	22	2	5	29	36
Soanan	10	4	4	27	35
Ardières	14	3	4	27	34
Beaujolais affluents	13	3	8	20	31
Garon	8	3	5	21	29
Coise	10	3	6	19	28
Yzeron	9	3	6	17	26
Grosnes	11	1	5	20	26
Sornin	7	1	2	20	23
Affluents Loire RG	3	1	5	16	22
Loise Toranche	5	2	3	17	22

Tableau 4 : nombre d'allèles rencontrés sur les trois locus étudiés par grand bassin versant

Au total, 83 allèles ont été observés sur les trois locus étudiés, dont 10 n'ont été repérés que sur le bassin ligérien. Le locus OMM1443 est le plus variable parmi les marqueurs microsatellites testés avec 56 allèles différents ; le locus Str591 montre 23 versions, la plupart étant rencontrées sur le versant rhodanien. Le microsatellite Str541 est le moins variable avec seulement 4 allèles distincts.

La variabilité cumulée observée sur les trois locus est plus élevée sur le versant rhodanien. Le plus faible nombre de tronçons analysés sur le versant Loire, l'utilisation de marqueurs spécifiques des différences entre populations atlantiques et méditerranéennes (Str591 et Str541) sont de premiers éléments d'explication.

La variabilité est également plus élevée au sein des bassins versants salmonicoles de plus grande dimension et où le réseau hydrographique est le plus ramifié : l'Azergues, la Brévenne et la Turdine montrent la plus forte diversité. Le Gier et les affluents rhodaniens du Pilat montrent également une diversité assez importante par rapport aux autres bassins, malgré un nombre de tronçons étudiés assez faible. Le Reins comporte un nombre total d'allèles plus élevé que les autres versants ligériens échantillonnés. Son réseau hydrographique comportant beaucoup de petits affluents isolés par des obstacles mais hébergeant des populations de truites denses, ce secteur a bénéficié d'un effort de collecte plus soutenu. Les têtes de bassins versants ligériennes (Sornin, Loise, affluents rive gauche de la Loire) correspondent à des portions de réseau hydrographique assez réduites, d'où un faible nombre de tronçons étudiés et une diversité moindre.

Le nombre moyen d'allèles par tronçon a été calculé afin de comparer la diversité allélique entre les bassins versants sans l'effet des différences du nombre de secteurs échantillonnés (cf. figure 14). Cette approche permet de visualiser des disparités assez importantes entre les bassins, le classement obtenu montre des divergences nettes entre diversité totale et diversité moyenne au sein des unités hydrographiques.

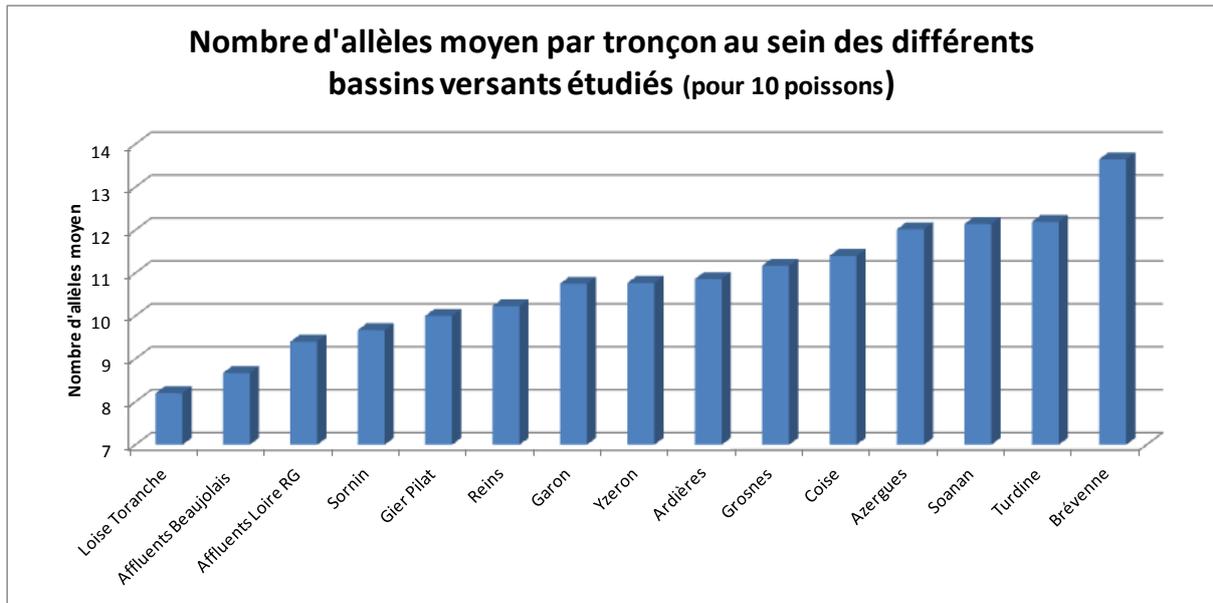


Figure 14 : diversité allélique moyenne des populations étudiées par bassin versant ; cumul des variants observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541 au sein des échantillons par tronçon.

Les populations du bassin de la Loire restent les moins diversifiées. En particulier, les populations de la Loire amont et du ruisseau des Granges ne possèdent que 6 allèles différents par site en moyenne alors que le sous-bassin de la Charpassonne montre davantage de diversité. Les affluents du département de la Loire ainsi que la tête de bassin du Sornin restent parmi les secteurs hébergeant des populations peu variables sur le plan allélique.

Les populations des affluents du Beaujolais, si elles montrent une variété d'allèles cumulée assez classique par rapport à l'ensemble, s'avèrent bien plus pauvres en moyenne par tronçon que sur les autres secteurs. Le cloisonnement des rivières est intense sur ce territoire, les populations de truites sont de petite taille et cantonnées sur les têtes de bassins en raison des pollutions des cours inférieurs. Les populations des cours d'eau du Gier et du Pilat sont dans le même type de situation : malgré une diversité totale élevée, la diversité moyenne par tronçon est nettement plus faible pour les populations isolées au sein des petits ruisseaux de cette région. Cette tendance s'observe également sur le bassin du Reins.

Malgré une superficie importante et un réseau hydrographique ramifié, le bassin de l'Ardières ne se démarque pas des autres secteurs : la variabilité des populations par tronçon est assez moyenne par rapport à l'ensemble.

Les tronçons hébergeant les populations bénéficiant de la plus grande variabilité sont issus de la Brévenne et de la Turdine, et dans une moindre mesure de l'Azergues et du Soanan. Les sous bassins versants de la Brévenne ont une superficie assez importante comparativement aux petits affluents de l'Azergues, et bénéficient d'une diversité allélique plus élevée.

Il semble exister une relation assez étroite entre la dimension des bassins versants ou des réseaux hydrographiques échantillonnés et la diversité allélique rencontrée au sein des populations. Afin de vérifier cette hypothèse, la diversité allélique par tronçon a été confrontée à la distance à la source, donnée également disponible pour chaque tronçon (cf. figure 15). Bien qu'imparfaite pour décrire précisément la taille des milieux dans lesquels les populations évoluent, cette variable en donne une estimation.

On observe un accroissement très net de la diversité allélique lorsque les distances à la source augmentent. Alors que les tronçons localisés à moins de 2.5km des sources comportent entre 9 et 11 allèles distincts sur la moitié des sites, les stations éloignées de plus de 20km des sources en comportent entre 16 et 19. La transition est progressive entre ces deux extrémités, les valeurs médianes du nombre d'allèles observé par site augmentant régulièrement.

Les diversités alléliques les plus faibles et les plus élevées suivent globalement les valeurs médianes. La valeur la plus faible correspondant à la catégorie de distance à la source de 5-10km concerne le cours aval du Bozançon, milieu particulièrement cloisonné hébergeant une population de truite dans un état critique lors des prélèvements. Seule une centaine de spécimens d'âge >0+ était recensée en 2008 (PARROT, 2008).

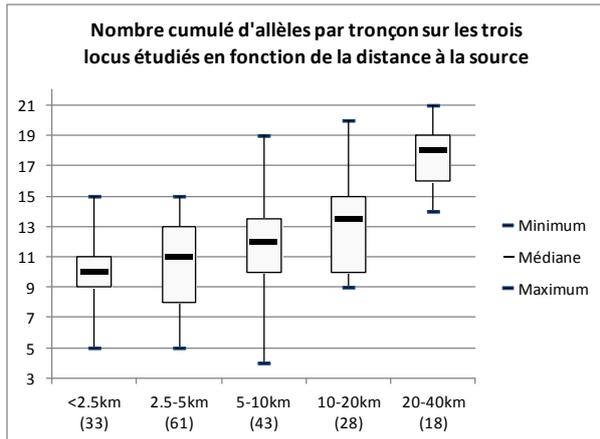
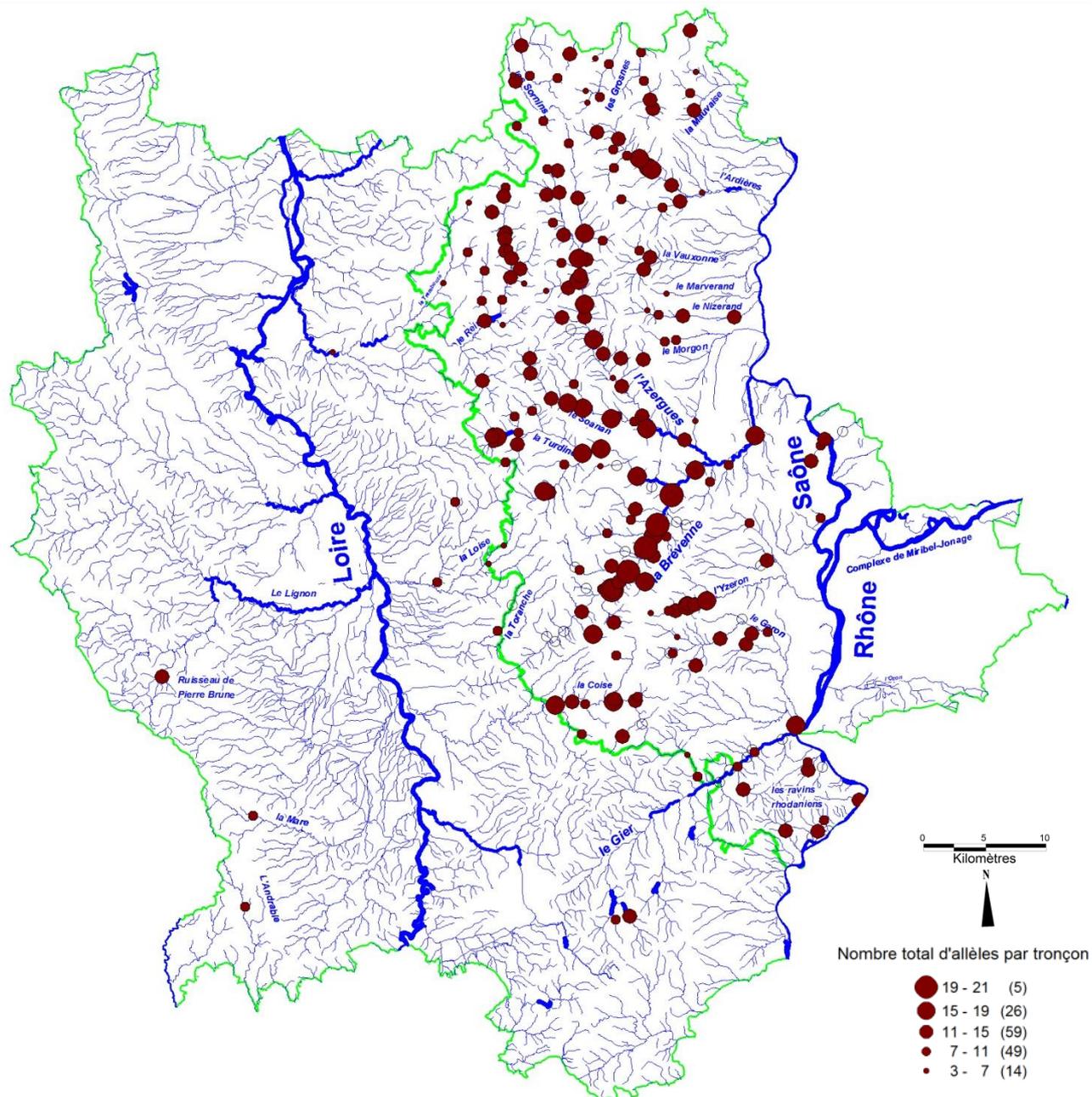


Figure 15 : diversité allélique des populations étudiées en fonction de la distance à la source ; cumul des variants observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541 au sein des échantillons par tronçon. (Les limites hautes des boîtes correspondent à 75% des valeurs, les limites basses à 25% ; les moustaches correspondent aux valeurs extrêmes)

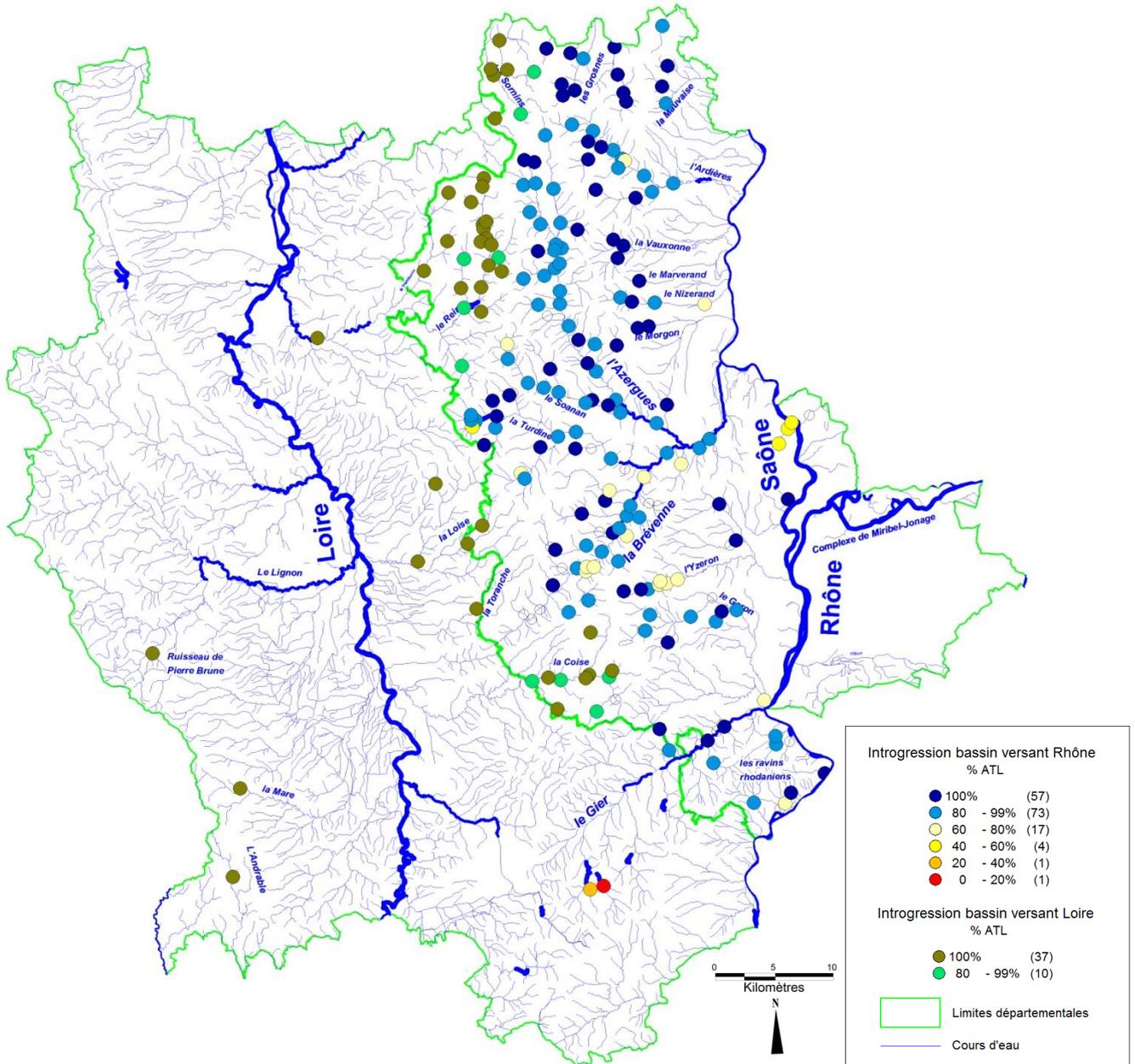
La diversité allélique dépend étroitement du nombre de géniteurs présents au sein des différents tronçons étudiés : une quantité d'adulte plus importante est susceptible de contenir et maintenir davantage d'allèles différents au sein d'une population qu'un petit groupe de spécimens mûres. La fragmentation des milieux aquatiques par les obstacles artificiels conduit à l'isolement géographique d'une multitude de petites populations en tête de bassin versant, contenant une diversité génétique réduite. Les populations aval bénéficient des apports d'allèles de ces isolats, et possèdent une diversité génétique supérieure (cf. carte 6).

Les réseaux hydrographiques des cours d'eau étudiés sont de faible taille, peu différenciés naturellement sur les plans hydrologiques, climatiques et topographiques. En raison de l'absence d'obstacles naturels, les truites devraient pouvoir effectuer des migrations dans la totalité des rivières et des affluents étudiés au sein de chaque bassin, ce qui permettrait théoriquement d'homogénéiser les structures génotypiques observées sur le chevelu ou sur les parties aval des cours d'eau. La situation décrite est très différente, il existe un gradient de diversité allélique amont aval très marqué. Les effets du cloisonnement des cours d'eau du département du Rhône sont visibles au niveau de la structure génétique des populations.



Carte 2 : diversité allélique des populations étudiées; cumul des variants observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541 au sein des tronçons de cours d'eau

2- Taux d'allèles atlantiques et méditerranéens (ATL et MED)



Carte 7 : résultats d'analyses génétiques des populations de truite échantillonnées en 2006/2007/2008, introgression sur les bassins versants Loire et Rhône

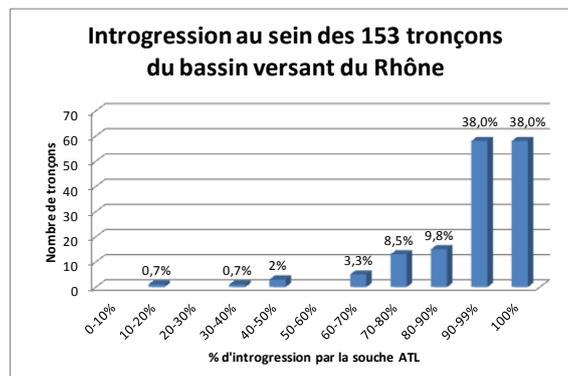


Figure 16 : taux d'introgession par les allèles atlantiques des populations de truites sur les tronçons de cours d'eau rhodaniens étudiés entre 2006 et 2008

La carte 7 présente les résultats d'analyse du génotype des poissons sur le plan de l'introggression des populations : des versants méditerranéens par les allèles de souche atlantique d'une part, et inversement l'introggression des populations des versants ligériens par les allèles méditerranéens. La figure 16 synthétise les résultats côté versant méditerranéen.

Les populations de truites des versants rhodaniens sont de souche atlantique à plus de 91% en moyenne. Seuls 5 tronçons possèdent plus de 50 % d'allèles MED. L'affluent de la Saône, le ruisseau de Thou montre des taux de 50 à 57.5% sur 3 secteurs étudiés. Cependant, il s'agit dans ce cas d'une introduction de poissons du début des années 2000 réalisée par des riverains à partir de poissons de pisciculture (J-M. Olivier, com. pers.). En revanche, le Jarret (62.5%) et surtout sa rivière mère le Gier dans sa zone de source (87.5%) dévoilent une véritable population de truites autochtones.

On pourra citer le Charveyron (40%) et le Trésoncle (38.4%) sur le bassin Brévenne Turdine, qui compte quelques tronçons gardant des gènes MED, également la goutte du Soupat (30%), le ruisseau de Lamblais. On notera également l'Yzeron aval qui reste au dessus des 25% de gène MED. Le ruisseau des Andilleys dans le bassin de l'Ardières est aussi dans ce cas. Le tronçon aval du Garon est un cas particulier puisque le bassin versant est largement dominé par les allèles atlantiques, mais sur le secteur en contact avec le Rhône les fréquences alléliques méditerranéennes dépassent 31%. Les juvéniles prélevés sur ce site sont donc issus de la reproduction de géniteurs migrant depuis le Rhône, certains montrent des génotypes 100% MED.

On note une persistance des allèles MED sur d'autres affluents du bassin de la Brévenne (12 à 23% dans le Conan, la Turdine, le Torranchin, le Buvet, le Rossand aval ...) et sur la Brévenne elle-même en amont de la confluence avec la Turdine, sur la partie apicale du Soanan (24%) ainsi que dans le Reynard (22%), affluent du Rhône du massif du Pilat.

On observe qu'environ 40% des secteurs de rivières échantillonnés comportent exclusivement la souche ATL. Certaines portions des bassins du Garon, du ruisseau de Charbonnières (BV Yzeron), des Grosnes, de la Mauvaise, des rivières du Beaujolais de même qu'un certain nombre d'affluents de la Brévenne, de l'Azergues et du Soanan sont 100% ATL dans leur cours le plus amont.

Sur les versants ligériens, on note la présence d'allèles méditerranéens au sein de 20% des tronçons : la Coise en particulier, le Reins aval et quelques-uns de ses affluents, les secteurs les plus amont du Sornin sont concernés. Les transferts historiques de truites d'un versant à un autre pour diverses raisons (sauvetages, tentatives d'introduction...) et les caractéristiques des poissons utilisés lors des déversements d'alevins peuvent expliquer cela. Notamment, tous les sites concernés sont localisés sur ou sont en contact avec d'anciens ruisseaux pépinières (cf. carte 4, p20).

3- Différentiation inter bassins

a) Populations singulières

Afin d'obtenir une première comparaison de la structure génétique des bassins versants, les fréquences alléliques moyennes des trois locus des différents tronçons ont été soumises à une analyse en composantes principales (ACP ; figure 17). Les sous bassins versants possédant des populations aux caractéristiques génétiques particulières sont mis en évidence sur la figure suivante.

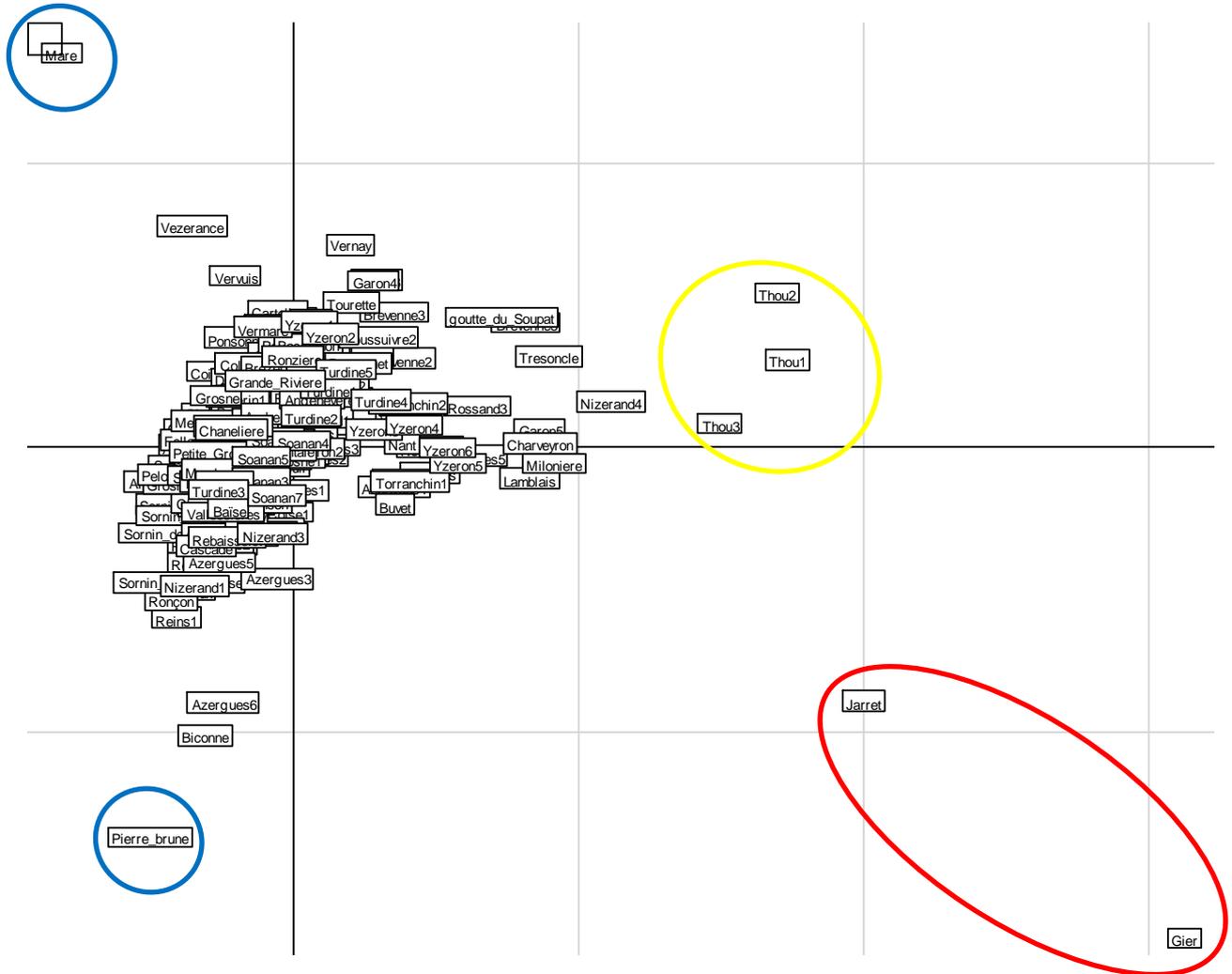


Figure 17 : ACP réalisée sur l'ensemble des tronçons discriminés par leurs fréquences alléliques moyennes aux locus OMM1443, Str591 et Str541

Le premier axe horizontal semble opposer les populations de caractère méditerranéen aux populations de souches ligériennes. Cependant, trois sous bassins se distinguent très nettement, ce qui écrase la variabilité éventuellement observable sur le reste des tronçons, agglomérés au centre de la figure.

Le Gier amont et son affluent le Jarret (cercle rouge) se différencient en toute logique, leur caractère autochtone du bassin méditerranéen se révèle notamment sur le premier axe de l'analyse (axe horizontal). Les truites du Jarret, plus introgressées, se différencient toutefois nettement des poissons du ruisseau de Thou issus de pisciculture (cercle jaune), eux aussi introgressés.

Deux des trois affluents rive gauche de la Loire révèlent leurs particularités génétiques : la Mare et le ruisseau de Pierre Brune (cercles bleus) sont positionnés à l'opposé du bassin du Gier amont sur l'axe horizontal, et de part et d'autre du second axe de l'analyse (vertical) démontrant leur différences à l'intérieur du versant Loire.

Afin de se concentrer sur les différences entre les autres tronçons, ces secteurs seront exclus des analyses suivantes.

b) Comparaison entre populations du Rhône et de la Loire

Comme vu précédemment, les populations des versants rhodaniens sont très largement introgressées par les souches atlantiques. Les différences éventuelles subsistant entre populations ligériennes et populations rhodaniennes introgressées par des souches atlantiques sont illustrées par une analyse factorielle des correspondances (AFC), présentée sur le graphe ci-dessous (figure 18).

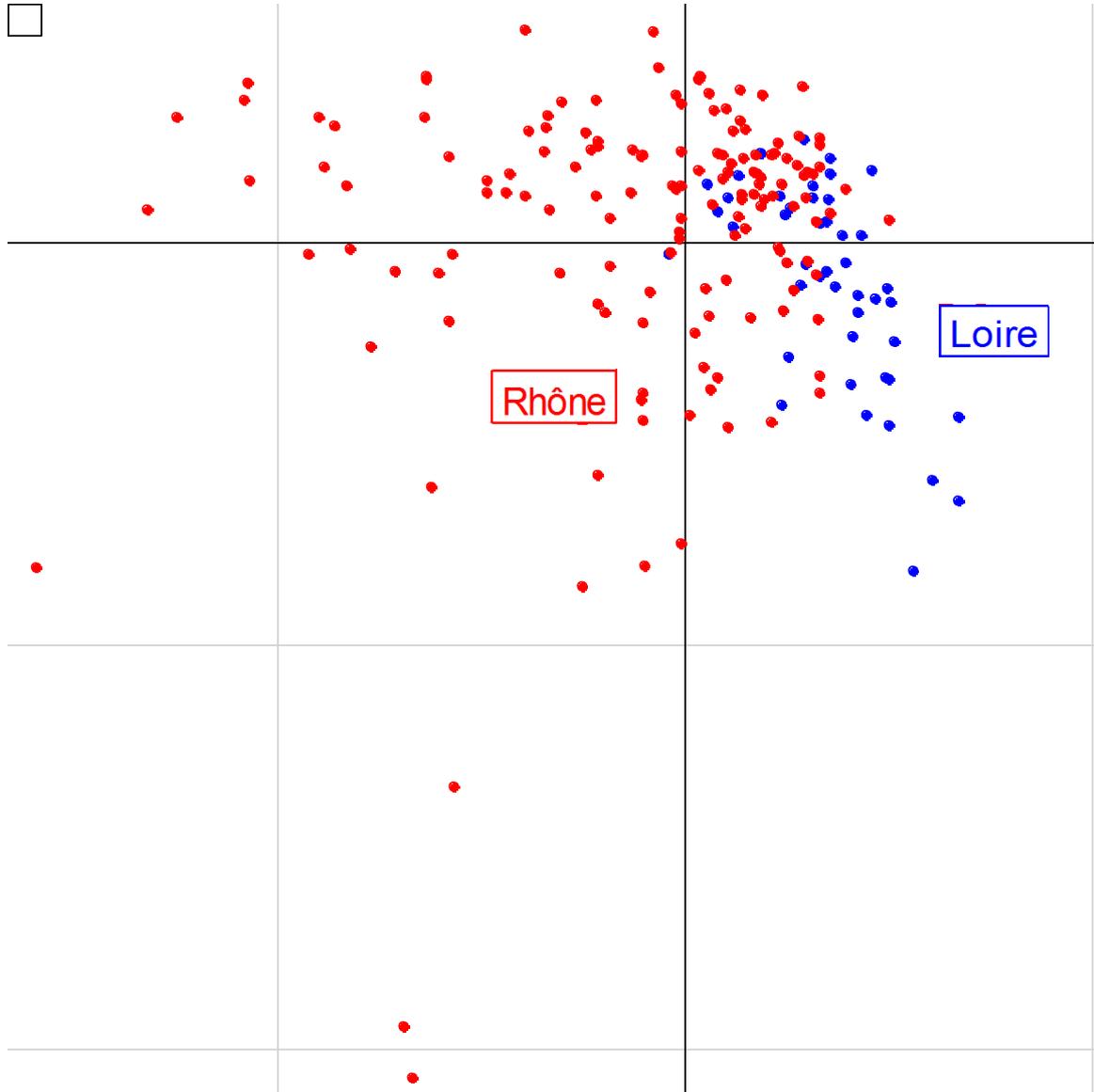


Figure 18 : AFC réalisée sur l'ensemble des tronçons (hors populations singulières) discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541

Les populations ligériennes (points bleus) sont cantonnées sur la partie droite du premier axe horizontal de l'analyse. Une partie de ces populations s'étend sur le second axe vertical vers la partie inférieure du graphique de façon bien distincte du reste des tronçons. Les populations des versants rhodaniens (points rouges) occupent la zone gauche de l'espace défini sur la figure et se mélangent pour partie aux populations de la Loire (coin supérieur droit en particulier).

Des différences génétiques semblent donc toujours exister entre certaines populations des bassins versants de la Loire et les populations des versants rhodaniens fortement introgressées ou remplacées par les souches atlantiques.

c) Comparaison entre les différents sous bassins versants

Pour affiner la précédente analyse, les tronçons ont été regroupés en fonction de leur appartenance aux différents sous-bassins versants du secteur d'étude sur l'AFC présentée précédemment (cf. figure 19). Les résultats de ce regroupement apparaissent dans la figure suivante.



Figure 19 : AFC réalisée sur l'ensemble des tronçons (hors populations singulières) discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541- regroupement par sous bassins versants

Le recoupement des ellipses d'inertie est important, mais les grands bassins versants s'identifient quelque peu sur les deux axes de la figure. La Brévenne, la Turdine, l'Yzeron, dans une moindre mesure le Soanan conservant des populations avec quelques allèles typiques des versants méditerranéens occupent la partie gauche de la figure. A l'opposé, les populations de truites ligériennes du Reins, du Sornin et de l'Andrable (affluent Loire rive gauche) occupent la partie droite du graphe. Entre ces deux pôles, les populations du bassin de l'Azergues se distinguent sur l'axe vertical de l'analyse.

En revanche, les populations de l'Ardières, du Beaujolais et des affluents du Gier sont peu distinctes sur le graphe. Elles semblent se retrouver dans une zone de convergence entre toutes les différentes populations du département.

Les populations de la Coise, des bassins Loise et Toranche se retrouvent un peu plus à droite de l'axe horizontal à mi-chemin entre les populations ligériennes précédemment citées et ce dernier groupe de bassins peu distincts, en compagnie des populations des Grosnes.

La gestion des ruisseaux pépinières de la fin du XXème siècle ayant fait appel à des truites de provenances identiques réparties entre les différents bassins, et cette gestion ayant concerné des tronçons isolés par des obstacles infranchissables, il est possible que les génotypes des spécimens introduits aient persistés et présentent actuellement des similitudes. Cela pourrait contribuer à expliquer certains points communs entre les différents bassins versants observés sur la figure 19. Une ACP et une AFC sont réalisées en distinguant les ruisseaux pépinières du Rhône (RPR) et de la Loire (RPL) au sein de l'ensemble des données (cf. figure 20).

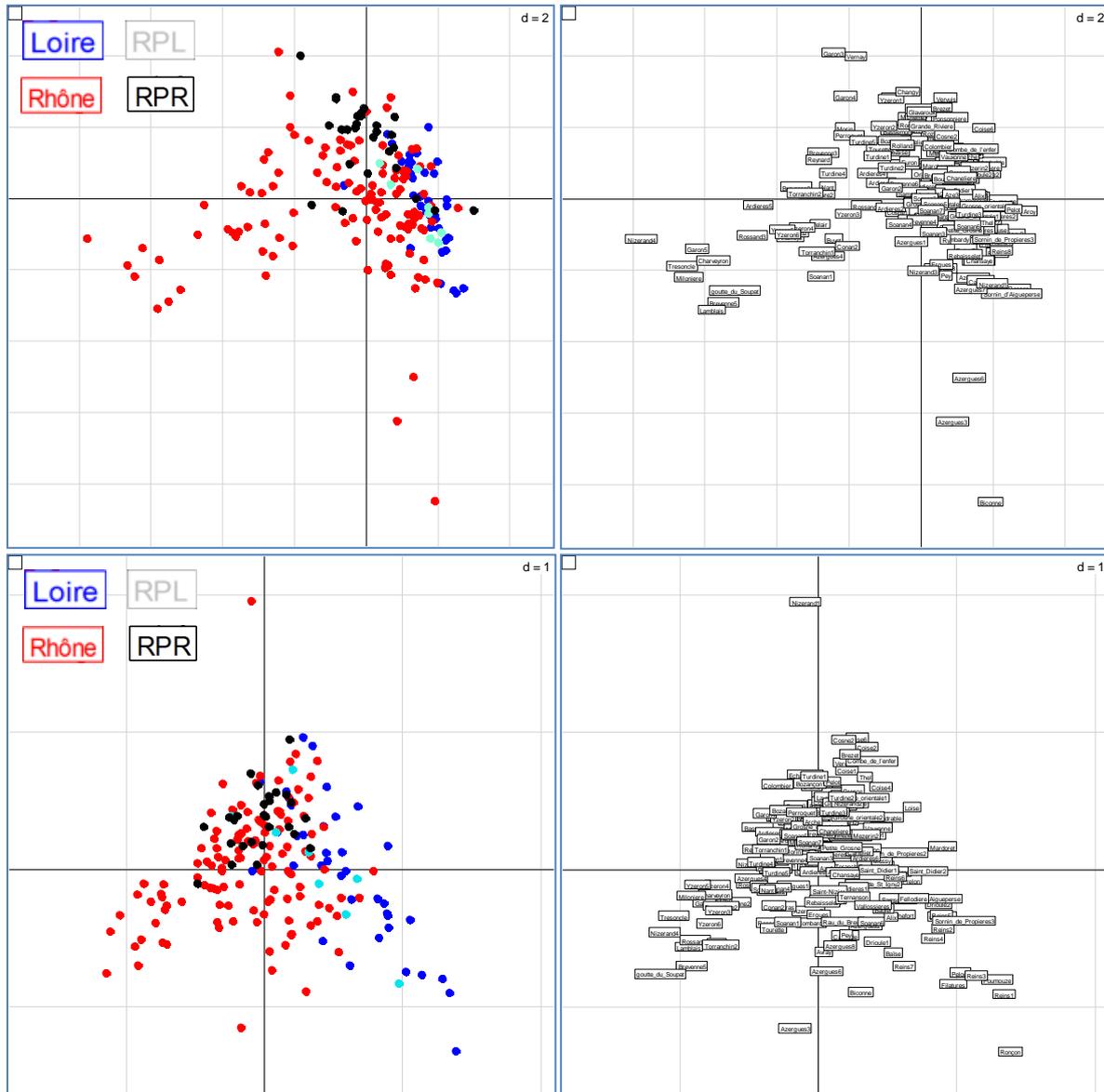


Figure 20 : ACP (en haut) et AFC (en bas) réalisées sur l'ensemble des tronçons (hors populations singulières) discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541

Les ruisseaux pépinières apparaissent effectivement regroupés sur les deux figures et occupent la zone commune aux sous bassins versants du département.

On note que certains ruisseaux pépinières de la Loire se différencient de ceux du Rhône, étant plus proches des tronçons ligériens. C'est le cas notamment du ruisseau des Filatures, affluent du Reins au sein duquel des alevins étaient toujours capturés en nombre lors des pêches électriques à objectif pépinière (A. Luyat, com. pers.) malgré les « vidanges » régulières : une dynamique de population de la souche du Reins se serait probablement maintenue sur le ruisseau, permettant de conserver des caractéristiques génétiques plus typiques du bassin.

Les tronçons historiquement soumis à la gestion de type ruisseau pépinière hébergent donc en majorité des populations de souche relativement homogène issue de pisciculture. Ces secteurs

contribuent à limiter la différenciation entre bassins versants, d'autant plus qu'ils sont situés en amont d'obstacles artificiels infranchissables et alimentent par dévalaison les populations aval des bassins.

d) Distinction sous bassins versants de la Loire / ruisseaux pépinières du Rhône

Les bassins versants de la Loire sont retenus dans les analyses suivantes. Dans un premier temps, ils ont été comparés aux secteurs de ruisseaux pépinières du Rhône dont l'introggression est quasi-totale (99% en moyenne, et remplacement total de la souche MED sur 80% de ces tronçons). L'ACP suivante montre les différences entre ces populations (cf. figure 21).

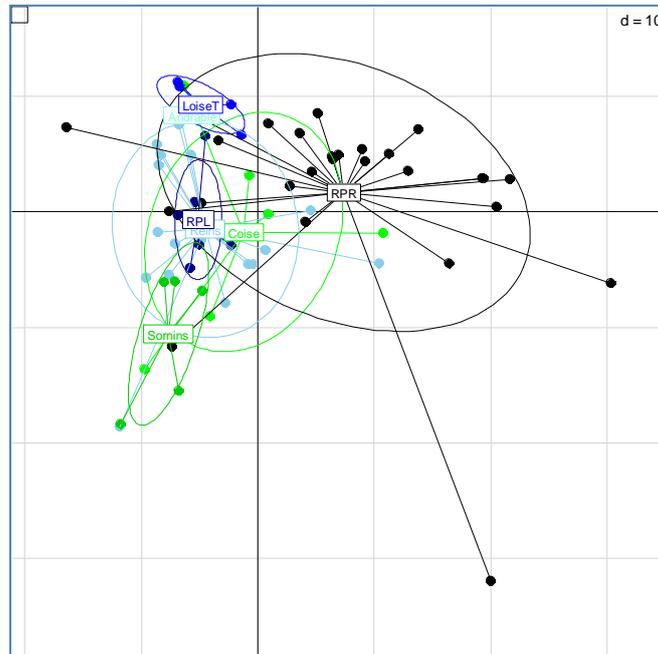


Figure 21 : ACP réalisée sur l'ensemble des tronçons ligériens (hors populations singulières) et ruisseaux pépinières du département du Rhône discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541- regroupement par sous bassins versants

Le premier axe (horizontal) oppose les ruisseaux pépinières du Rhône à l'ensemble des tronçons ligériens. Le second axe oppose le bassin du Sornin à ceux de Loise-Toranche et Andrable. Les tronçons de la Loire sont assez nettement différenciés des souches de piscicultures utilisées pour les ruisseaux pépinières notamment par le locus Str591, l'allèle 152 étant plutôt caractéristique des souches issues d'anciens ruisseaux pépinières rhodaniens. La suite des analyses se concentrera sur les seuls versants ligériens.

e) Distinction entre les sous bassins versants de la Loire

Sur les seules données des versants de la Loire, on retrouve avec l'ACP de la figure 22 l'opposition entre les Sornins et les bassins Loise/Andrable (notamment sur le locus OMM1443, l'allèle 198 étant plus caractéristique de la Loise et de l'Andrable, l'allèle 204 marquant le bassin du Sornin). Une distinction s'opère entre les populations du bassin du Reins et celles des ruisseaux pépinières ligériens. La Coise, peu différenciée sur cette figure est plus nettement séparée sur l'AFC (figure 22 à droite) par l'axe vertical. La Coise se retrouve du côté des affluents amont de la Loire (Andrable et Loise/Toranche) par opposition avec les affluents de l'aval du barrage de Villerest, Reins et Sornin.

Les points correspondant aux ruisseaux pépinières se retrouvent en général près des axes, assez peu différenciés par rapport aux autres bassins versants.

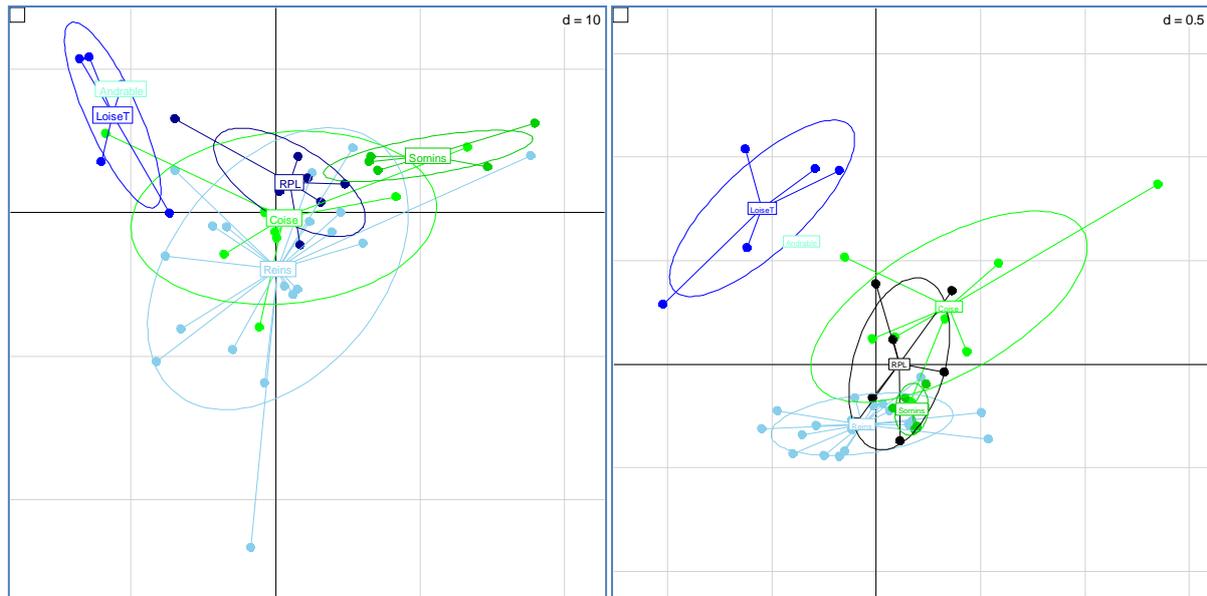


Figure 22 : ACP (à gauche) et AFC (à droite) réalisées sur l'ensemble des tronçons ligériens (hors populations singulières) discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541 - regroupement par sous bassins versants

f) Distinction entre quelques sous bassins versants du Rhône introgressés

Les sous bassins versants les moins distincts sur la figure 19 font l'objet d'une ACP. On retrouve sur l'axe horizontal une distinction entre les populations des anciens ruisseaux pépinières et celles de l'Ardières (cf. figure 23), qui conserve des allèles à caractère méditerranéen ainsi que des fréquences alléliques spécifiques sur le locus OMM1443.

Le second axe de la figure discrimine les populations du Garon et des Grosnes, sur les fréquences alléliques des locus Str591 et 541. Historiquement, le Garon était géré par des sociétés privées, il est donc probable que les souches déversées au sein de ce bassin aient été différentes de celles diffusées par le CSP, la Fédération et les AAPPMA. Les Grosnes restent proches de la Coise positionnée à titre indicatif sur le graphe, le premier axe les distingue quelque peu.

Les petits affluents du Beaujolais ainsi que les affluents du Gier rhodanien ne montrent pas de caractéristiques particulières. Ces petites populations issues vraisemblablement de différentes souches de piscicultures ne sont jamais regroupées par les différentes analyses réalisées, il ne semble pas exister de lien ni de points communs entre elles.

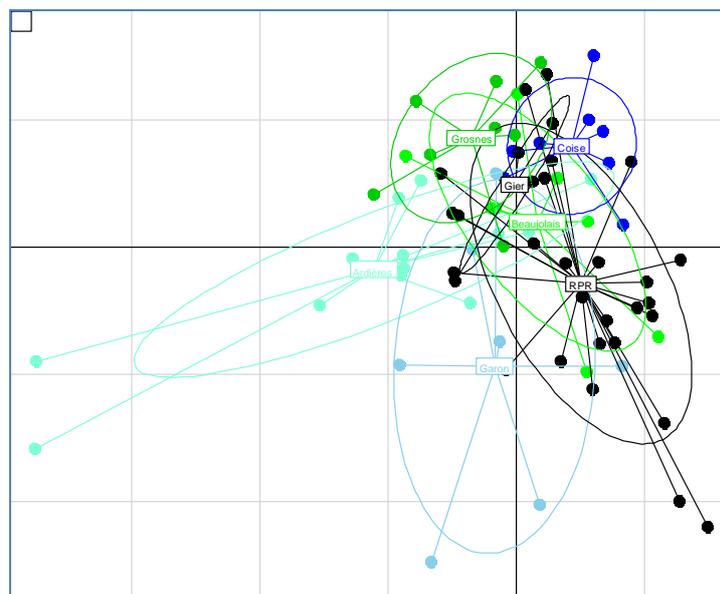


Figure 23 : ACP réalisée sur des tronçons de sous bassins versants introgressés du Rhône et un bassin versant de la Loire (Coise) discriminés par les allèles observés aux locus OMM1443, Str591 et Str541

Les caractéristiques génétiques les plus remarquables sur les populations de truites étudiées concernent les populations du département 42, avec la souche autochtone du Gier d'une part, et les populations ligériennes échantillonnées des bassins du Lignon et de la Mare.

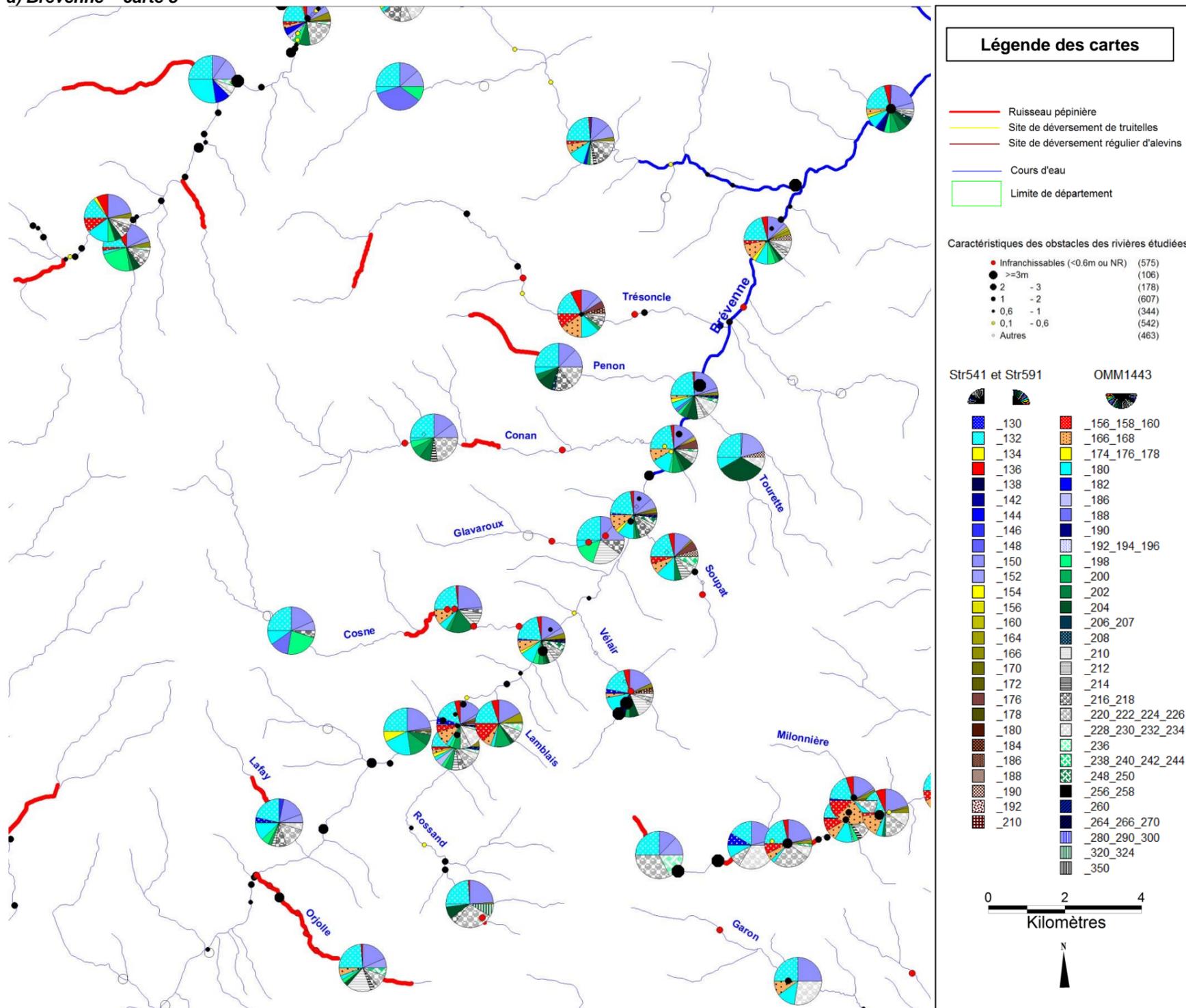
Malgré le remplacement probable des souches natives sur la quasi-totalité des versants rhodaniens par des souches d'élevage, des particularités subsistent entre les différents bassins versants du département du Rhône, également au sein des versants ligériens. La diversité et les variations de fréquences alléliques permettent de regrouper les tronçons étudiés au sein de leurs bassins versants respectifs.

Les populations ayant été soumises aux pratiques des ruisseaux pépinières semblent avoir été très fréquemment remplacées par les souches utilisées en pisciculture. Cet état de fait perdure et contribue à l'homogénéisation du patrimoine génétique entre les différents bassins versants.

4- Approche géographique locale : composition génétique par bassins versants

Les cartes suivantes permettent de distinguer la diversité des génotypes entre les segments de cours d'eau étudiés. Les proportions des différents allèles existant au sein de l'ensemble des truites analysées sur chaque site d'échantillonnage apparaissent au sein des camemberts figurés. Les informations concernent une dizaine de poissons pour trois locus différents, les résultats ne sont donc pas exhaustifs mais fournissent une bonne indication des génotypes rencontrés.

a) Brévenne – carte 8



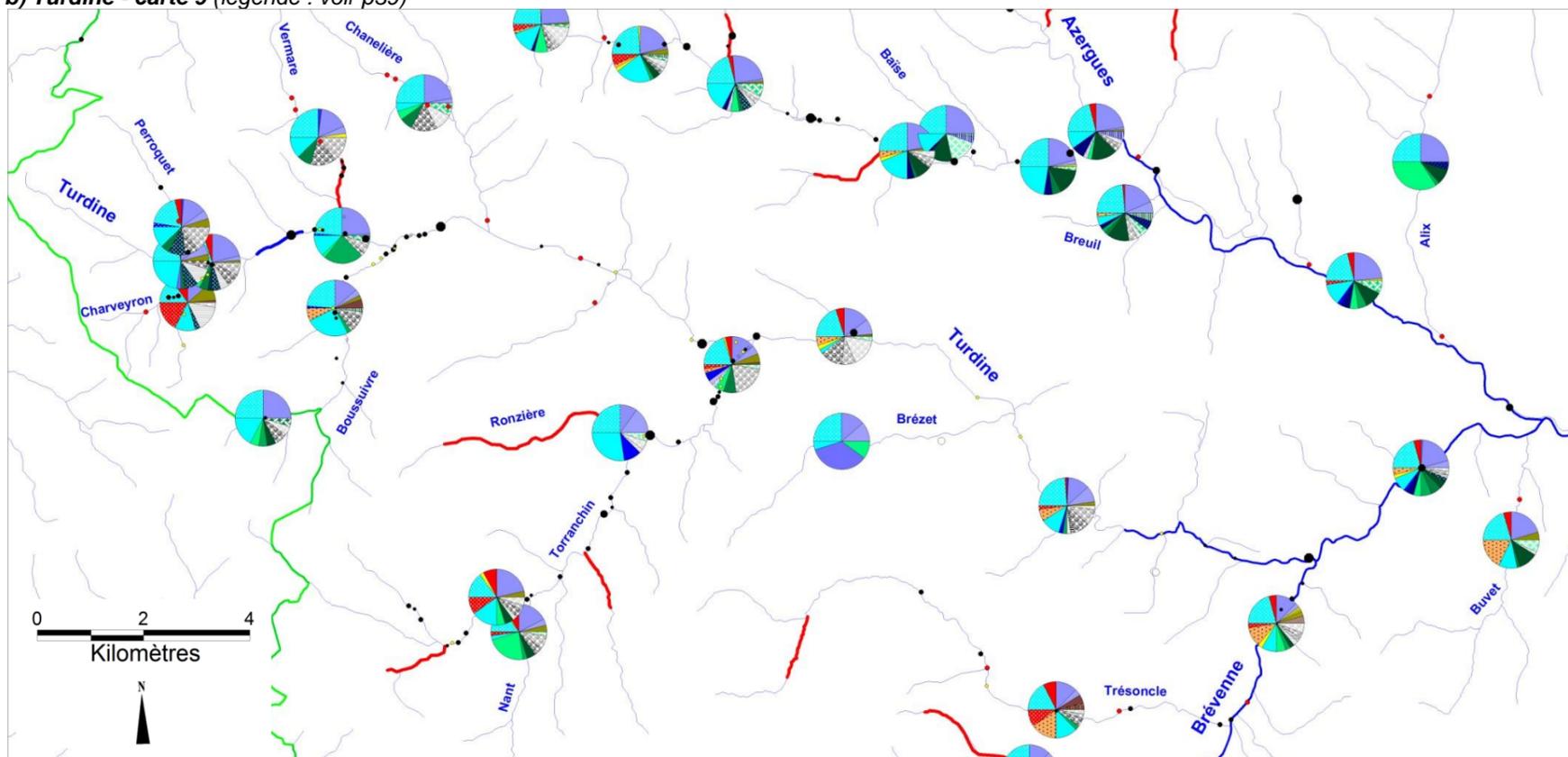
La segmentation du réseau hydrographique de la Brévenne se retrouve assez nettement dans la composition génétique des populations. Les populations des affluents se différencient : l'Orjolle, le Lafay, le Rossand amont, le Cosne amont, le Glavaroux, le Conan amont mais aussi Penon, Tourette n'ont que peu de points communs avec leurs cours aval ou le cours de la Brévenne lui-même. Ces populations sont vraisemblablement fortement influencées par les souches d'élevages, la plupart des sites étant localisés d'anciens ruisseaux pépinières. Le ruisseau de Tourette montre une variabilité particulièrement faible : ce petit bassin subit une pollution domestique forte le rendant apiscicole sur la plus grande partie de son linéaire, sa population est très réduite.

Des similitudes s'observent entre le ruisseau de Lamblais, l'aval du Rossand, la goutte du Soupât et la Brévenne dans ce secteur médian du bassin. Des échanges d'individus ont peut-être pu avoir lieu lors de crues exceptionnelles, remettant en connexion le bas de ces affluents avec le cours principal ce qui expliquerait la diversité allélique assez élevée sur l'aval des ruisseaux. Ces ruisseaux de bonne qualité biologique sont également assez productifs en alevins lorsque la reproduction de la truite se déroule dans de bonnes conditions, ils apportent probablement une quantité de spécimens importante au cours principal.

Le Trésoncle qui bénéficie d'un taux d'allèles MED important semble influencer le génotype des truites en aval de Sain Bel, avec également les apports de l'amont du bassin. Ce cours d'eau de bonne qualité était le seul affluent connecté directement à la Brévenne et hébergeant une population salmonicole en aval du seuil majeur situé sous le Penon. Ce seuil a été équipé d'une passe à poissons en 2010.

En aval de l'Arbresle, l'influence des géniteurs issus de l'Azergues est également observable (marqueurs bleus foncés sur la figure).

b) Turdine - carte 9 (légende : voir p39)

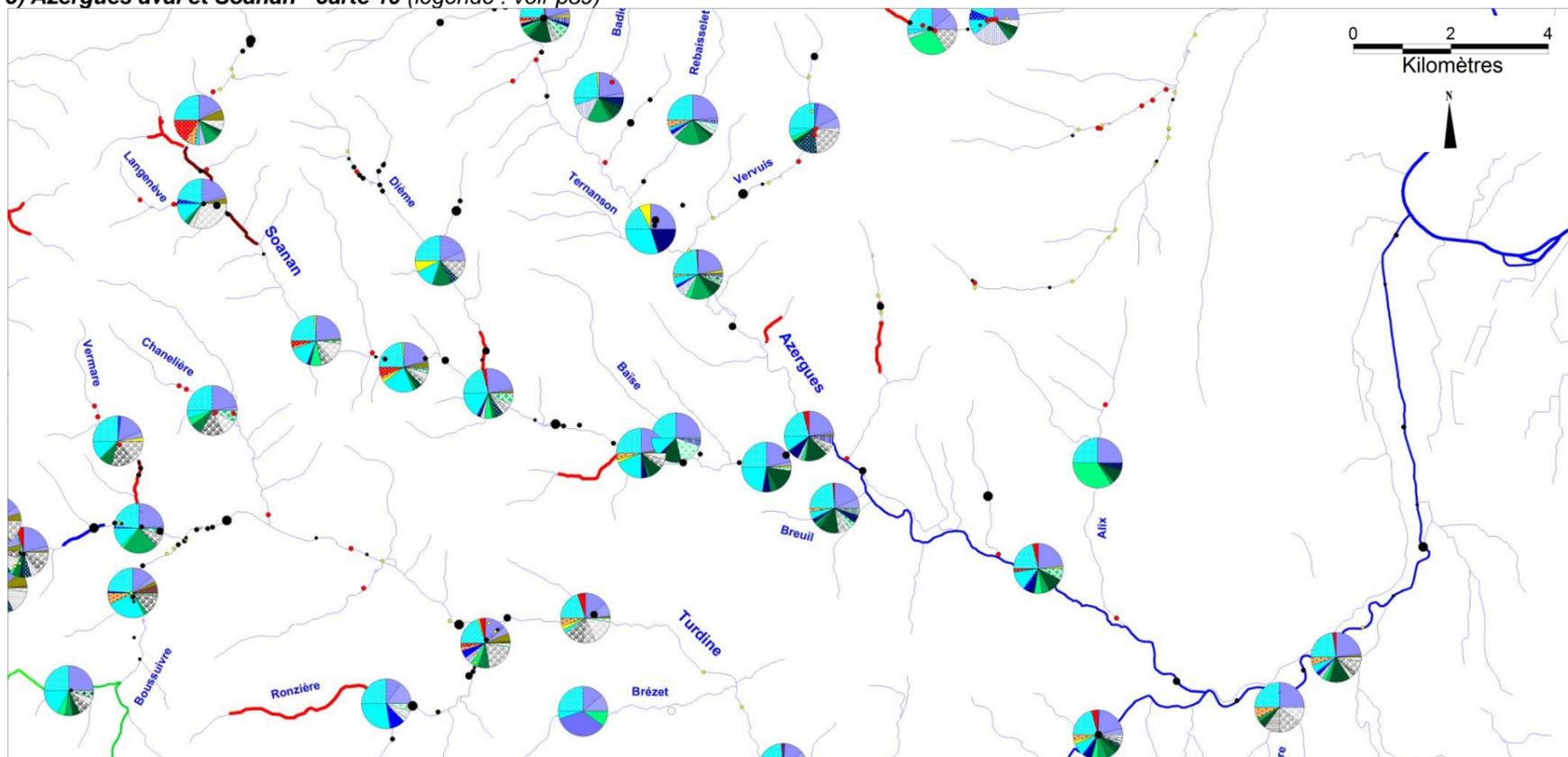


La Turdine était apiscicole pendant de nombreuses années en aval de Tarare. La reconquête de la qualité de ses eaux permet depuis quelques années le redéveloppement de la truite. Visiblement et comme on pouvait le prévoir, les populations sources de la reconquête de la partie aval du bassin étaient issues du Torranchin et des ruisseaux localisés en amont de Tarare : Vermare, Chanelière, Boussuivre.

On observe des populations atypiques totalement atlantiques sur le Brézet, de même sur le Ronzière (affluent du Torranchin), le Vermare, le Chanelière, le Boussuivre amont. Ces populations introduites là encore au sein d'anciens ruisseaux pépinières pour deux d'entre elles se maintiennent en raison du cloisonnement du réseau hydrographique.

Entre le barrage de Joux et Tarare, la Turdine bénéficie des apports du Boussuivre et du Vermare. En amont de ce barrage, les populations sont isolées et conservent des spécificités. En particulier, le Charveyron encore plus isolé montre un taux important d'allèles méditerranéens. L'amont du Torranchin est également moins introgressé, des échanges semblent possibles entre le Nant et le Torranchin.

c) Azergues aval et Soanan - carte 10 (légende : voir p39)



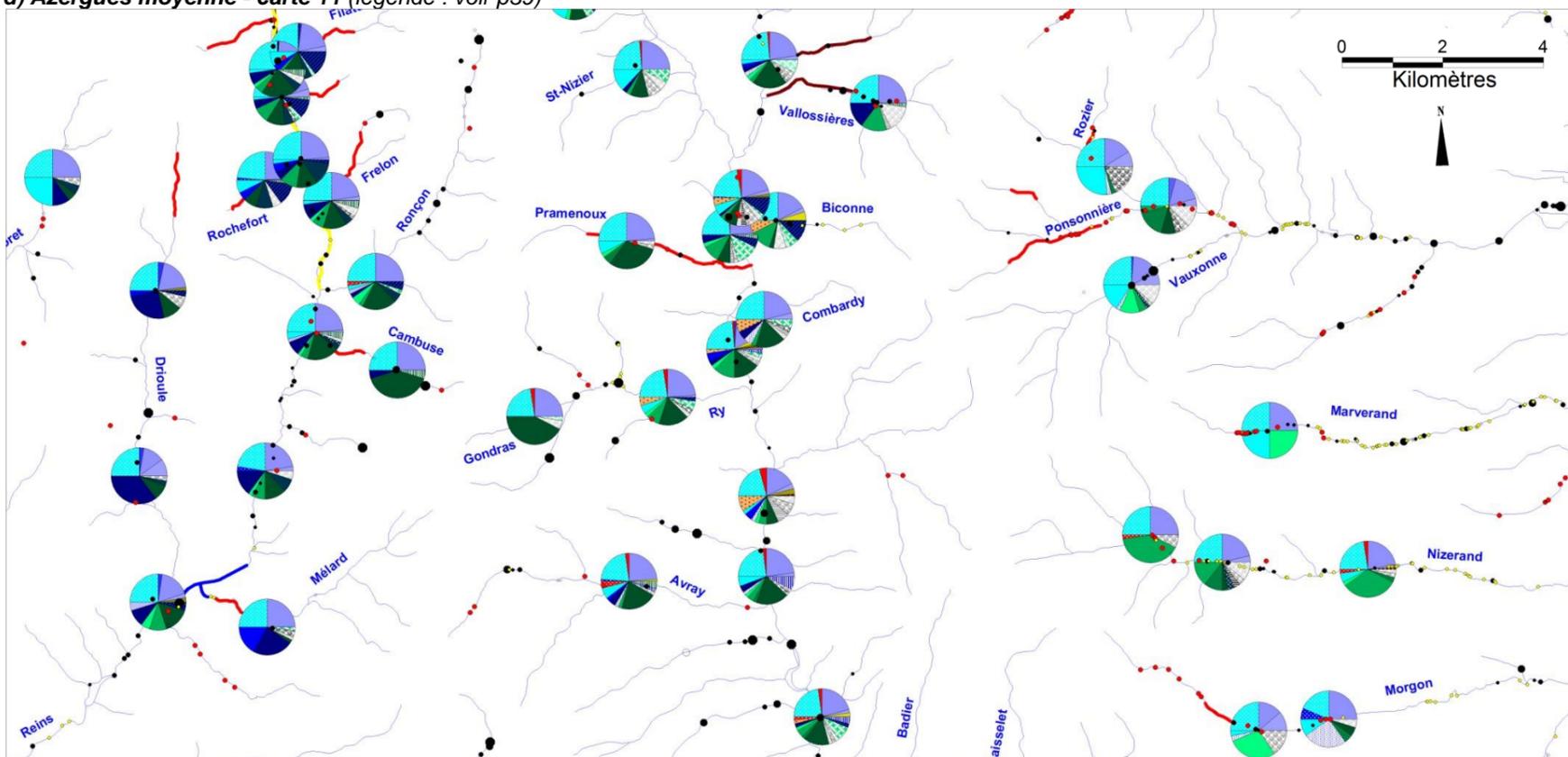
Le Soanan possède son lot de populations isolées issues directement de souches d'élevage : le Langenève, le Dième, la Baïse en sont des illustrations. L'extrême amont du bassin conserve au contraire un caractère plus méditerranéen. Sous Valsonne, la population reçoit l'héritage génétique de ces deux types de souche, puis les apports particuliers du ruisseau de Dième sont également observables dans le tronçon de Soanan adjacent.

Autour de la Baïse, sur des tronçons à déficit hydrologique assez prononcé certains étés (assecs récurrents) et très cloisonnés, la diversité génétique semble amoindrie. Les apports de la Baïse semblent significatifs sur le tronçon du Soanan correspondant.

Un lien existe entre la population de la basse Azergues et celle du Vavre, ce dernier alimentant probablement l'Azergues en juvéniles. Le ruisseau d'Alix, à la population atlantique, se distingue également mais son influence paraît marginale sur le tronçon de l'Azergues en connexion. Le ruisseau du Breuil montre une diversité allélique élevée, similaire au cours principal ce qui indiquerait des échanges possibles avec l'Azergues, cela reste à vérifier.

En amont de la confluence avec le Soanan (où se retrouvent les influences génétiques des deux cours d'eau principaux), les affluents isolés montrent toujours leur spécificité. La population du Terranson est en particulier très homogène génétiquement, le Vervuis montre des allèles singuliers. Le Badier et le Rebaisselet, affluents de bonne qualité, semblent influencer significativement la composition de la population de truite de l'Azergues en aval de leur confluence.

d) Azergues moyenne - carte 11 (légende : voir p39)



Le ruisseau d'Avray montre une composition génétique assez diversifiée, et il semble influencer le tronçon de l'Azergues en connexion ainsi que le tronçon de Chamelet. Cela étant, on observe sur l'Azergues une modification de la composition génétique en amont du seuil de Chamelet avec une tendance à la baisse de la diversité allélique. Le seuil de 3m de hauteur est un ouvrage bloquant probablement toute remontée des populations aval plus diversifiées.

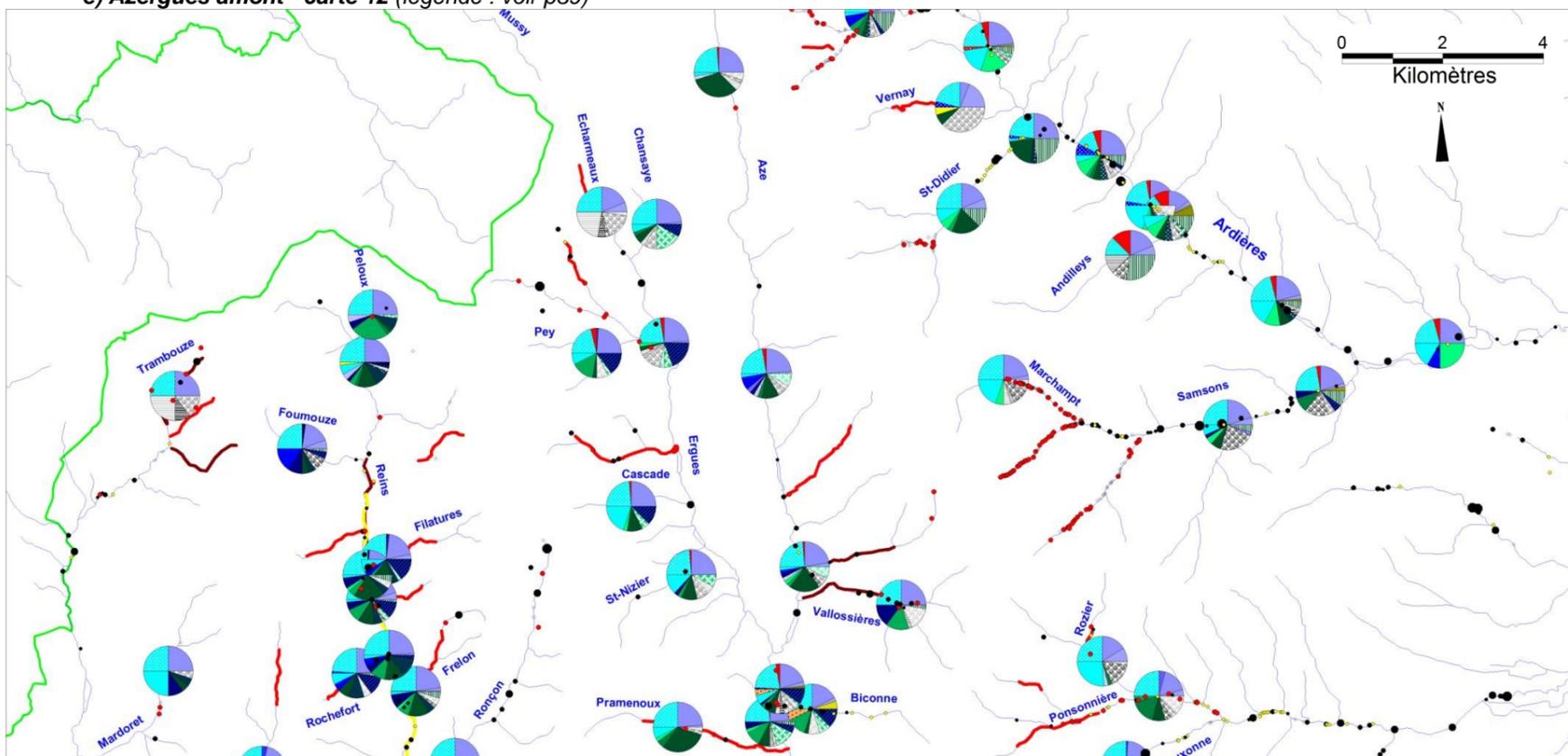
Au niveau de Chambost-Allières et en amont du seuil du bourg de Lamure, les fréquences alléliques varient, on note un léger accroissement des proportions d'allèles méditerranéens. L'explication est le déversement depuis 2006 par l'AAPPMA locale de quelques milliers d'alevins provenant d'une pisciculture de l'Ain (Château Gaillard), hybrides atlantiques/méditerranéens, quelques poissons issus de ces déversements ayant survécu jusqu'à l'âge adulte (cf. photographie ci-contre : truite hybride ATL/MED à Lamure/azergues, phénotype méditerranéen).



On notera au passage qu'il n'y a pas de cohérence entre les différents tronçons étudiés dans ce secteur, puisqu'on observe une alternance ATL/MED, et différents allèles MED entre les tronçons.

L'observation d'allèles MED se retrouve sur le Ry aval mais il ne s'agit pas de spécimens déversés récemment, tandis que sa tête de bassin cloisonnée montre une population très homogène sur le ruisseau de Gondras. Le Pramenoux, ex ruisseau pépinière, est dans le même état. Les ruisseaux de Combarby et de Biconne conservent une certaine diversité dans leur secteur aval, et montrent beaucoup de similitude avec les tronçons de l'Azergues dans lesquels ils se jettent.

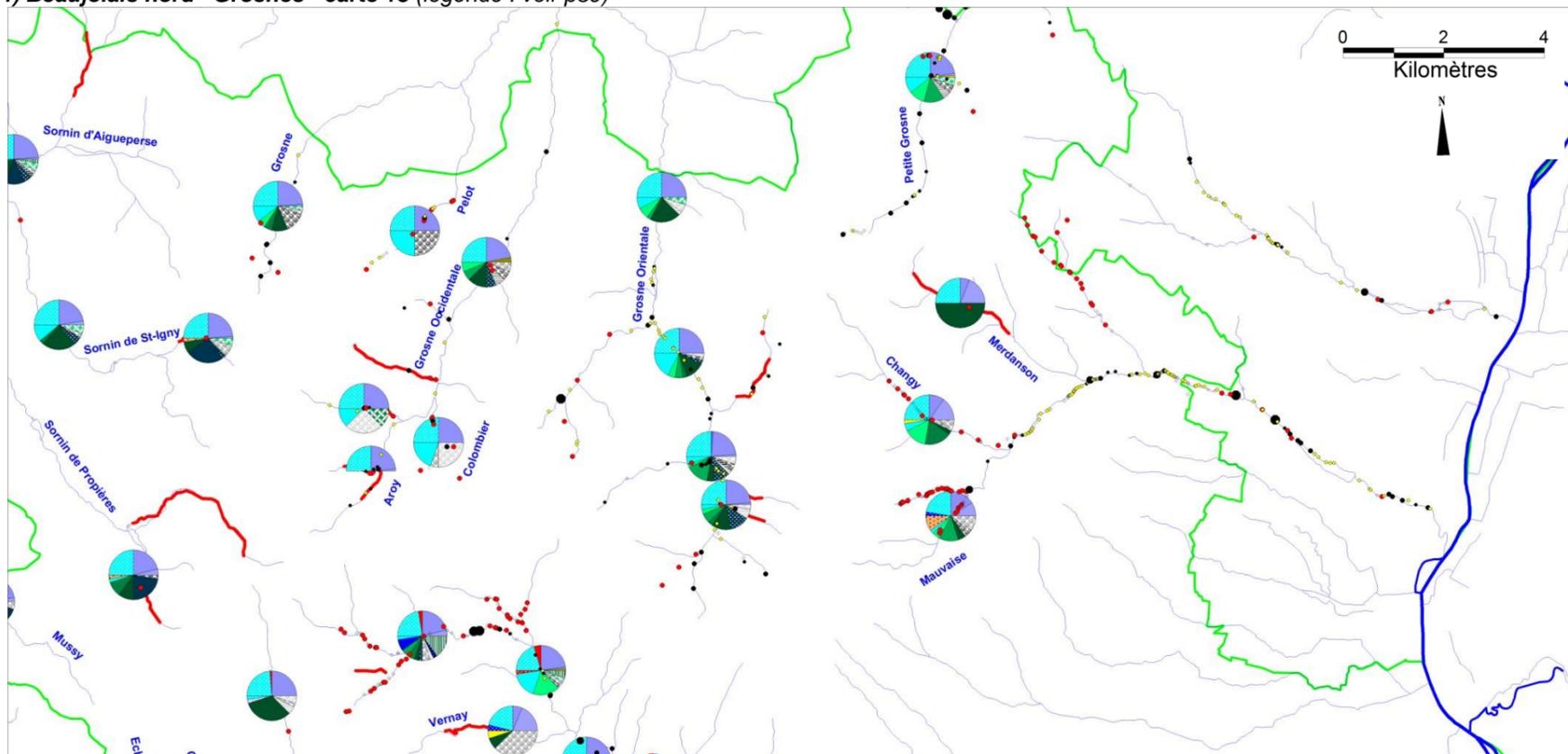
e) Azergues amont - carte 12 (légende : voir p39)



Isolées par un seuil de grande taille en aval du ruisseau de Vallossières, les truites de la vallée de l'Aze diffèrent des populations de l'Ergues. Les populations à hauteur de Chénelette (amont de l'Aze) et du Vallossières sont isolées et relativement homogènes, tandis que sur l'Aze les génotypes sont assez similaires en amont et en aval de Claveisolles.

Conservant des points communs avec la population étudiée à Lamure avec laquelle elle communique, la population de truite de l'Ergues en aval de Poule-les-Echarmeaux semble également influencée par les ruisseaux isolés de Chansaye et des Echarmeaux. Ces derniers sont 100% ATL contrairement aux ruisseaux de Pey, de la Cascade et de St-Nizier. Ceux-ci sont probablement déconnectés de l'Ergues également étant donné leurs génotypes relativement peu variables et leurs spécificités.

f) Beaujolais nord- Grosnes - carte 13 (légende : voir p39)



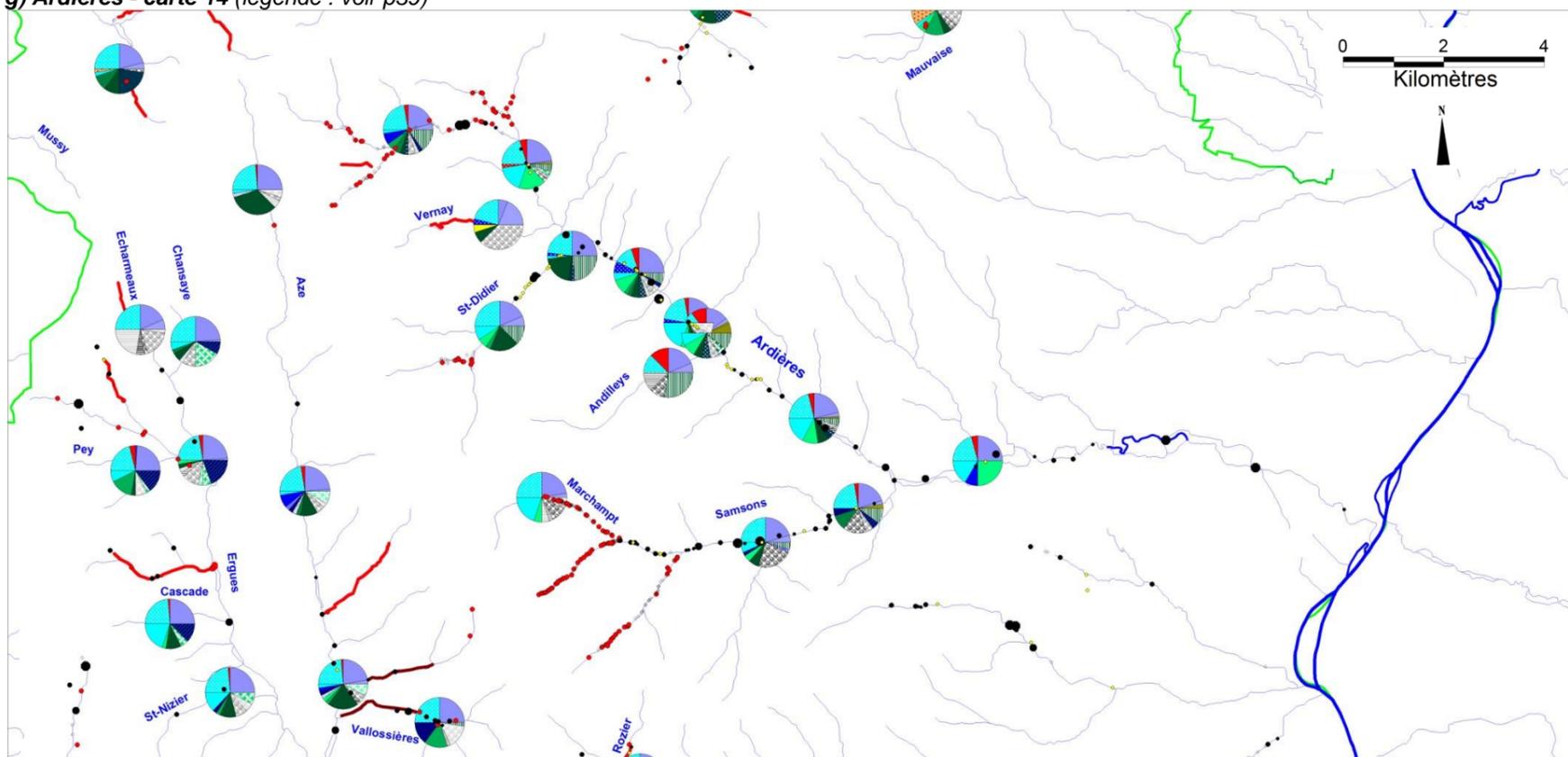
Les populations des Grosnes, totalement atlantiques, montrent des similitudes entre cours principaux de la Grosne Occidentale, de la Grosne Orientale et de la Grosne elle-même. Les allèles sont présents dans des proportions assez voisines, y compris pour la Petite Grosne dont le bassin versant est pourtant différent. Cela pourrait témoigner d'une gestion historique commune de ces secteurs de tête de bassin.

Les affluents de la Grosne occidentale et le Pelot montrent une absence de connexion avec le reste du réseau hydrographique et une très faible diversité. Sur l'Aroy, les analyses des échantillons ont échoué pour un locus ce qui limite l'information. La Grosne occidentale, régulièrement polluée par des rejets liés à l'activité industrielle à Monsols, a connu des épisodes de mortalité massive de ses truites encore récemment (2005) sur plusieurs kilomètres en aval du bourg. Il semblerait que la recolonisation se soit effectuée au moins en partie depuis l'aval du bassin, d'après la diversité allélique retrouvée en amont de Trades.

D'après Berrebi (2009), les populations de la Grosne en Saône-et-Loire appartiendraient au rameau génétique issu de la Garonne.

Premier affluent du nord Beaujolais, la Mauvaise montre 3 petites populations isolées les unes des autres.

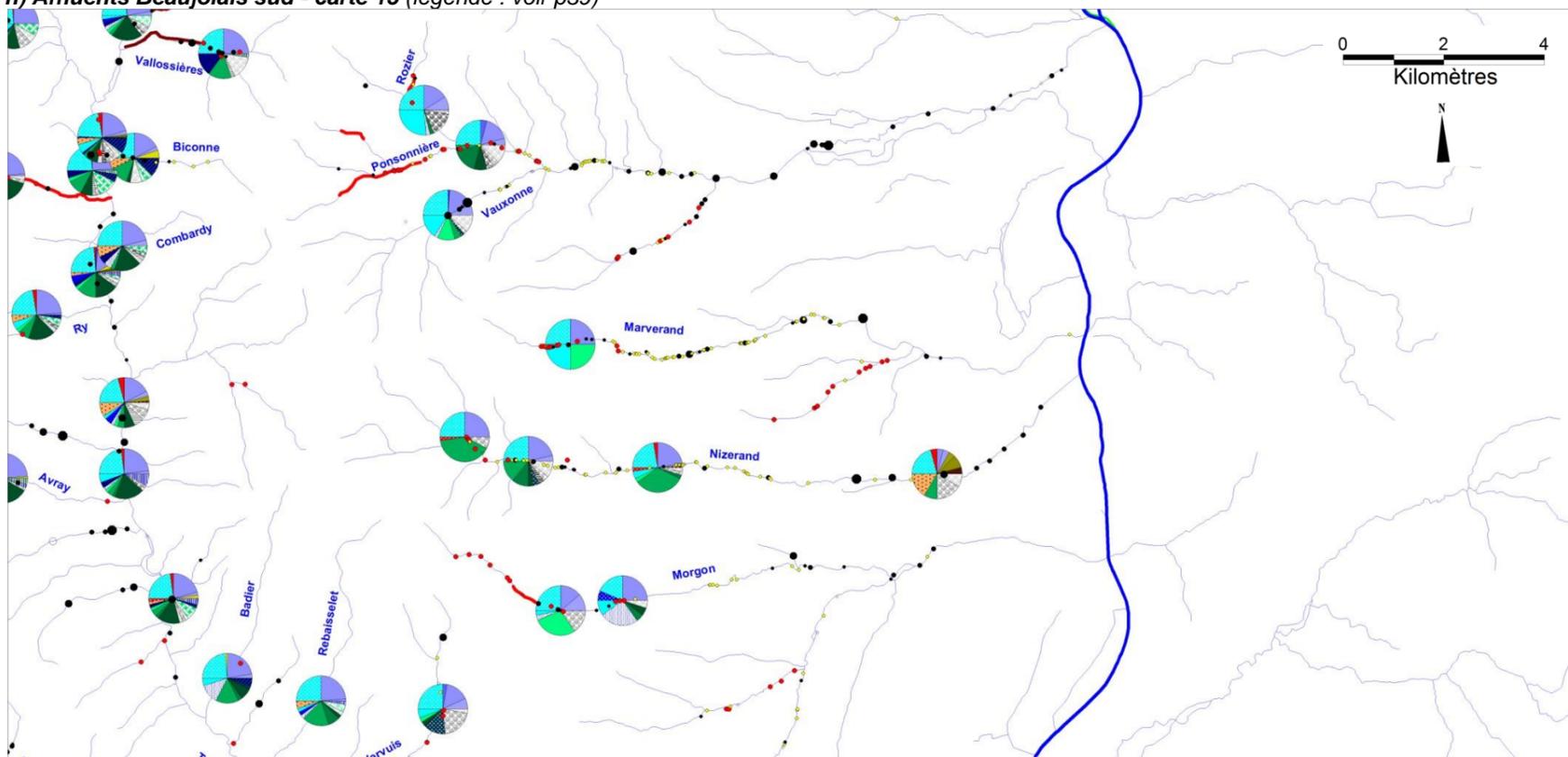
g) Ardrières - carte 14 (légende : voir p39)



Sur le bassin de l'Ardrières, on constate l'isolement des ruisseaux de Marchamp, des Andilleys, de St-Didier et de Vernay. La partie apicale de l'Ardrières se révèle très diversifiée en revanche, même si ce tronçon ne bénéficie d'aucun apport de l'aval : la composition génétique est très différente de part et d'autre des Ardillats.

Dans la traversée de Beaujeu, les apports des affluents se cumulent les uns après les autres vers l'aval uniquement au sein de ce bassin très cloisonné. Les truites du ruisseau des Samsons ne communiquent visiblement pas avec celles de l'aval de Beaujeu, ce qui est cohérent étant donnée la quantité d'ouvrages existantes bloquant les migrations. Au sein de ce ruisseau, les déplacements ne peuvent se faire que d'amont en aval également. En aval de la confluence à hauteur de Cercié, la population de truites n'était plus réellement pérenne, elle ne se constituait que de quelques spécimens dévalant (problématique de qualité d'eau).

h) Affluents Beaujolais sud - carte 15 (légende : voir p39)



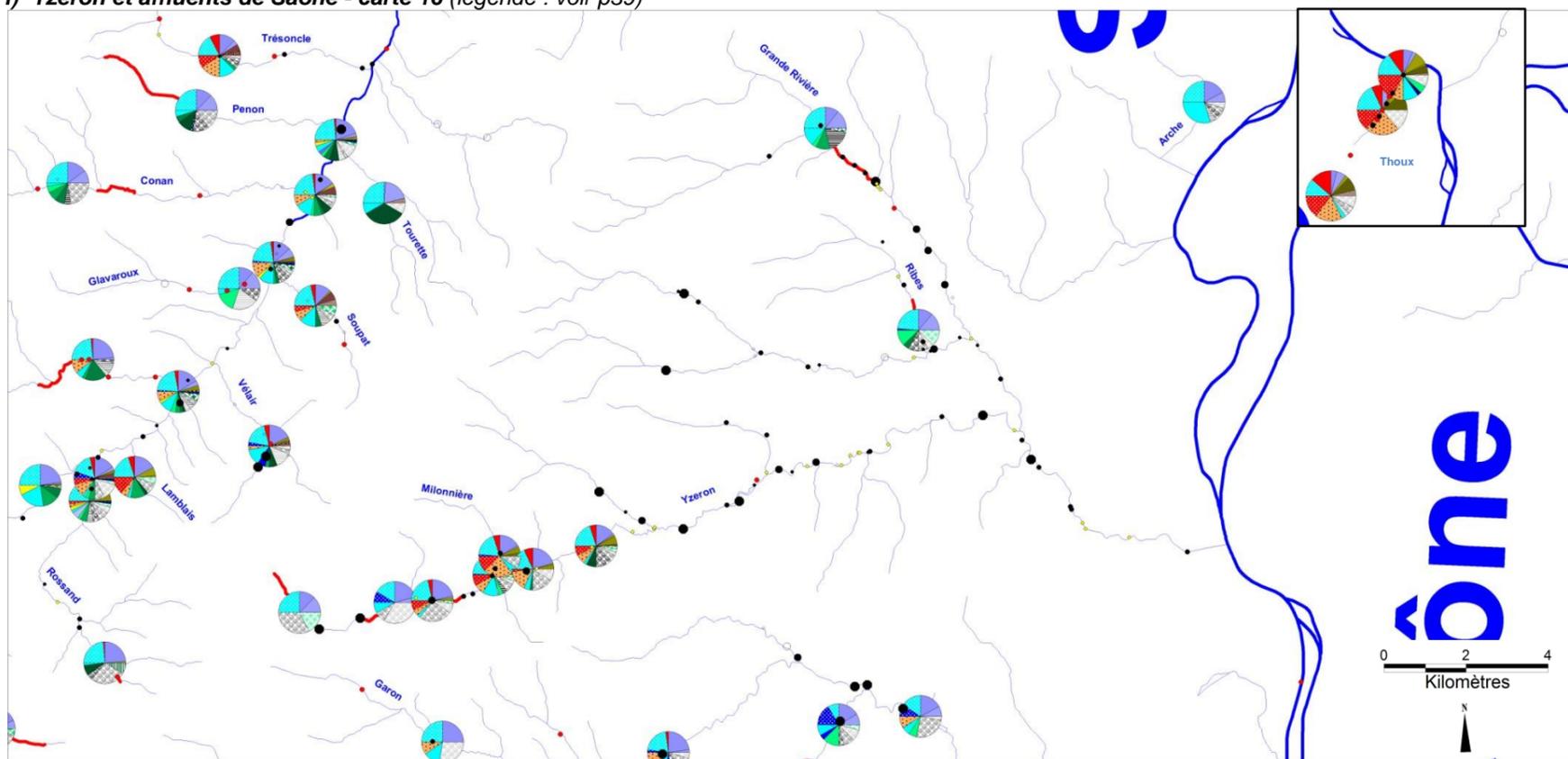
La Vauxonne montre trois petites populations isolées par d'innombrables seuils, localisées sur d'anciens ruisseaux pépinières.

Sur le Marverand, la taille de la population est réduite à un linéaire extrêmement court. Un autre noyau de population est présent en aval du seuil le plus important sur le cours médian (Faure *et al*, 2011), mais n'a pas été étudiée sur le plan génétique (phénotypes atlantiques).

Sur le Nizerand, on observe un accroissement de la diversité très net d'amont en aval au fur et à mesure que les seuils s'enchaînent. L'aval a vraisemblablement fait l'objet de déversements de poissons à génotype plutôt méditerranéen, quelques spécimens se retrouvent dans l'analyse.

Le Morgon a été étudié sur deux sites proches, mais sans communication possible de l'aval vers l'amont (ancien ruisseau pépinière) semble-t-il.

i) Yzeron et affluents de Saône - carte 16 (légende : voir p39)



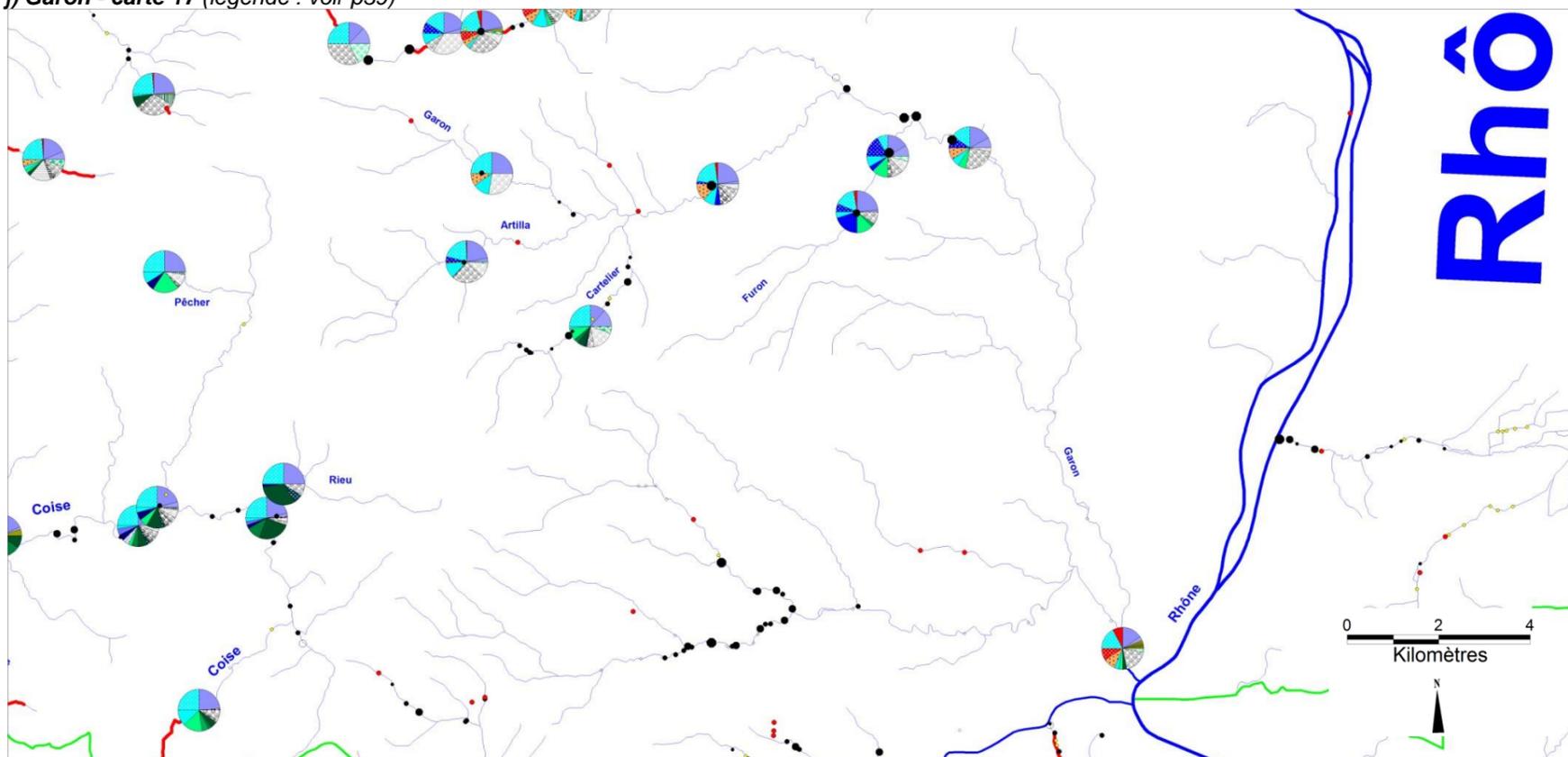
On distingue les populations isolées de la Grande Rivière et du Ribes, tandis que l'on peut voir très clairement l'augmentation de diversité allélique au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'aval de l'Yzeron. La tête de l'Yzeron qui servait de ruisseau pépinière héberge une population intégralement composée de souche ATL de part et d'autre du plan d'eau du Ronzey, le seuil de la Détorbe marquant la limite de présence d'allèles MED. Les apports d'allèles MED sont probablement au moins en partie assez récents : des introductions de poissons au phénotype méditerranéen depuis une souche originaire du Jura ont été réalisées par l'AAPPMA au début des années 2000.

La perte de diversité est très nette entre le secteur de la Milonnière, ruisseau déconnecté qui influence la population de l'Yzeron adjacente, et le secteur de la Détorbe. Le seuil des Adrets situé entre les populations empêchait très probablement tout contact aval-amont.

Les travaux de Léger (1945) et de Fiasson (1964) sur l'Yzeron témoignent de l'absence de la truite. Le retour des géniteurs autochtones depuis le Rhône sur les têtes de bassins étant déjà impossible dans les années 1960 en raison d'obstacles majeurs à la continuité longitudinale, les peuplements en place actuellement sont logiquement issus de repeuplements (action anthropique) de truites d'origine méditerranéenne et atlantique.

Les affluents de Saône, Arche et Thoux hébergent des populations introduites, récemment pour le cas du Thoux.

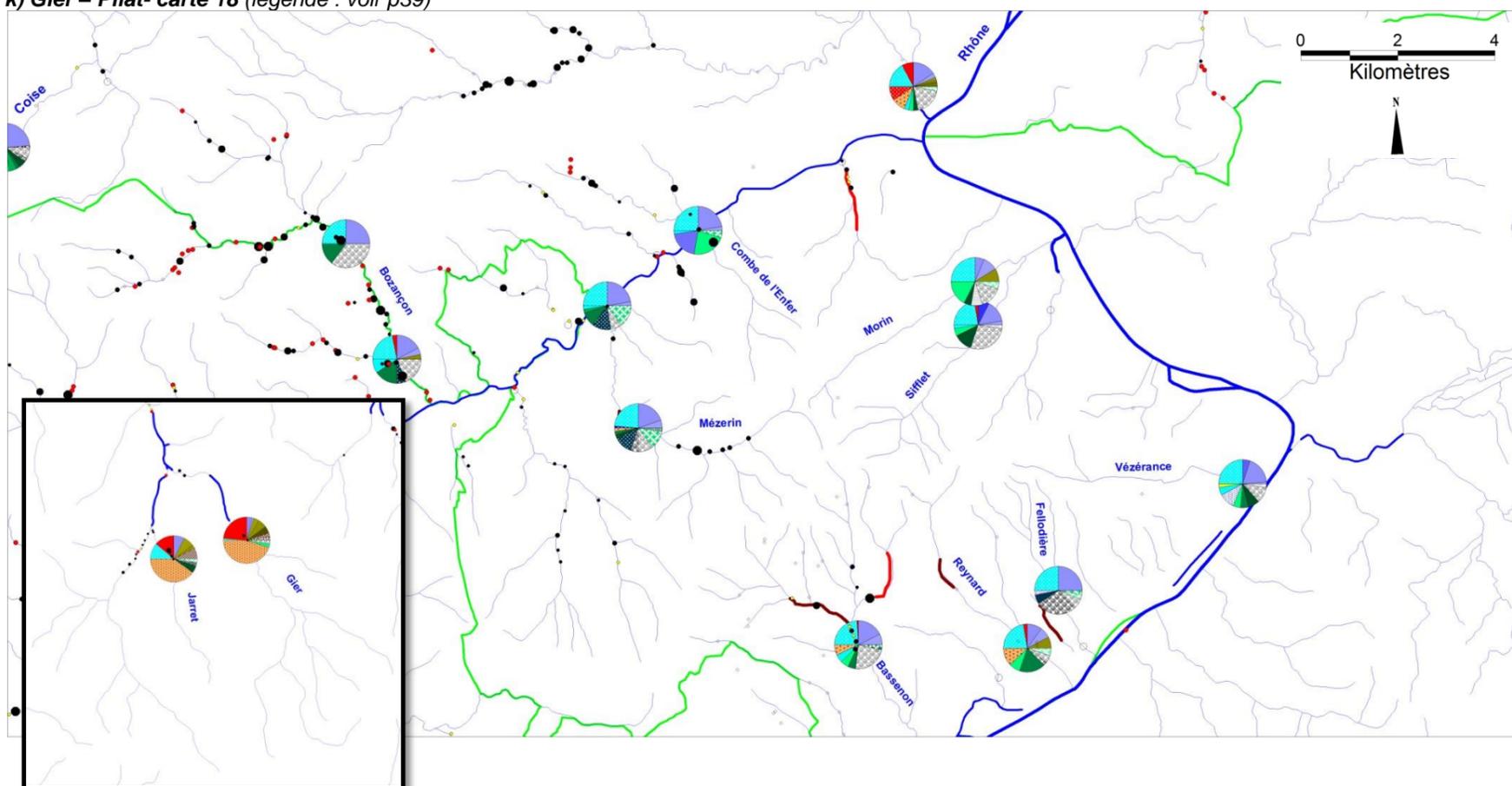
j) Garon - carte 17 (légende : voir p39)



Le Garon possède trois populations indépendantes en tête de bassin sur le Cartelier, l'Artilla et le Garon lui-même. En aval de Thurins et du seuil des moulins, la population de truite en place, de très faible abondance, semble alimentée par le Garon amont et l'Artilla ; on ne perçoit pas d'influence du Cartelier amont. Le Furon cloisonné par plusieurs seuils majeurs est peu variable sur l'amont, il possède des particularités génétiques et influence fortement la population localisée plus bas en amont de Brignais. Les seuils de la vallée de Barret empêchent tout contact avec la population amont du Garon.

Fait notable, au niveau de la confluence avec le Rhône, des allèles MED sont retrouvés en nombre. Deux individus analysés sont même de pure souche méditerranéenne d'après les résultats : ils correspondent à des alevins de l'année, prélevés faute d'adultes sur le parcours. Compte tenu de l'absence de population de truite établie sur le bassin du Mornantet (exception faite d'une micro-population isolée sur le Fondagny de phénotype typiquement atlantique, observation complétée par les résultats d'analyse génétique d'un spécimen non présentée sur la figure) et l'assèchement chronique de toute la partie aval du Garon en raison des prélèvements AEP dans la nappe phréatique (étude hydrologique en cours), la provenance des poissons est extérieure au bassin. Ces alevins constitueraient donc la descendance de truites remontées depuis le fleuve Rhône pour pondre dans la partie aval du bassin du Garon. Cette explication est cohérente avec les observations des pêcheurs qui capturent parfois de gros spécimens dans la partie basse du Mornantet. Des observations du même type sont réalisées sur la partie aval de l'Yzeron, tandis que les pêcheurs amateurs aux engins signalaient cela également au niveau de la confluence de l'Ozon. D'autre part, la Gère (affluent rive gauche du Rhône arrivant à Vienne) possède une population méditerranéenne autochtone dans sa partie aval (Caudron *et al*, 2011) en relation avec le fleuve (15% d'introgression seulement, données sources FDAAPPMA38), et les pêcheurs ciblent la truite y compris dans le Rhône lui-même (Perrot, com. pers.). Cela semble attester le déplacement de truites *via* le fleuve.

k) Gier – Pilat- carte 18 (légende : voir p39)

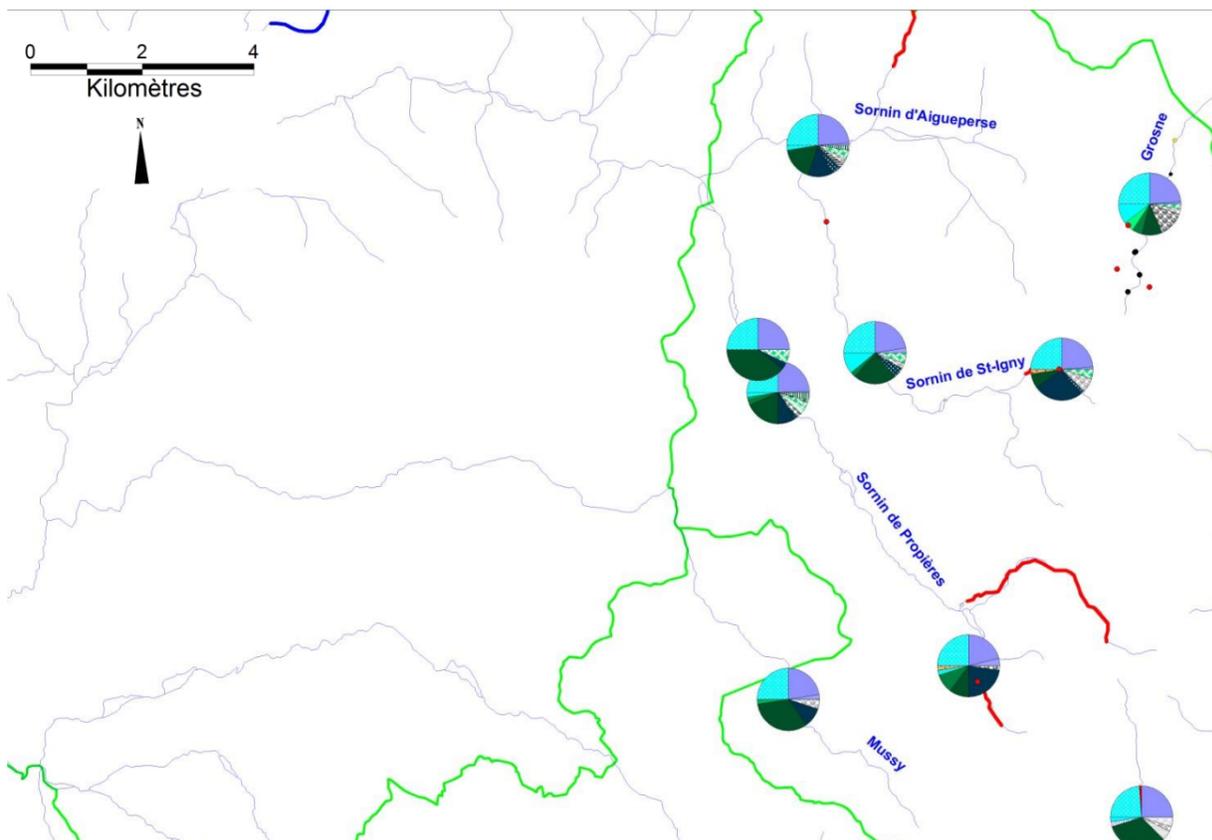


Les populations de truite autochtones du bassin du Gier (département 42) sont présentées en encart sur la figure. On distingue le Gier du Jarret, ce dernier bassin de plus faible taille étant plus introgressé et moins diversifié sur les allèles méditerranéens.

Les affluents du Gier côté Rhône hébergent des populations atlantiques indépendantes, isolées les unes des autres et très peu variables sur la Combe de l'Enfer et le Bozançon.

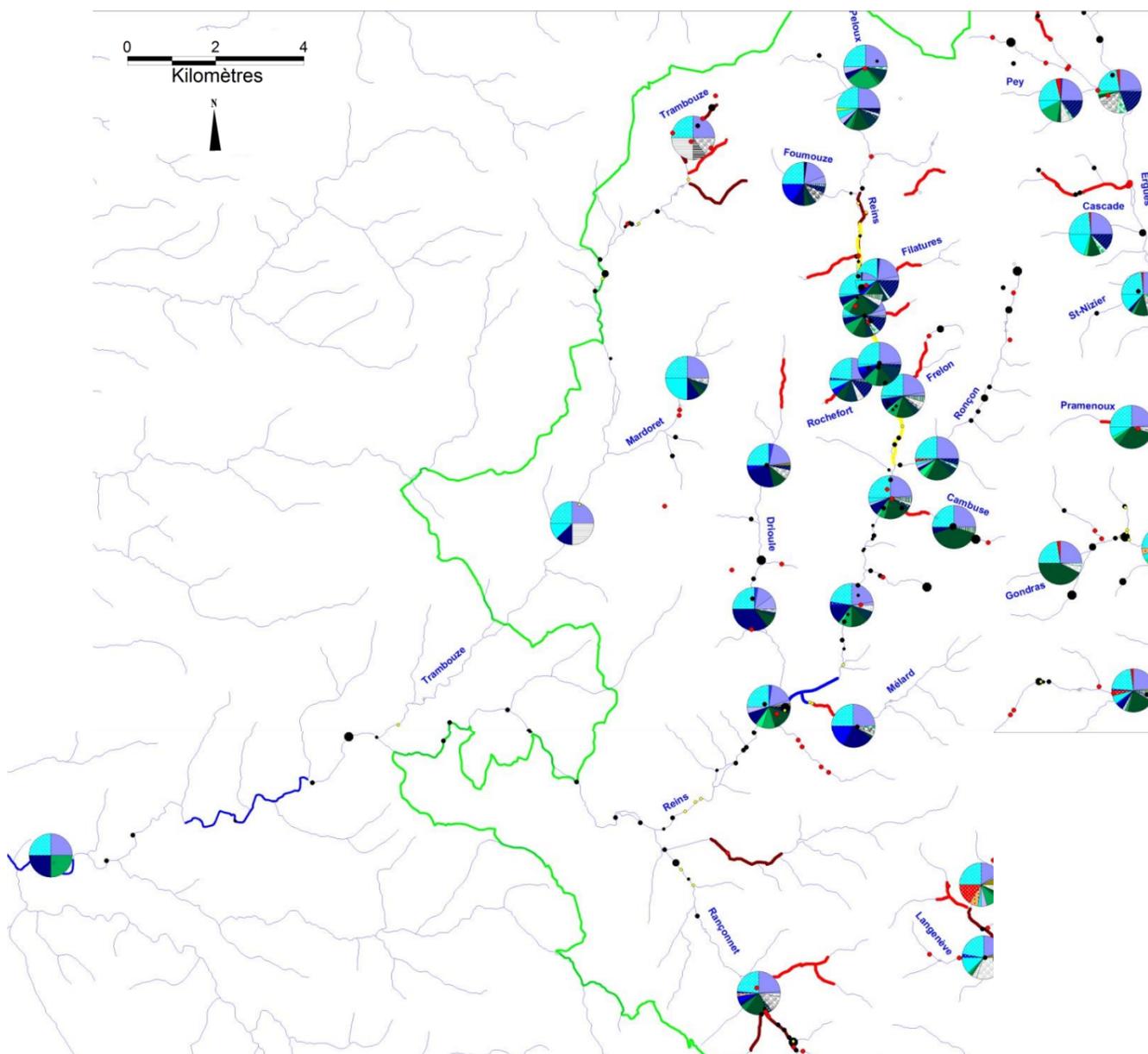
Les ravins rhodaniens du Pilat, cloisonnés naturellement, ont fait l'objet de gestions piscicoles diverses par des AAPPMA distinctes. Il est logique de ne retrouver aucun lien entre ces populations remplacées ou installées à partir de souches d'élevage.

I) Sornin et Reins - cartes 19 et 20 (légende : voir p39)



Les populations du Sornin amont sont assez semblables au niveau génétique, des allèles similaires se retrouvent dans les différents rameaux du réseau hydrographique. Les fréquences alléliques sur l'amont des Sornins de St-Igny et de Propières sont plus variables, ces anciens ruisseaux pépinières déconnectés des secteurs aval par des obstacles (non figurés sur la carte de manière exhaustive) ont peut-être été plus influencés par les déversements.

Sur le plan phénotypique, les poissons du bassin du Sornin possèdent également une certaine spécificité : ils montrent des marbrures sur la zone dorsale.



Les populations du bassin du Reins sont plus hétérogènes que celle de l'amont du Sornin : des divergences apparaissent nettement entre les affluents, le Reins et la Trambouze.

Le Reins amont à Ranchal présente une diversité allélique assez élevée. Il ne semble que peu influencé par la population isolée du Peloux, petit affluent peu productif traversant des plantations de résineux. Autre affluent isolé par les obstacles, la Fournouze possède une population singulière avec des allèles spécifiques retrouvés sur le Reins au niveau des Filatures et sur le ruisseau des Filatures.

Des Filatures jusqu'au secteur aval de Magny inclus, les différences entre tronçons du Reins lui-même et ses affluents sont peu évidentes malgré un cloisonnement important par des ouvrages divers. Le ruisseau de Rochefort possède un allèle rare sur le bassin (retrouvé seulement en amont de Cublize sur le Reins) et est dépourvu d'un autre présent sur toutes les stations à l'exception du ruisseau des Filatures. On note la présence d'allèles méditerranéens sur le Ronçon aval, vestiges probables d'anciens déversements ; sa connexion avec le Reins est probable en crue exceptionnelle, elle expliquerait la recolonisation de la lamproie de Planer après un épisode hydrologique majeur survenu en 2007. Les génotypes rencontrés dans le Frelon, qui avait séché en 2003 sur tout son cours aval, montrent une grande similitude avec ceux du cours du Reins. Cela semblerait indiquer que les truites du Reins ont pu franchir l'obstacle localisé en aval de ce petit ruisseau lors de conditions exceptionnelles.

Le ruisseau de Cambuse est déconnecté du Reins et cela se retrouve au niveau de la diversité allélique, bien plus faible que sur le cours principal.

En amont du lac des Sapins la variété allélique a tendance à s'affaiblir sur le Reins. Cette portion très cloisonnée est sujette au réchauffement de l'eau (Faure et Grès, 2007) et la population de truite y est probablement plus dépendante des apports de poissons des petits affluents déconnectés. Le Mélard, isolé par le barrage, s'avère peu variable et assez atypique par rapport au bassin versant.

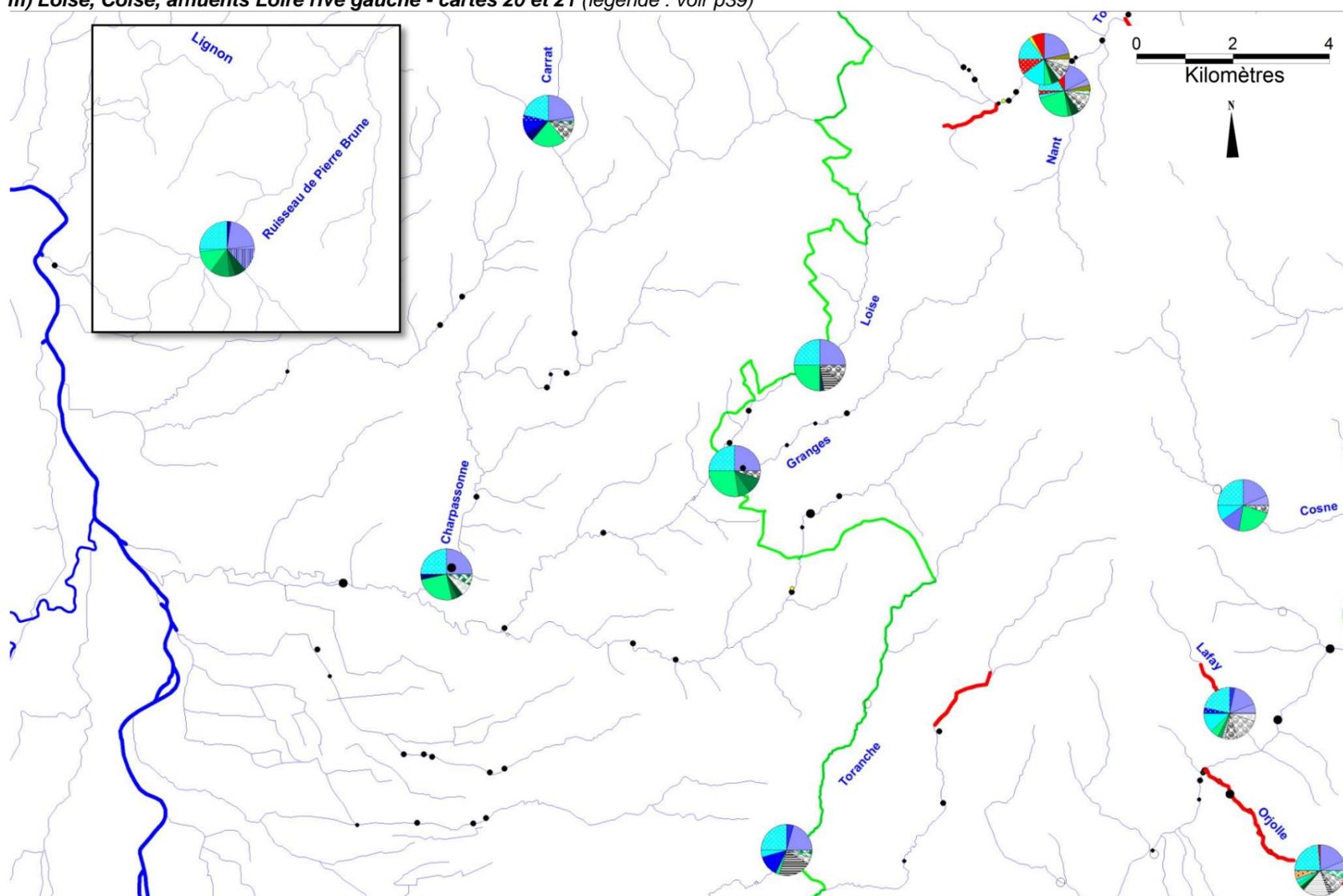
L'aval du lac des Sapins s'avère assez diversifié génétiquement. Il se démarque de la Drioule en particulier, même si cette dernière l'influence quelque peu : on constate l'apport d'allèles MED via cet ancien ruisseau pépinière. La population de l'aval du plan d'eau est assez proche de celles de l'amont du lac, en termes de composition et de fréquence allélique. L'apport par dévalaison impliquant la traversée du plan d'eau semble très peu probable ; les hypothèses seraient l'apport de poissons depuis le Ronnet, affluent rive gauche non étudié, seul potentiel de recolonisation (hors Drioule) pour ce tronçon du Reins. Ce parcours a subi et subi toujours l'impact du plan d'eau (anciennement réchauffement incompatible avec les exigences salmonicoles et actuellement toxicité des eaux relarguées par les vannes de fond lors des manœuvres de sécurité). La remontée de poissons depuis l'aval du Reins semble moins probable étant donné le cloisonnement du milieu et l'impact thermique du plan d'eau maintenu jusqu'à la date de prélèvement génétique.

Le Rançonnet présente des caractéristiques voisines de celle du Reins, avec des apports visibles des souches d'élevages (allèles MED notamment).

La Trambouze est en revanche bien différente, la tête de bassin en amont de Cours-la-Ville, le Mardoret ou le secteur de Trambouze amont de Bourg-de-Thizy sont peu diversifiés et sans doute historiquement influencés par les déversements.

L'individu capturé sur le Reins aval possède des caractéristiques génétiques rencontrées sur la partie rhodanienne du bassin.

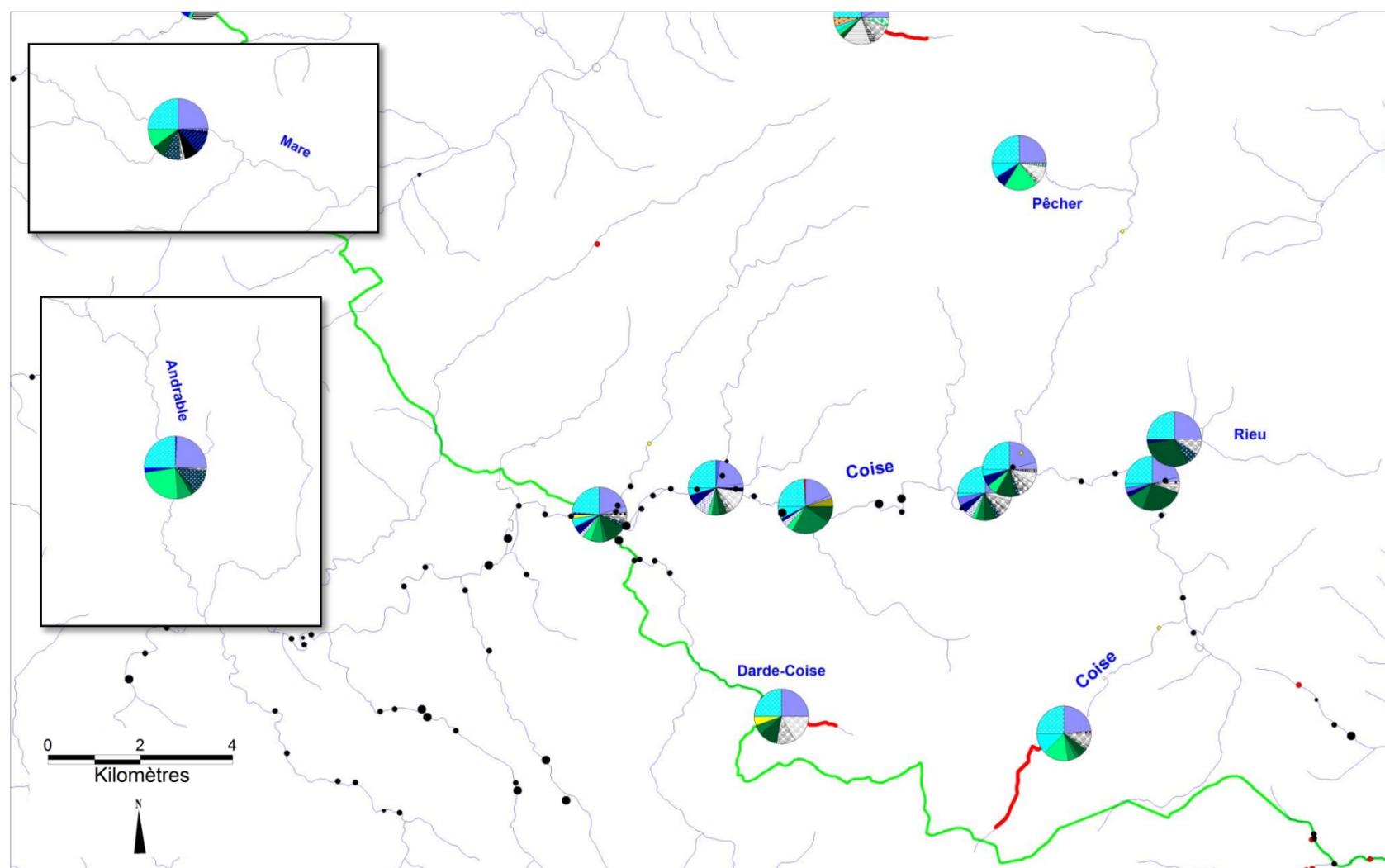
m) Loise, Coise, affluents Loire rive gauche - cartes 20 et 21 (légende : voir p39)



L'amont de la Loise et le ruisseau des Granges sont déconnectés, peu variables mais possèdent des points communs avec l'aval de la Charpassonne plus diversifiée. Cette dernière doit bénéficier des apports de son bassin versant amont, jusqu'au ruisseau de Carrat lui aussi assez varié génétiquement. Des transferts de poissons réalisés post sécheresse 2003 par la FDAAPPMA42 depuis le cours principal sur ce ruisseau pourrait contribuer à expliquer la diversité de ce petit affluent.

On relève quelques points communs entre l'affluent du Lignon, la Mare et l'Andrable avec le bassin de la Loise, même si les cours d'eau ligériens ont chacun leurs spécificités. Par ailleurs, les populations du Lignon et de l'Andrable appartiendraient bien au type génétique Loire (Berrebi, 2009).

Le lien est beaucoup plus ténu avec la population atypique de la Toranche, des déversements réalisés par l'AAPPMA pourraient être à l'origine de ce constat.



La Coise possède des affluents déconnectés de son cours: Rieu, Darde-Coise, Pêcher ainsi que la tête de la Coise elle-même hébergent des populations peu diversifiées par rapport au chenal principal. Chaque ruisseau paraît avoir de l'influence sur le tronçon de Coise dans lequel il se jette, et la diversité allélique augmente nettement vers l'aval de la Coise. La multitude de seuils en travers de cette rivière limite très nettement les échanges aval-amont. On observe quelques allèles communs avec les autres bassins versants de la Loire, mais les fréquences alléliques sont différentes.

5- Eléments sur la variabilité phénotypique des populations de truites

La variabilité morphologique des truites s'appuie sur des bases génétiques (Blanc *et al*, 1994 ; Mezzera *et al*, 1997 ; Aparicio *et al*, 2005 in Lascaux *et al*, 2005). La diversité génétique observée sur le territoire d'étude s'accompagne logiquement d'une diversité de robes et de formes des poissons. Différents travaux sur le phénotype de truites ont été réalisés sur les versants méditerranéens illustrant les particularités des souches autochtones (voir en particulier le Programme INTERREG III A partie Haute-Savoie) par rapport aux poissons d'origine domestique (cf. figure 24), valables ici aussi.

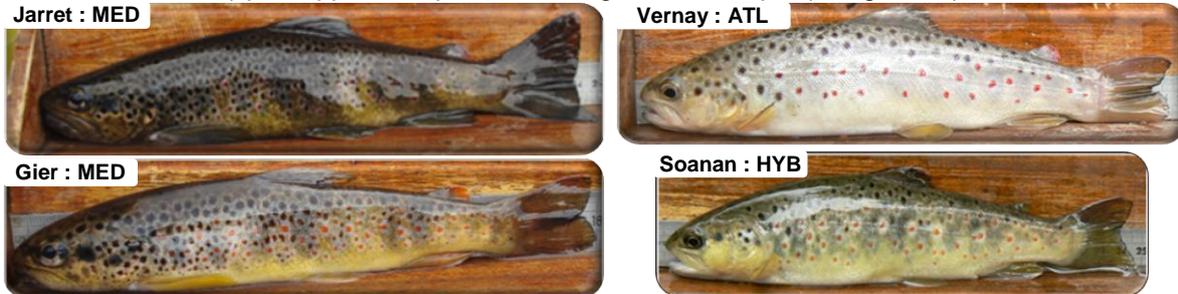


Figure 24: principales différences de robes entre truites de souche méditerranéennes (MED) et de souche atlantique domestique (ATL) ; exemple de phénotype hybride (HYB).

Les souches d'origine méditerranéenne sont en principe marquées de nombreux points noirs et rouges de faible diamètre moyen (2 points réunis < taille de la pupille), souvent de nombreux points sur l'opercule accompagnant la présence d'une tache operculaire bien nette ; les truites possèdent une ligne latérale peu visible.

Les poissons d'origine domestique atlantique ont au contraire peu de points généralement ocellés de blanc, de fort diamètre moyen (2 points réunis ≥ taille de la pupille) et n'ont que peu de marques sur l'opercule, en principe sans tache operculaire ; leur ligne latérale est bien visible. Les poissons hybrides ont des caractéristiques intermédiaires.

Des études spécifiques sur les morphotypes ont également été menées sur les versants atlantiques notamment dans le Cantal, la Corrèze, les Pyrénées (Lascaux *et al*, 2000, 2005, 2010) sur les bassins du Lot, de l'Allier, de la Dordogne, des Gaves, de la Corrèze, de la Vienne... des critères comme la présence d'ocelles autour des points, de franges sur les nageoires ou encore la taille des points ont été décrits comme reflétant des types particuliers. Surtout, une structuration fonction de la ponctuation des robes a ainsi été établie selon des gradients de nombre de points rouges et de points noirs sur les flancs. Bien qu'aucune description quantitative de ces paramètres n'ait été effectuée ici, ces critères se retrouvent visuellement sur les poissons étudiés dans les départements du Rhône et de la Loire.

- Une représentation schématique est proposée sur la figure 25 afin donner un aperçu synthétique de la diversité de robes observées lors de notre étude.
- Les phénotypes classiquement rencontrés au sein d'une vingtaine d'anciens ruisseaux pépinières isolés au sein du réseau hydrographique par des obstacles infranchissables sont exposés sur la figure 26 pour illustrer l'aspect des poissons sauvages installés à partir de souches de pisciculture.
- Une carte du réseau hydrographique de la zone d'étude avec les morphotypes caractéristiques et remarquables localement est fournie, afin de représenter géographiquement ces éléments (cf. carte 22).

Les poissons sauvages descendant des souches de pisciculture montrent des robes assez homogènes, avec en général des points de grande taille assez peu nombreux sur les flancs, pratiquement aucun sur l'opercule le tout sur une coloration grisâtre caractéristique. Les nageoires ne présentent en principe pas de franges blanches. Quelques exceptions apparaissent par exemple sur le Conan et le Ribes, avec des poissons nettement plus pigmentés y compris sur l'opercule, ornés de larges et nombreux points noirs et rouges auréolés de blanc.

Les poissons dont les ancêtres proches avaient été sélectionnés en pisciculture composent le coin supérieur gauche de la figure 25. Ils s'opposent aux poissons autochtones du Gier sur ce schéma et à certaines truites fortement ponctuées des bassins atlantiques du Lignon, du Reins (cf. ci dessous), dans une moindre mesure du Sornin mais aussi de la Loise, de la Coise. Sur ces versants de la façade atlantique, plusieurs phénotypes sont remarquables. Les poissons très pigmentés de noir notamment évoquent des phénotypes extrêmes observés sur quelques stations de l'Allier, ou encore sur des têtes de bassins de cours d'eau pyrénéens (Lascaux, 2000, 2005).



On observe sur le Sornin ainsi que sur le Reins quelques robes portant des marbrures plutôt qu'une ponctuation noire classique.



Sur l'Andrable, les truites montrent une grande homogénéité du phénotype : la robe est bien ponctuée de rouge, les nageoires portent des liserés blancs et noirs, il existe presque systématiquement une tache operculaire. Ces poissons se rapprochent de ceux de la Mare plus allongés, et ressemblent au morphotype moyen décrit par Lascaux sur le bassin de l'Allier (2000), de la Vienne (2010) ou encore sur

l'Adour, différents bassins des Pyrénées (2005) et attribué aux souches atlantiques modernes. Bon nombre de poissons du Reins et du Sornin ont également des robes proches de ce type. Berrebi (2009) classe par ailleurs les souches de l'Allier, de la Vienne, de l'Andrable et du Lignon au sein d'un génotype « Loire ».



Sur la Loise, le ruisseau des Granges et le bassin de la Charpassonne montrent des robes assez homogènes bien ponctuées de noir. La Loise amont présente plus de phénotypes apparentés aux souches d'élevage. La Coise est également plus influencée par les souches de pisciculture.

Sur les bassins versants du Rhône introgressés, des phénotypes typiques des souches d'élevage peuplent les petits affluents du Beaujolais à l'exception de quelques poissons du Nizerand amont.

La haute Azergues possède des populations dont le morphotype évoque le type Loire décrit dans le paragraphe précédent. Des truites montrant des ponctuations noires très développées sont également observés sur l'Azergues, le Soanan, la Brévenne aval et l'Ardières. Certains spécimens montrent une grande similitude avec des poissons issus de la Loise ou de la Coise (cf. figure 25 et carte 22). Nous observons que les individus les plus grands sont très généralement fortement ponctués de noir sur ces différents bassins versants.

Les extrémités amont du Soanan et de la Turdine (Charveyron et Boussuivre) montrent des phénotypes d'individus hybrides atlantiques/méditerranéens dont les robes sont encore parées de nombreux points noirs et rouges de petite taille (cf. figure 25). Sur l'amont du Torranchin, ces truites hybridées possèdent des points rouges plus nombreux que les noirs, de plus gros diamètre. Sur le ruisseau des Andilleys (BV Ardieres), ces poissons possèdent essentiellement de petits points rouges. Ce phénotype à petits points rouge est également assez fréquent sur la Brévenne et ses affluents.

Vers l'aval des bassins versants, la diversité génétique augmente et la diversité phénotypique en fait de même : des formes très différentes coexistent au sein des principaux cours d'eau. Par exemple, toujours sur le Soanan et la Turdine, des poissons issus de pisciculture côtoient des formes très ponctuées de noir (cf. photographie ci-contre sur la Brévenne) ou au contraire des spécimens ne comportant que quelques gros points, rouges pour la plupart (cf. figure 25) qui rappellent un phénotype rare décrit sur des affluents du Gave de Pau (Bergons, Glère ; Lascaux, 2005).



Lascaux (2000) avait également mis en évidence cette augmentation de diversité phénotypique vers l'aval dans les cours d'eau du Cantal. L'hétérogénéité morphologique des truites de ce département augmentait avec le nombre d'affluents et la distance à la source, ce qui s'observe également sur les plans phénotypique et génétique dans le département du Rhône.

Les phénotypes observés sur les bassins versants atlantiques révèlent des particularités, en cohérence avec les spécificités dévoilées par les analyses génétiques. De nombreux points communs et une certaine cohérence existent avec des souches atlantiques présumées autochtones de l'Allier et de la Vienne notamment, ce qui plaiderait en faveur du caractère patrimonial des souches en place dans les bassins versants concernés des départements du Rhône et de la Loire.

Les robes des poissons d'origine domestique se retrouvent fréquemment sur l'ensemble du réseau hydrographique du département du Rhône. Cependant, les poissons des bassins versants rhodaniens ne montrent pas tous ce profil. Certains phénotypes proches de ceux des poissons autochtones des versants atlantiques sont très répandus sur les rivières du département du Rhône. Des formes plus originales, très pigmentées de noir, sont fréquemment observées.

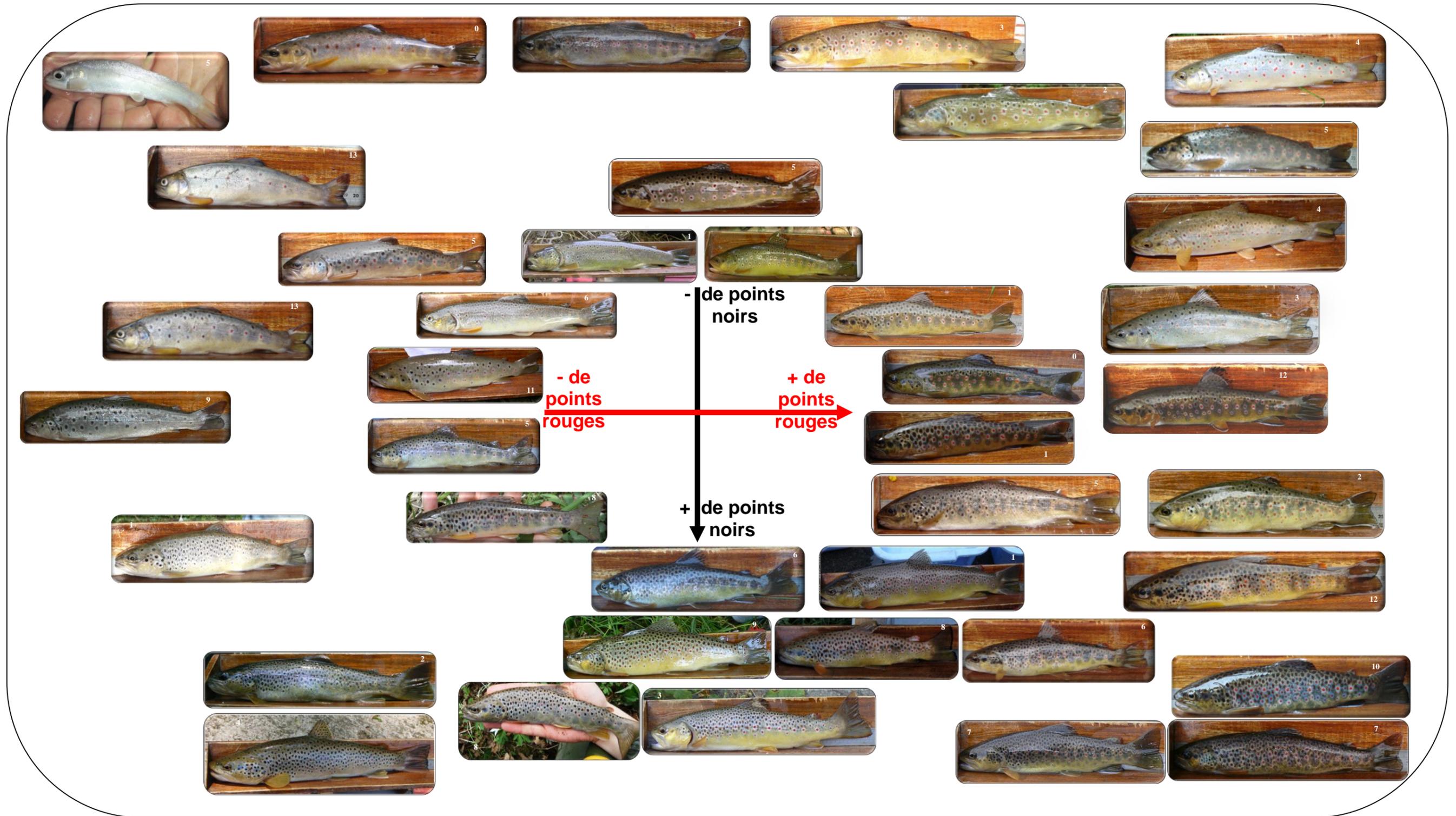
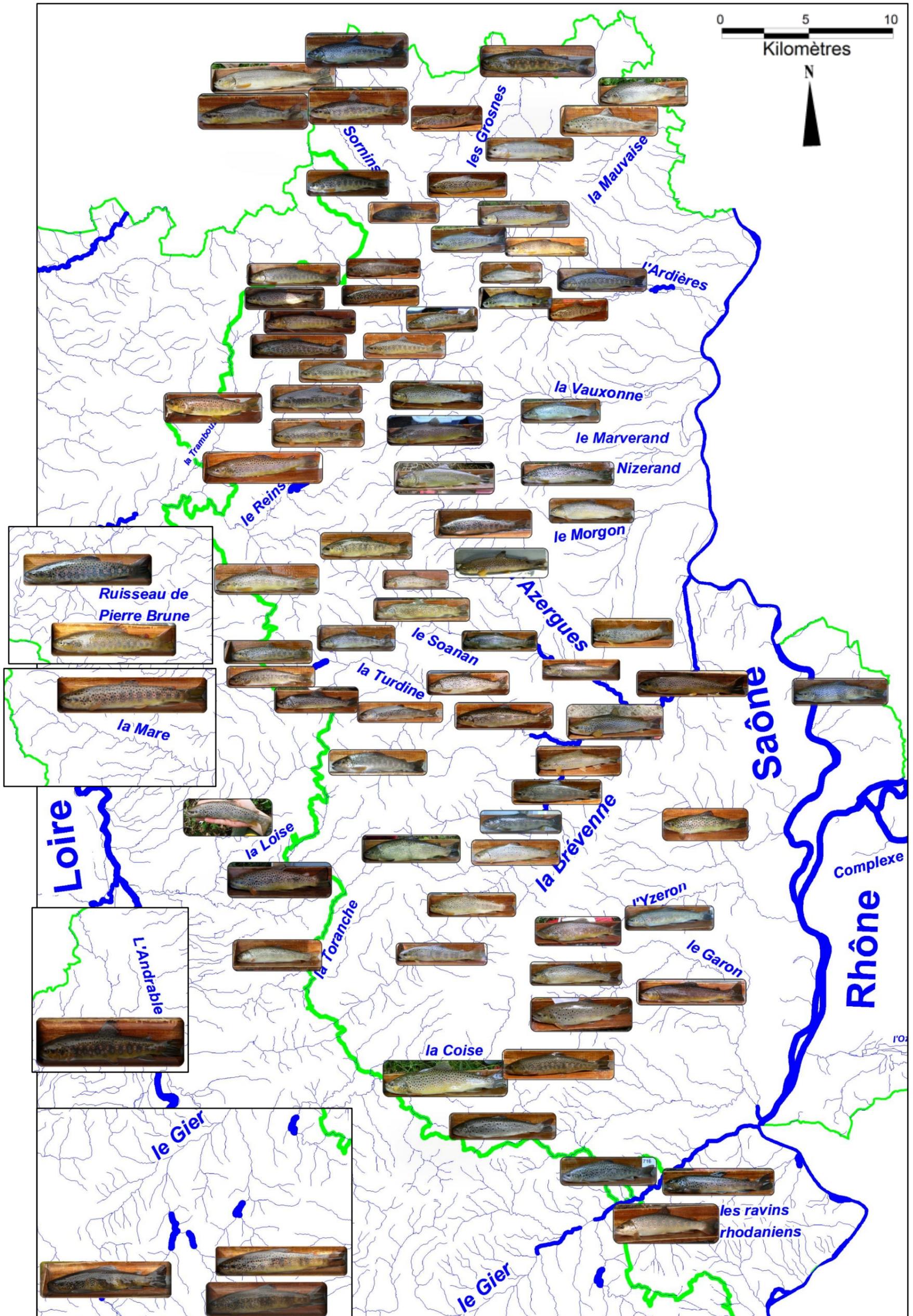


Figure 25 : Illustration des différents phénotypes de truites fario - départements du Rhône et de la Loire

0 : Grosnes ; 1 : Azergues ; 2 : Soanan ; 3 : Ardières ; 4 : Brévenne ; 5 : Turdine ; 6 : Sornin ; 7 : Reins ; 8 : Loise ; 9 : Coise ; 10 : Lignon ; 11 : Garon ; 12 : Gier ; 13 : Ravins rhodaniens.

Figure 26 : Exemples de phénotypes typiques des populations présentes actuellement au sein des anciens ruisseaux pépinières et en amont d'obstacles infranchissables – souche atlantique





Carte 22 : Exemples de phénotypes des populations étudiées au sein des différents bassins versants

V- Discussion

1- Structuration des populations par les obstacles infranchissables et la gestion piscicole historique

Les populations de truites étudiées montrent une organisation génétique semblable d'amont en aval sur les différents bassins versants. Il existe un gradient de diversité allélique marqué entre les têtes de bassin peu variables et les cours principaux plus diversifiés bénéficiant de l'apport de leurs affluents. Cette augmentation de diversité génétique se traduit visuellement sur les poissons par une plus grande hétérogénéité des robes au sein des rivières plus larges. La remontée des poissons des cours d'eau principaux en direction des affluents est très fortement compromise par plus de 3000 obstacles artificiels au déplacement des espèces, dont plusieurs centaines sont sans doute infranchissables en toutes conditions de débit et de température.

Il a été observé sur plusieurs affluents rhodaniens des situations atypiques avec la présence de populations 100% ATL au dessus de populations hybrides (cas du Conan, du Cosnes par exemple). De la même manière sur les versants atlantiques, de petites populations différentes génétiquement de celles des cours d'eau principaux arborent des robes typiques des poissons de souche domestique.

Ces cas de figure s'expliquent assez simplement par les pratiques de gestion halieutique des années 1970 à 2000. Dans le contexte physique actuel des cours d'eau du département, fortement cloisonnés par les seuils, buses et radiers de ponts (cf. carte 5), la pratique des ruisseaux pépinières a pu contribuer largement à l'installation pérenne de populations domestiques de souche atlantique. Certains tronçons ont pu être vidés de leur population naturelle, celle-ci étant remplacée par la souche domestique réimplantée. Les obstacles infranchissables ont ensuite empêché tout retour de géniteurs autochtones sur les têtes de bassin. On observe ce schéma sur le Cosne, le Conan (BV Brévenne), le ruisseau de Dième, de Langenève (BV Soanan).



Un des rares obstacles naturels des cours d'eau du Rhône : seuil naturel du Conan (VALLI, 2007)

Un autre scénario possible est l'installation pure et simple de populations salmonicoles sur des secteurs qui en étaient naturellement dépourvus : le cas du Conan en est peut-être une bonne illustration. Il existe sur la zone médiane de cet affluent un obstacle naturel infranchissable (photo 18), au moins pour le barbeau méridional dont il limite l'aire de répartition (MEKROUD, 2001). L'exploitation en ruisseau pépinière ayant eu lieu en amont de ce seuil, il est probable qu'une installation de population de truites d'origine domestique se soit produite sans forcément remplacer la souche autochtone.

Le cas des Grosnes s'avère particulier : d'après les témoignages du président de l'AAPPMA locale, il n'existait pas de population de truite sur ce bassin. Après la première guerre mondiale, une souche aurait été introduite dans les cours d'eau afin de développer une ressource alimentaire potentielle. Il existe sur la commune d'Ouroux des vestiges d'anciens bassins de stabulation de poissons ayant servi à une pisciculture locale à cette époque. Plusieurs affluents de ces bassins versants ont ensuite servi de ruisseaux pépinières. Rappelons que la souche des Grosnes en Saône et Loire appartient au type Garonne d'après les analyses génétiques de ces populations (Berrebi, 2009).

Parallèlement, nous avons pu relever des indices assez significatifs de contacts entre certains affluents et leur rivière principale peu évidents de prime abord. Par exemple sur le Frelon, petit ruisseau anciennement pépinière ayant séché sur un grand linéaire en 2003 et paraissant déconnecté par un ouvrage important (canalisation en pierre de 20m + chute de 1m de hauteur), une structure génétique de population très similaire à celle du Reins est mise en évidence. Ce qui semblait le plus probable était, avant nos résultats, une recolonisation par les quelques géniteurs isolés ayant subsisté à proximité des sources. Ce scénario supposant une diversité génétique très réduite et influencée par les souches d'élevage semble beaucoup moins crédible à présent. Le retour de reproducteurs depuis le Reins lors d'une crue suffisante pour assurer la montaison paraît désormais être l'hypothèse la plus solide, compte tenu des observations faites sur les hauteurs d'eau atteintes en crue (cf. III.2.)

Sur le Ronçon, l'analyse génétique des truites corrobore des hypothèses de connexion avec le Reins lors d'épisodes de crues exceptionnelles. En particulier, des phénomènes pluvieux localisés observés en 2007, ayant entraîné le débordement du Ronçon sur la route adjacente au niveau de la confluence avec le Reins, étaient corrélés au retour de la lamproie de Planer dans ce ruisseau. Le seuil habituellement infranchissable à la confluence a sans doute pu être noyé et contourné.

Malgré tout, le constat général est l'hétérogénéité des caractéristiques génétiques existant au sein des tronçons de cours d'eau. On observe peu de similitudes et de stabilité du génotype entre les différents secteurs de rivière malgré une grande proximité géographique des sites. Tous ces cours d'eau sont isolés par de nombreux ouvrages infranchissables pour les poissons. Cet isolement de petits groupes de géniteurs engendre une perte de variabilité génétique. Cela peut conduire à un phénomène de dérive génétique, c'est-à-dire que la petite quantité d'adultes reproducteurs en place ne permet pas le maintien de la diversité des gènes historiquement préexistante au sein de la population. Lors des épisodes de sécheresse ou de pollution, le nombre de spécimens et donc la diversité génétique se réduisent encore (phénomène de « goulot d'étranglement »). A terme, on observe une variabilité génétique pratiquement nulle aux locus étudiés : les exemples des petites populations du ruisseau d'Alix et du Ternanson sur le bassin de l'Azergues illustrent ce cas de figure.

2- Nature et origine des souches de truites étudiées

Sur les versants du fleuve Rhône, les souches méditerranéennes autochtones sont encore bien implantées sur le Gier amont. On retrouve quelques allèles méditerranéens d'origine probablement autochtone sur le haut des bassins versants de la Turdine et du Soanan, ainsi que sur plusieurs affluents de Brévenne. Les taux d'allèles MED sont compris entre 20 et 40%, les niveaux d'introgression sont très forts et les souches autochtones pratiquement remplacées. On observe cependant la venue pour la fraie de poissons autochtones méditerranéens sur la partie aval du bassin du Garon.

Quelques bassins versants possèdent des allèles MED d'origine anthropique, issus de déversements réalisés dans les années 2000 : c'est le cas de l'Yzeron et du ruisseau de Thou, ainsi que de quelques tronçons de l'Azergues à Lamure-sur-Azergues.

Beaucoup d'affluents sont aujourd'hui peuplés par les souches utilisées en pisciculture, que ce soit sur d'anciens ruisseaux pépinières ou sur d'autres ruisseaux ayant fait l'objet d'introduction de poissons d'élevage. L'analyse génétique et l'observation des morphotypes concordent avec les caractéristiques relativement homogènes de ces souches domestiques. Ces poissons se retrouvent en nombre au sein de l'ensemble du réseau hydrographique par phénomène de dévalaison.

Les bassins versants de l'Azergues, de la Brévenne et de l'Ardières hébergent cependant des poissons de souche atlantique dont les phénotypes et les génotypes diffèrent assez nettement de ceux des souches domestiques identifiées. La provenance de ces poissons est peut-être d'origine domestique plus ancienne à partir d'autres souches, comme cela semble être le cas sur les Grosnes dont le génotype s'apparente à celui des truites du bassin de la Garonne. Mais les hypothèses de connexion naturelles entre les bassins versants méditerranéens et atlantiques ne peuvent être exclues. Il a été démontré à partir d'études génétiques sur les populations de chabots (Vonlanthen et al, 2007) qu'une connexion était très probable entre le Rhône et le Rhin alpins lors de la fin de la dernière glaciation, il y a 20 000 ans. Cette connexion aura sans doute permis aux chabots pourtant peu réputés pour leurs capacités migratoires de coloniser le lac de Genève à partir du Rhin, les auteurs précisant que ce scénario est donc tout à fait probable pour d'autres espèces, dont la truite, beaucoup plus mobile.

Sur les versants du fleuve Loire, on observe des spécificités génétiques et phénotypiques des truites sur le Sornin, le Reins et la Loise. Ces cours d'eau hébergent des populations assez cohérentes à l'intérieur de chaque bassin, même si l'influence génétique et phénotypique des souches domestiques apparaît parfois sur de petits affluents isolés. Ces influences des souches domestiques sont cependant moins nettes que sur les versants rhodaniens, à l'exception de la Coise qui paraît davantage affectée.

Des analyses génétiques sur les souches de l'Andrable et du Lignon (Berrebi, 2009) ont révélé l'appartenance à un type génétique Loire au sein du rameau évolutif atlantique, cohérent avec des poissons issus de la Vienne et de l'Allier. Ces analyses couplées à l'observation des phénotypes particuliers des poissons ligériens pourraient traduire la présence de souches autochtones peu ou pas altérées. L'existence de points communs génétiques et/ou phénotypiques entre ces poissons et ceux des bassins du Reins, du Sornin et de la Loise indiquerait la persistance de ces souches sur les versants ligériens du département du Rhône. Des analyses supplémentaires sont à mener pour affiner les comparaisons entre les populations des différents bassins.

3- Mesures de gestion et de restauration des populations de truites fario

Les résultats obtenus dans le cadre de ce travail et les connaissances acquises par ailleurs sur les cours d'eau du territoire viennent renforcer les stratégies déjà adoptées et préconisées pour la conservation et la restauration des populations de truites.

- **La restauration des milieux** est une entrée prioritaire. Les quantités de poissons sont directement dépendantes des contraintes d'habitat. Notamment les paramètres de débit, température, abris, continuité écologique et qualité d'eau sont primordiaux. Les résultats des analyses génétiques montrent tout l'intérêt de décloisonner les rivières et de restaurer les flux géniques afin de permettre aux populations cantonnées sur de petits secteurs de réaliser leurs cycles biologiques sans entraves. En particulier, le réchauffement climatique actuel rend indispensable le fait de pouvoir regagner les zones de refuge thermique fraîches sous des ripisylves denses conservant des débits suffisants. Cette possibilité est essentielle pour les populations de truites de nos cours d'eau de moyenne et basse altitude très vulnérables aux fortes chaleurs estivales.

Dans ce contexte, des programmes de restauration de la continuité piscicole ont été établis pour les différents bassins versants dans le cadre des études d'accompagnement des procédures de type contrat de rivières (voir Faure et Grès, 2008, 2011 ; Faure *et al.*, 2010 ; Barry, 2010 ; Gacon, 2010 ; Prost, 2012). Ils s'appuient sur des données mésologiques mais aussi sur les résultats de la présente étude. Le cas échéant, les travaux proposés sont orientés en priorité sur les secteurs colonisés par les souches natives ou présumées autochtones, et sur les réouvertures de milieux favorables à la reconquête de territoires occupés par des populations issues de souches domestiques par exemple.

- **La gestion piscicole** est à adapter de manière à respecter les souches de poissons en place dans les cours d'eau. Dans cette optique, le déversement de truites fario de pisciculture est à proscrire en priorité dans les cours d'eau hébergeant des souches autochtones comme sur le Gier amont, ou potentiellement natives comme sur les bassins du Reins, du Sornin et de la Loise. Afin de satisfaire certains pêcheurs sans risquer de contamination génétique des souches, des déversements de truites arc-en-ciel ou de saumons de fontaine peuvent être tolérés sur ces parcours : ces espèces ne présentent aucun risque d'hybridation avec les truites fario locales.

Il existe une multitude de souches locales de truites fario, toutes adaptées à leurs conditions environnementales particulières (température, qualité d'eau, hydrologie...). Les appellations de type "truite méditerranéenne" et "truites atlantiques" n'ont que très peu d'intérêt pour le gestionnaire. Il existe en effet des dizaines, sinon des centaines de souches particulières issues des versants méditerranéens et atlantiques toutes adaptées à leur milieu précis.

En particulier, il est probable que les souches provenant de torrents de montagne tels que les Dranses en Haute-Savoie, et celles des rivières de plaine calcaire telles que la rivière d'Ain n'aient pas les mêmes adaptations écologiques bien que toutes deux méditerranéennes. De la même manière, une souche de rivière de basse altitude du bassin du Rhône aura potentiellement plus de points communs physiologiques avec une souche du bassin de la Loire voisin qu'avec une souche montagnarde du bassin du Rhône.

Enfin, sur les rivières où les souches autochtones ont été remplacées depuis quelques décennies mais dont les populations sauvages fonctionnent bien et de manière autonome, les truites ont pu à nouveau développer des adaptations particulières. En effet, différents travaux ont montré qu'en l'espace de 10 à 20 générations, des aptitudes et des tolérances particulières pouvaient apparaître chez les espèces piscicoles et notamment chez les salmonidés : par exemple, des adaptations à des températures d'eau différentes ont été relevées entre populations d'ombre commun isolées mais issues initialement de la même souche (Koskinen *et al.*, 2002 ; Haugen et Vollestad, 2000).

Compte tenu de l'ancienneté de certaines introductions, il ne sera peut-être pas judicieux d'introduire à nouveau des souches de truites potentiellement inadaptées aux conditions locales, même si celles-ci portent une étiquette "méditerranéenne".

- **Cas particuliers :**

Le cas de certains anciens ruisseaux pépinières ou anciens ruisseaux d'introduction pose problème. Localisés en amont d'obstacles naturels (exemples du Conan) ou en amont d'une multitude d'obstacles artificiels trop coûteux à traiter, les poissons qui y sont implantés ont une origine relativement récente (environ 10 ans) et continueront d'hybrider les populations localisées en aval par phénomène de dévalaison.

Le phénomène de « outbreeding depression » (Dobzhansky, 1990 *in* Largiader et Hefti, 2002) peut ainsi jouer sur les populations aval. Il existe des complexes de gènes co-adaptés formés par l'adaptation à long terme des populations à leur milieu, procurant par interaction génique des avantages sélectifs aux individus. Les hybridations entraînent un réarrangement des combinaisons géniques et par conséquent la perte des effets synergiques avantageux pour les poissons. Le risque est d'autant plus élevé que les distances génétiques entre parents sont grandes, et la réduction de la valeur adaptative intervient parfois après plusieurs générations d'hybridation introgressive. La figure 27 ci-dessous illustre ce principe qui conduit aux mêmes types d'impact que le phénomène de consanguinité sur la fitness des individus.

Une solution techniquement et économiquement réaliste pour limiter l'influence des populations issues de souches domestiques récentes sur les populations aval serait le déplacement de spécimens depuis la rivière mère sur ces affluents introgressés, couplé avec un export des poissons de souche domestique vers des milieux où ils n'auront plus d'impacts génétiques, comme des plans d'eau clos. Un certain nombre de précautions sont à prendre, notamment vis-à-vis de l'importance et de la répartition de la population à supplanter (cf. Programme INTERREG III A partie Haute-Savoie).

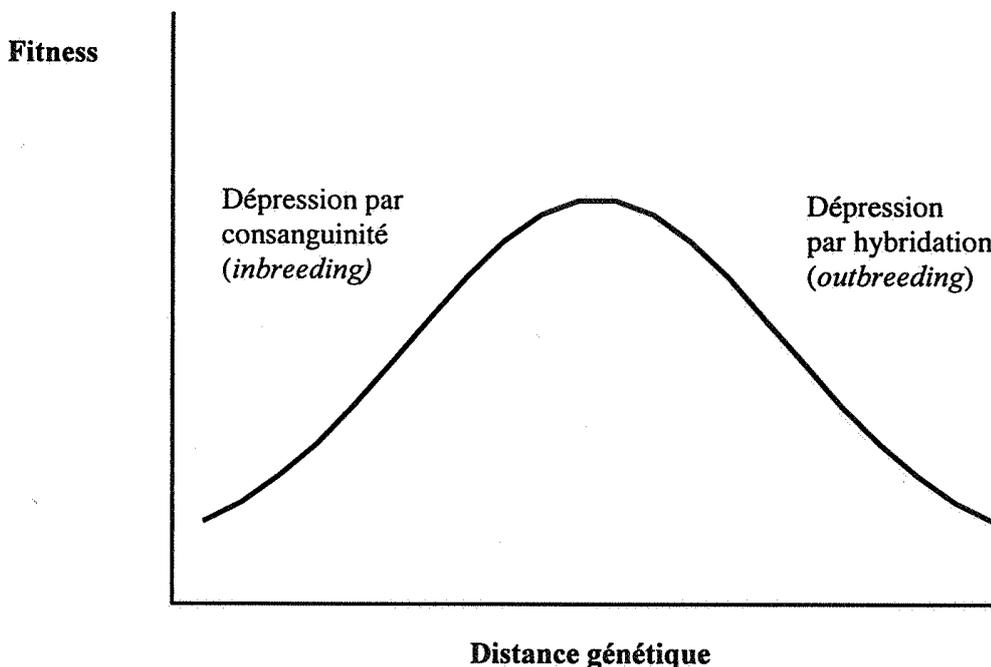


Figure 27 : représentation schématique du « fitness » (=valeur adaptative) de la descendance après hybridation en fonction de la distance génétique entre parents (source : Largiader et Hefti, 2002)

Le cas des souches hybrides MED/ATL du Soanan et du Charveyron en partie apicale des ruisseaux peut poser question, dans la mesure où ces poissons peu nombreux sont cantonnés dans un milieu de faible taille, « protégé » des souches atlantiques en aval par des obstacles. Les taux d'introgression sont malgré tout élevés sur ces secteurs, l'intérêt du maintien du cloisonnement peut se poser pour conserver ces vestiges de souches autochtones du Rhône. Dans ce cas, des actions de restauration du milieu sur le tronçon colonisé peuvent être définies comme prioritaires par rapport à une réouverture du milieu en aval, pas forcément souhaitable pour le maintien de ces poissons particuliers.

Une autre gestion pourrait être testée, consistant à retirer les spécimens présentant un phénotype atlantique typique au sein de ces populations en pratiquant une pêche sélective. La confrontation des photographies des individus à leur génotypes montre que ce travail de sélection, bien que délicat, est possible car des poissons atlantiques purs à la robe typique se maintiennent au milieu des hybrides. Il serait donc envisageable de restaurer en partie les proportions d'allèles MED au sein de ces secteurs. Cette stratégie n'a encore fait l'objet d'aucun travail publié dans le cas de la truite commune (cf. Programme INTERREG III A partie Haute-Savoie). Etant donné la faible taille des populations et leur niveau d'introgression, l'enjeu n'est pas majeur, d'autres cas peuvent être traités avant ceux-ci.

VI - Conclusion

Apports de l'étude

L'important travail collectif de recueil de données de terrain sur les milieux et les espèces, accompagné par la collecte d'informations auprès des différents gestionnaires des milieux aquatiques du territoire, a permis partager très largement la démarche et les thèmes de cette étude.

Des connaissances supplémentaires ont été produites sur les peuplements piscicoles au sens large, grâce à la prospection de nombreux cours d'eau jusqu'ici très peu suivis ou même jamais inventoriés. Ces nombreuses opérations de pêche électrique ont permis d'étoffer l'atlas de répartition des espèces piscicoles du département du Rhône (Valli, 2011).

Le recensement des obstacles au déplacement des espèces et la compilation des données produites par les différents gestionnaires sur ce sujet permet d'apprécier le degré de cloisonnement des cours d'eau du département y compris sur le petit chevelu. La perception de l'impact engendré par ces ouvrages sur les espèces et leur biotope est d'autant plus parlante en disposant du niveau de recul supplémentaire apporté par la synthèse départementale.

Les résultats génétiques obtenus fournissent une vision nouvelle des populations salmonicoles des cours d'eau du département du Rhône, en révélant des aspects jusqu'alors totalement inconnus. Les données traitées et cartographiées permettent de rendre palpables les différences entre populations et surtout, les impacts nettement visibles du cloisonnement des rivières et de la gestion piscicole historique deviennent réellement tangibles. Cet aspect de l'étude est un apport essentiel, car il permet de dépasser la gestion piscicole fondée sur de grands principes théoriques nécessairement sources de polémiques en s'appuyant désormais sur une base scientifique solide et très concrète. Parallèlement, l'observation directe des robes des poissons vient étayer les conclusions des analyses de l'ADN microsatellite. L'analyse photographique met en relief la diversité de formes existant chez la truite dans le département du Rhône. L'ensemble de ces résultats soutient la mise en place et le développement des parcours patrimoniaux, exempts de déversements de truite fario de pisciculture.

Que ce soit pour les AAPPMA, gestionnaires directs des ressources piscicoles désireuses de mieux connaître leurs populations de poissons, ou pour les syndicats intercommunaux porteurs de projets de restauration de milieux, ou encore pour les services de l'Etat mettant en place les politiques de gestion de l'eau (réservoirs biologiques, listes de cours d'eau prioritaires visés au titre de l'article L214-17 pour restaurer la continuité, Référentiel des Obstacles à l'Écoulement, ouvrages grenelle...), les informations produites dans le cadre de cette étude apportent des éléments de référence utiles sur le fonctionnement des rivières et des populations piscicoles. Nous disposons d'un socle de connaissances permettant d'orienter et d'appuyer de manière rationnelle les programmes de restauration des milieux aquatiques et de gestion des ressources piscicoles.

Perspectives

L'analyse plus poussée de nos échantillons atlantiques avec davantage de marqueurs microsatellites et la comparaison avec les caractéristiques de populations ligériennes autochtones fonctionnelles permettra d'affiner les spécificités des souches de nos versants Loire du département du Rhône et éventuellement leurs taux d'introggression par les poissons d'élevage. Cela devrait apporter des précisions sur l'origine des populations atlantiques des versants Rhône. Pour aller dans ce sens, un travail partenarial de plus large échelle est prévu à partir de 2012 sur trois années intégrant les populations de truites des départements du Puy-de-Dôme, de la Haute-Loire, de la Loire et de l'Allier, mais aussi de l'Isère, de la Savoie et de la Haute-Savoie.

Sur un plan pratique, d'importants programmes de travaux de réouverture de milieux ont été réalisés, sont en cours ou vont être lancés à court et moyen termes sur nos bassins versants. Nous disposons d'un état initial du statut génétique des populations. Un suivi pourra être réalisé en fonction de l'avancée de ces différents chantiers de restauration de la continuité écologique en renouvelant les analyses génétiques pour visualiser les conséquences et l'efficacité des aménagements de reconnexion des populations.

De la même manière, les gestions spécifiques des populations de truites comme les pêches sélectives ou le remplacement de certaines souches domestiques actuellement implantées sur les têtes de bassin pourront faire l'objet de suivi afin de vérifier l'efficacité des actions entreprises.

BIBLIOGRAPHIE

BARRY, S. (2010) : Etude piscicole et astacicole du bassin versant de l'Azergues. Etude bilan du contrat de rivière Azergues. FDAAPPMA69.

BEAUME, 1928 : Les débuts de la salmoniculture. Anciens appareils d'incubation. Bull. Fr. Piscic. (1928) 2 : 24-30

BERNATCHEZ L., 2001. The evolutionary history of brown trout (*Salmo trutta* L.) inferred from phylogeographic, nested clade, and mismatch analyses of mitochondrial dna variation. *Evolution*, **55**, 351-379.

BERREBI, 2006 : Etude génétique des truites fario sur quinze stations du département de l'Ardèche. Rapport final - Novembre 2006. 13p.

BERREBI, 2009 : Cartographie génétique des populations sauvages de truites françaises ; Programme Genesalm tome 1, *version du 15 décembre 2009*.22p.

BOYER, 1999 : Bilan d'exploitation des ruisseaux pépinières du département du Rhône. Rapport de stage de l'Institut Supérieur de l'Environnement et de l'Aménagement de la Nature, CSP DR5. 49p + annexes.

BURGEAP, 2007 : Programme de restauration hydraulique et écologique du bassin versant Brévenne Turdine. Rapport des phases 1 et 2. 141p + annexes.

CHASSIGNOL et VALLI, 2010 : Etude piscicole et astacicole du bassin de la Grosne. Etude préalable au Contrat de Rivière Grosne. Rapport FDAAPPMA 69 et 71.

CSP, 2007 : Le débit, élément clé de la vie des cours d'eau. Edition avril 2007, 20p.

DDAF, 1988 : Schéma Départemental de Vocation Piscicole du Rhône. Rapport, 89p + annexes.

ESTOUP *et al.*, 1998 : Microgeographic differentiation in brown trout (*Salmo trutta*): a comparison of microsatellite and allozyme loci. *Mol. Ecol.* **7**: 339–353.

ESTOUP A., LARGIADER C.R., CORNUET J-M., GHARBI K., PRESA P., GUYOMARD R., 2000. Juxtaposed microsatellite systems as diagnostic markers for admixture: an empirical evaluation with brown trout (*Salmo trutta* L.) as model organism. *Molecular Ecology*, **9**, 1873-1886.

FIASSON S. (1964) Recherches écologiques sur la faune d'une rivière de la région : l'Yzeron. Thèse. Faculté des sciences de l'université de Lyon.

FAURE J-P., 2006 : Etude piscicole et astacicole du bassin du Garon. Etude bilan du contrat de rivière. Rapport au SMAGGA, FDAAPPMA69.

FAURE J.P. CHASSIGNOL R. et COULIER D. (2007-2010) Etude piscicole et astacicole des rivières du Beaujolais-Etude préalable du Contrat des rivières du Beaujolais. FDAAPPMA 69 et 71.

FAURE J.P et GRES P. (2008) Etude piscicole et astacicole préalable au Contrat de rivières Rhins, Rhodon et Trambouzan (départements 42 et 69). FDAAPPMA 69 et 42.

FAURE J.P et GRES P. (2011) Etude piscicole et astacicole préalable au Contrat de rivières Gier (départements 42 et 69). FDAAPPMA 69 et 42.

FRPPMA, 2004 : Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles. Rapport d'étude, fiches contexte.

FRPPMA, 2001 : Contrat de rivière Azergues. Etude piscicole et astacicole, rapport d'étude au SMRPC. 79p

GACON, 2006 : Evolution des populations piscicoles des têtes de bassin versant après la sécheresse de 2003. Propositions d'action. Rapport de stage de Maîtrise d'IUP IMACOF, Université François Rabelais – Tours-, FDAAPPMA 69. 90p + annexes.

GACON, 2010 : Observatoire piscicole du bassin versant Brévenne Turdine & Compléments de l'étude piscicole et astacicole. FDAAPPMA 69.

GARNIER R., 2011 : Suivi des têtes de bassin du département du Rhône. Année 2011. Rapport de stage FDAAPPMA69.

GEO+, 2007 : Etudes préalables au second contrat de rivières Brévenne Turdine. Etude globale de la gestion quantitative des ressources en eau du bassin versant. Rapport provisoire. 51p + annexes.

GINGER, 2007 : Etude hydrologique et hydraulique du bassin versant du Garon, phase 3. 68p + annexes.

GROSPRETRE L. et SCHMITT L. (2008) Etude hydrogéomorphologique de l'Yzeron et définition d'indicateurs de suivi. Université Lumière Lyon II.

GREBE, 2007 : Contrat de Rivières Brévenne Turdine – Etude piscicole et astacicole – Lot n°6. Rapport final. 66p + annexes.

HARTL, 1994 : Génétique des populations. Flammarion, ISBN : 2-257-15024-4 ; 305p.

HAUGEN O. T. et VOLLESTAD L. A., 2000 : Population differences in early life-history traits in grayling. J. EVOL. BIOL 13 (2000) 897-905.

KOSKINEN M. T., HAUGEN O. T., PRIMMER C. R., 2002 : Contemporary fisherian life-history evolution in small salmonid populations. Nature, vol. 419, 24 octobre 2002, 826-830.

LARGIADER C. et HEFTI D., 2002 : Principes génétiques de conservation et de gestion piscicoles. Informations concernant la pêche n°73. OFEFP.

LASCAUX J-M, MENNESSIER J.M., FIRMIGNAC F., VERSANNE S., 2010 : Analyse de la variabilité de la ponctuation et des caractères ornementaux des truites des cours d'eau du département de la Corrèze. Rapport ECOGEA pour la FDAAPPMA19, 19p.

LASCAUX J-M, FIRMIGNAC F. et LAGARRIGUE T., 2005 : Analyse de la variabilité morphologique des truites des cours d'eau du territoire du Parc National des Pyrénées. Rapport ECOGEA, 43p.

LASCAUX J-M, FIRMIGNAC F. et LAGARRIGUE T., 2000 : Analyse de la variabilité morphologique de la truite commune dans les cours d'eau du Cantal. Rapport ECOGEA pour la FDAAPPMA15, 25p.

LUCAS MC, BARAS E., 2001 : Migration of Freshwater Fishes. Ed. Blackwell Science, 420p.

MAUPOUX et VALLI, 2010 : Etude piscicole et astacicole des rivières du Mâconnais. Etude préalable au Contrat de Rivières du Mâconnais. Rapport FDAAPPMA 69 et 71.

MEKROUD, 2001 : le Conan, un écosystème exceptionnel dans le département du Rhône. Rapport de BTS, 38p. + annexes.

OMBREDANE D. & BAGLINIERE J.L., 1991. Les écailles et leurs utilisations en écologie halieutique. Note technique : 42p.

PARROT R., 2008 : Etude piscicole et astacicole du Bozançon. Rapport d'étude FDAAPPMA69.

Programme INTERREG III A – Identification, sauvegarde et réhabilitation des populations de truites autochtones en Vallée d'Aoste et en Haute Savoie. Rapport final. 2006.

PROST M., 2012 : Etude piscicole, thermique et physique sur le bassin versant de L'Yzeron. Observatoire écologique du bassin versant. Bilan du Contrat de Rivière Yzeron-Vif 2002-2008, FDAAPPMA 69.

DDAF, 1988 : Schéma Départemental de Vocation Piscicole du Rhône, mars 1988, 60p.

SILENE, 1997 : Contrat de rivière de l'Azergues, dossier sommaire de candidature. Juillet 1997. 63p.

VALLI, 2007 : Suivi des têtes de bassin du département du Rhône. Année 2007. Rapport d'étude. 73p + annexes.

VALLI, 2011a : Atlas de repartition géographique des espèces piscicoles et astacicoles du département du Rhône. Bilan des connaissances acquises entre 2004 et 2010. FDAAPPMA69.

VALLI, 2011b : Suivi des têtes de bassin du département du Rhône. Année 2010. Rapport d'étude FDAAPPMA69.

VONLANTHEN P., EXCOFFIER L., BITTNER D., PERSAT H., NEUENSCWANDER S., LARGIADER C. R., 2007 : Genetic analysis of potential postglacial watershed crossings in Central Europe by the bullhead (*Cottus gobio* L.). *Molecular Ecology* (2007) 16, 4572-4584.

ANNEXE : caractéristiques des crues sur les stations hydrométriques (sources : Banque Hydro et études hydrologiques et hydrauliques des différents bassins versants)

		biennale	quinquennale	décennale	vicennale	cinquantennale	centennale	Source
Azergues à Lozanne	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	85.00 [76.00;95.00] 110.0 [100.0;130.0]	130.0 [110.0;150.0] 180.0 [160.0;210.0]	160.0 [140.0;180.0] 230.0 [200.0;270.0]	180.0 [160.0;220.0] 270.0 [240.0;320.0]	220.0 [190.0;260.0] 330.0 [280.0;390.0]	non calculé 420	Burgeap 2007
Azergues à Châtillon	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	46.00 [42.00;52.00] 57.00 [51.00;64.00]	68.00 [62.00;79.00] 85.00 [76.00;98.00]	82.00 [74.00;97.00] 100.0 [92.00;120.0]	96.00 [86.00;110.0] 120.0 [110.0;140.0]	110.0 [100.0;140.0] 140.0 [130.0;170.0]	non calculé 230	Geoplus 2001
Brévenne à Sain Bel	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	20.00 [17.00;23.00] 30.00 [26.00;35.00]	33.00 [29.00;39.00] 50.00 [44.00;60.00]	41.00 [36.00;51.00] 64.00 [56.00;77.00]	50.00 [43.00;61.00] 77.00 [67.00;93.00]	60.00 [52.00;75.00] 93.00 [81.00;110.0]	non calculé 139	Geoplus 2001
Reins à Amplepuis	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	15.00 [13.00;16.00] 18.00 [17.00;21.00]	21.00 [19.00;25.00] 27.00 [25.00;32.00]	26.00 [23.00;30.00] 33.00 [30.00;39.00]	30.00 [27.00;36.00] 39.00 [35.00;46.00]	35.00 [31.00;43.00] 46.00 [41.00;56.00]	non calculé 95	Ginger 2003
Coise à Larajasse	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	7.100 [6.100;8.400] 14.00 [12.00;17.00]	12.00 [10.00;14.00] 24.00 [21.00;29.00]	15.00 [13.00;18.00] 31.00 [27.00;38.00]	18.00 [16.00;22.00] 37.00 [32.00;46.00]	22.00 [19.00;27.00] 46.00 [39.00;57.00]	non calculé non calculé	
Ardières à Beaujeu	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	6.300 [5.700;6.900] 9.400 [8.500;11.00]	8.800 [8.000;10.00] 14.00 [13.00;16.00]	10.00 [9.400;12.00] 17.00 [15.00;20.00]	12.00 [11.00;14.00] 20.00 [18.00;24.00]	14.00 [13.00;17.00] 24.00 [21.00;29.00]	non calculé 49	Hydratec, 2003
Soanan à St-Vérand	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	8.300 [7.300;9.800] 11.00 [9.200;13.00]	13.00 [11.00;15.00] 16.00 [14.00;20.00]	15.00 [13.00;19.00] 20.00 [18.00;25.00]	18.00 [16.00;23.00] 24.00 [21.00;30.00]	22.00 [19.00;28.00] 29.00 [24.00;37.00]	non calculé 32	Geoplus 2001
Yzeron à Craponne	QJ (m3/s) QJX (m3/s)	3.600 [3.100;4.200] 7.800 [6.500;9.500]	6.000 [5.300;7.200] 14.00 [12.00;17.00]	7.600 [6.700;9.200] 19.00 [16.00;23.00]	9.200 [8.000;11.00] 23.00 [19.00;28.00]	11.00 [9.700;14.00] 28.00 [24.00;35.00]	non calculé non calculé	

Débits caractéristiques de crue ; QJ : débit journalier moyen ; QJX : débit de pointe

Année	H Craponne	Q Craponne	H St-Vérand	Q St-Vérand	H Beaujeu	Q Beaujeu	H Larajasse	Q Larajasse	H Amplepuis	Q Amplepuis	H Sain Bel	Q Sain Bel	H Châtillon	Q Châtillon	H Lozanne	Q Lozanne
1983	134	7.5	107	Nd	107	9.3	163	20.6	172	22.3	170	47.1	205	83.8	323	164
1983	173	14.3	145	Nd	148	19.5	229	48.6	243	48.5	332	151	300	138	462	495
1984	82	1.4	88	Nd	102	8.3	115	5.8	159	18.9	96	10.5	161	60	257	Nd
1985	120	5.5	52	3.3	90	5.9	154	17.3	178	23.9	108	15.6	97	29.5	205	Nd
1986	122	5.8	102	13.5	107	9.3	193	32.3	180	24.5	167	45.2	172	66.3	370	215
1987	93	2.4	72	6.9	96	7.1	70	5.2	143	14.7	162	42	139	Nd	296	123
1987	109	4.1	85	9.6	96	7.1	71	5.5	123	10	121	20.9	156	55.2	289	117
1988	93.5	2.4	99.2	12.8	112	10.4	82.7	8.4	144	11.7	122	21.5	189	72.6	300	127
1989	214	23.4	112	15.9	126	13.5	140	27.6	174	20.6	225	86	219	89.8	396	259
1990	172	14.1	114	16.4	119	12	106	15.2	170	19.3	132	26.1	233	97.9	323	146
1991	117	5.1	86.7	10	113	10.6	89.5	10.2	139	10.3	138	28.8	145	49.6	213	73
1992	109	4.1	97.9	12.5	116	11.3	80.7	7.9	200	29.3	127	23.7	194	75.2	213	105
1993	152	10	86.1	9.8	130	14.7	111	16.9	172	32	191	61	203	80.6	258	139
1994	139	8.2	79.7	8.5	Nd	Nd	91.3	10.7	162	16.9	157	39.2	145	49.3	198	95.9
1995	104	3.5	89.3	10.5	124	13.3	81	7.9	180	22.6	107	14.8	174	64.7	199	96.6
1996	158	11.5	149	25.6	146	18.8	162	37	239	45	228	88.2	254	110	352	222
1997	128	6.6	67.8	6.1	84.1	4.9	95.7	12	128	7.7	146	33.2	119	35.9	210	103
1998	89.7	2.1	55	3.7	125	7.1	64.7	4	140	10.5	108	15	77.4	3.8	93.6	31.5
1999	167	17.1	82.8	9.1	111	10.3	127	22.9	195	27.6	157	39.2	157	55.8	238	123
2000	124	7.6	96.1	12.1	223	44.2	71.6	5.6	150	13.5	250	106	169	63	361	230
2001	125	7.8	81.2	8.8	114	10.9	125	22	156	15.2	178	52.3	167	62	306	179
2002	145	12.5	90	11	100	6	135	26	150	13	185	56	160	58	301	160
2002	148	12.7	98.1	12.5	100	7.9	135	26	158	15.7	192	61.8	183	69.6	314	186
2003	320	54	166	30.5	125	13.7	209	59.5	261	54.1	235	93.9	321	150	453	458
2004	152	13.5	81.2	8.8	112	10.5	120	20.4	205	31.5	179	53.1	173	65.5	261	141
2005	193	23.8	131	20.5	143	18.4	119	20	255	51.7	182	55	229	96.9	320	191
2006	99.8	3.6	86.4	9.9	77.4	3.8	86.8	9.5	131	8.3	135	27.7	147	51.5	210	102
2007	181	20.6	62.2	5.1	80.6	4.6	103	14.4	188	25.3	110	15.8	90.5	22.3	124	43.6
Moyenne	142	11	95	12	116	12	119	19	175	23	166	48	178	69	280	166
Médiane	131	8	89	10	112	10	113	16	171	20	160	41	171	65	293	140
Maximum	320	54	166	30.5	223	44.2	229	59.5	261	54.1	332	151	321	150	462	495

Hauteurs d'eau maximales atteintes (cm) et débits de pointe correspondants (m³/s) au niveau des stations hydrométriques