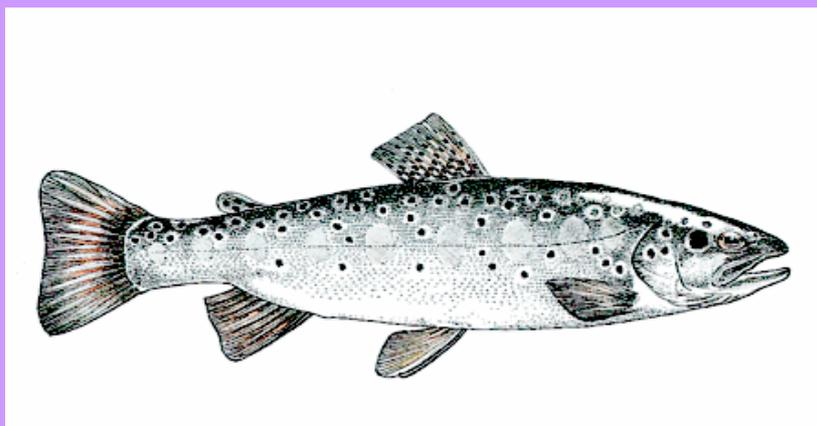


Etude génétique de 18 échantillons de truites de Corse sur 4 marqueurs microsatellites. Rapport final.

-Mars 2011-



© Dessin de Victor Nowakowski,
extrait de Inventaire de la faune menacée en France, Nathan-MNHN, Paris, 1994.

Analyses statistiques, interprétation, rédaction: **Patrick Berrebi** *
Analyses moléculaires: **Corinne Cherbonnel** **

* Institut des Sciences de l'Evolution, UMR5554 UM2/CNRS/IRD, Université Montpellier 2, CC065,
place E. Bataillon, 34095 Montpellier cedex, tel: 04 67 14 37 32, patrick.berrebi@univ-montp2.fr
** Genindexe, 6 rue des Sports, 17000 La Rochelle, tel: 05 46 30 69 66, ccherbonnel@genindexe.com



Fédération de la Corse pour la Pêche
et la Protection du Milieu Aquatique

COLLECTIVITE
TERRITORIALE DE CORSE



OFFICE DE
L'ENVIRONNEMENT
DE LA CORSE



1. Avant propos

Ce rapport reprend les échantillons de 2009 (OEC01 à OEC09) et confirme certaines interprétations laissées en suspens l'an dernier. Il décrit également les 9 échantillons de 2010 (OEC10 à OEC18). Dans un souci de continuité, les 18 échantillons sont analysés ou réanalysés de façon globale.

Cette étude génétique 2009-2010 prend la suite des analyses menées lors du "LIFE macrostigma" 2004-2007. Elle est financée par l'Office de l'Environnement de la Corse et la Fédération de la Corse pour la Pêche et la protection du Milieu Aquatique. Cette étude génétique fait partie du programme de gestion de la truite corse qui a pris la suite du LIFE auquel participent également la DREAL de Corse, l'ONF, l'ONCFS, l'ONEMA et le PNRC."

2. Echantillons de référence

Pour confirmer les interprétations en suspens du rapport précédent, et pour améliorer la significativité des estimations, de nombreuses références atlantiques ont été ajoutées (nuages de points blancs dans les diagrammes d'AFC): 4 piscicultures commerciales du continent ont été utilisées (10 truites chacune), des échantillons de rivières corses presque entièrement atlantiques, ont aussi été utilisés: cela permet de dominer les apports atypiques non déclarés éventuels de truites domestiques: l'Ortolo (pont Vignaletta) échantillonné en 1996 et des échantillons du dernier projet LIFE (lots 23, 46 et 58).

Des essais ont consisté à rajouter des échantillons des principaux types corses (lots LIFE 3, 6, 14, 20, 35, et 54) ainsi qu'un échantillon de truites méditerranéennes (lot LIFE 53), mais les résultats n'ont pas été très probants. Il semble que nous demandions trop de performances à des analyses basées sur seulement 4 marqueurs microsatellites!

3. La méthode moléculaire

Afin de déterminer la nature génétique corse, méditerranéenne, atlantique (domestique) ou hybride, 4 marqueurs microsatellites (Sfo1, SsoSL-311, Omy21DIAS et MST 543) ont été employés. Les analyses des échantillons 2009 et 2010 ont été faites par le laboratoire privé Genindexe de La Rochelle.

4. Les méthodes statistiques

Deux méthodes ont été exploitées successivement.

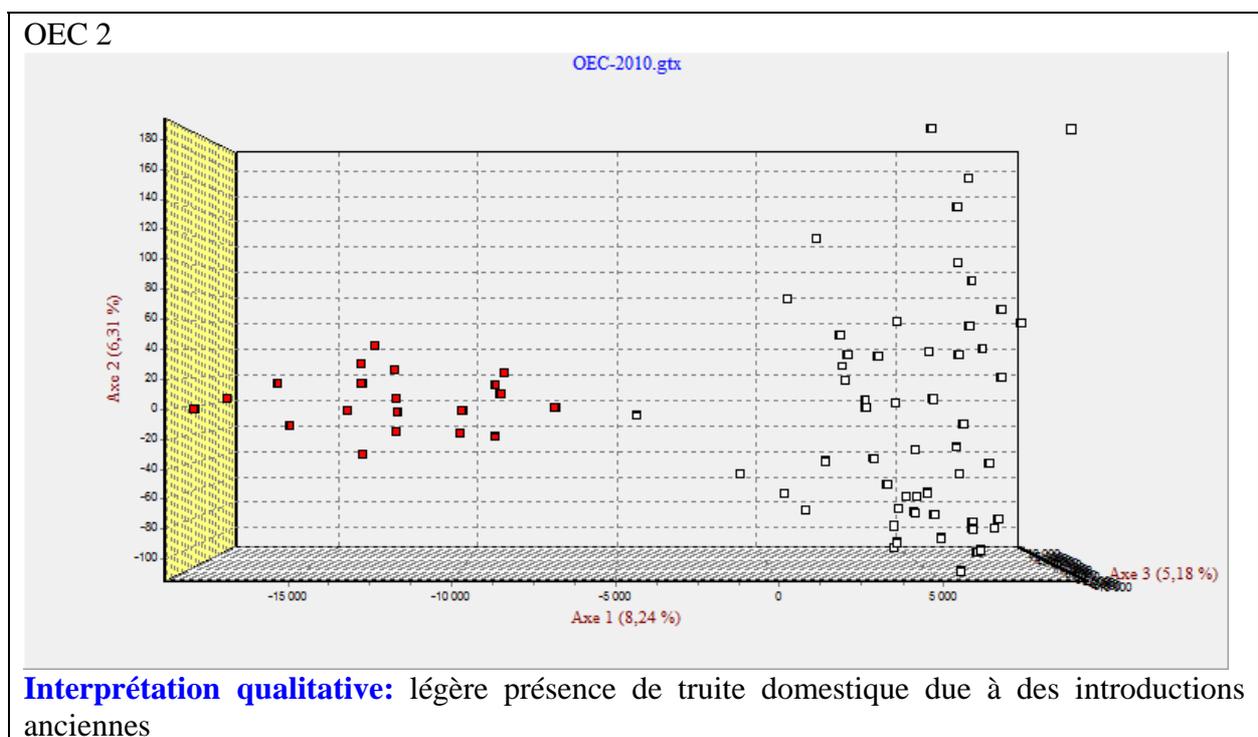
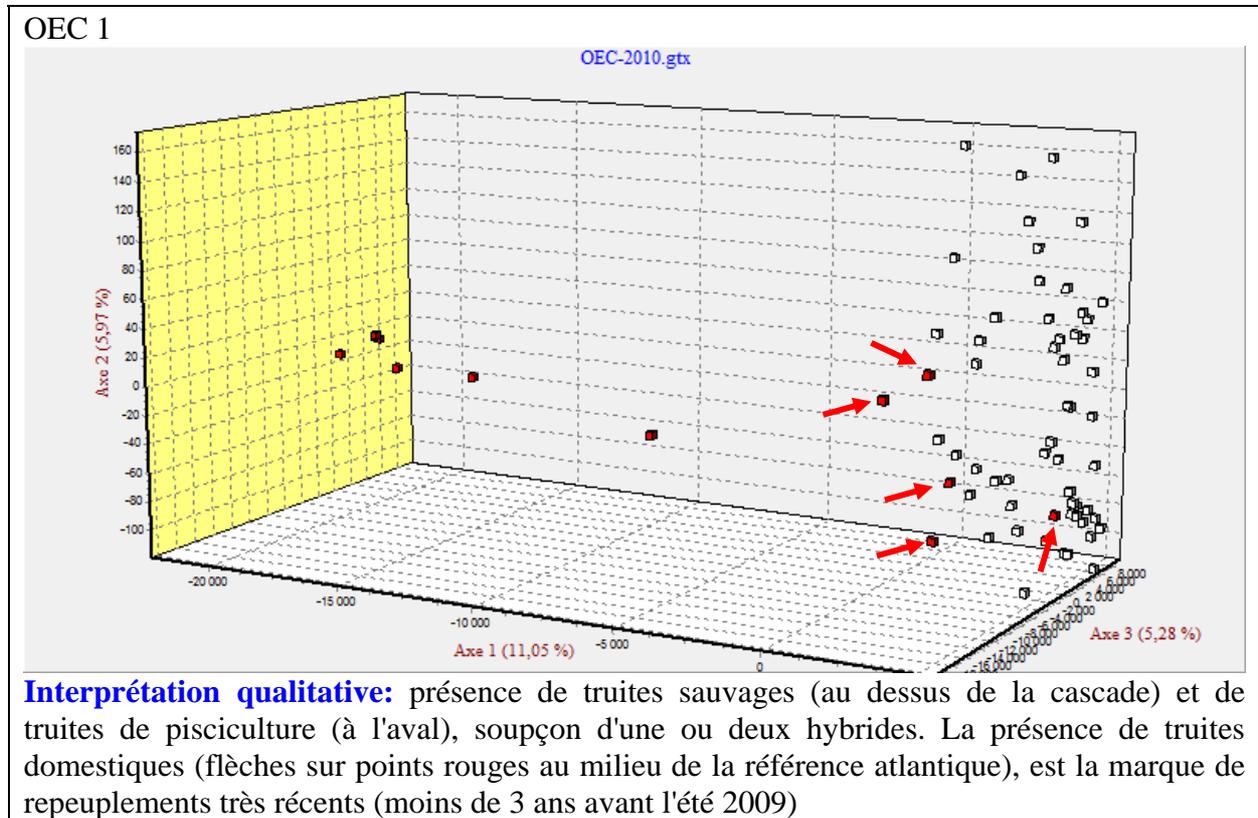
- Une méthode de débroussaillage donne une première idée de l'état des truites des campagnes 2009 puis 2010 (Chapitre 5.1.1.): c'est l'analyse multidimensionnelle AFC (logiciel GENETIX). Elle positionne chaque truite (point) en fonction de l'ensemble de ses caractéristiques génétiques. Plus deux points sont proches, plus les truites qu'ils représentent se ressemblent génétiquement.

- Une méthode d'assignation permet d'estimer, de façon probabiliste, la composition sauvage/domestique de chaque truite analysée (logiciel STRUCTURE). Le logiciel découpe l'ensemble des truites analysées en k sous-groupes ayant les caractéristiques les plus proches d'une population en équilibre génétique (Chapitre 5.1.2.).

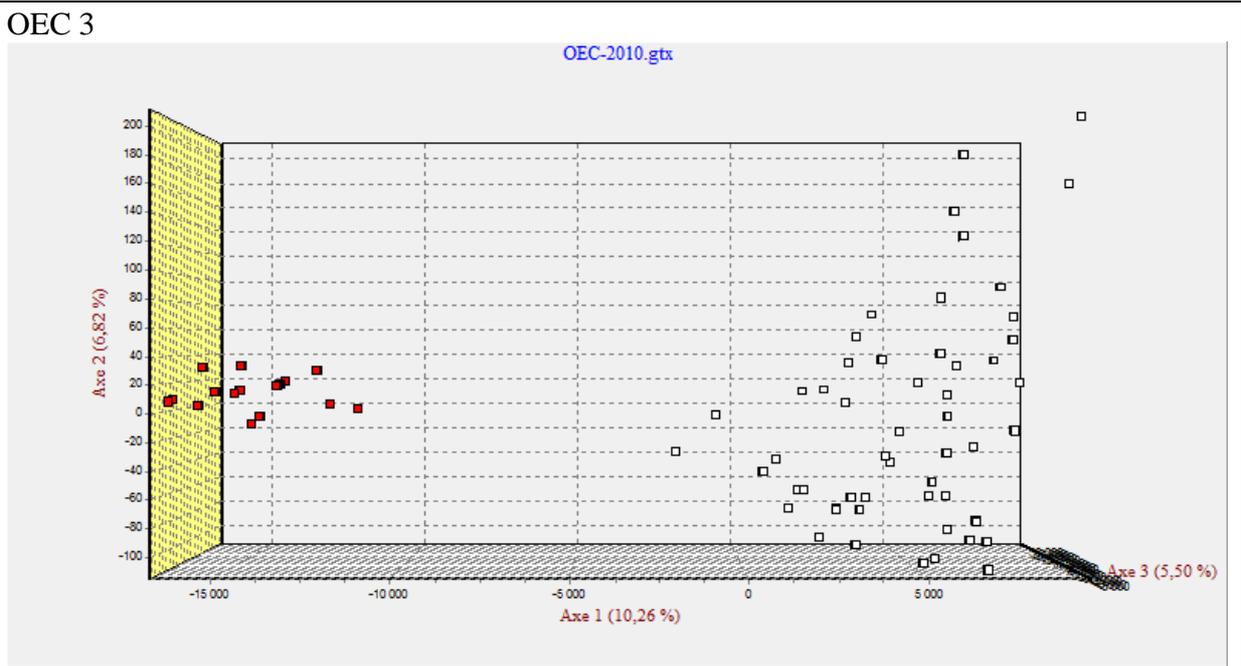
5. Résultats

5.1. Analyse par AFC

5.1.1. Stations de 2009

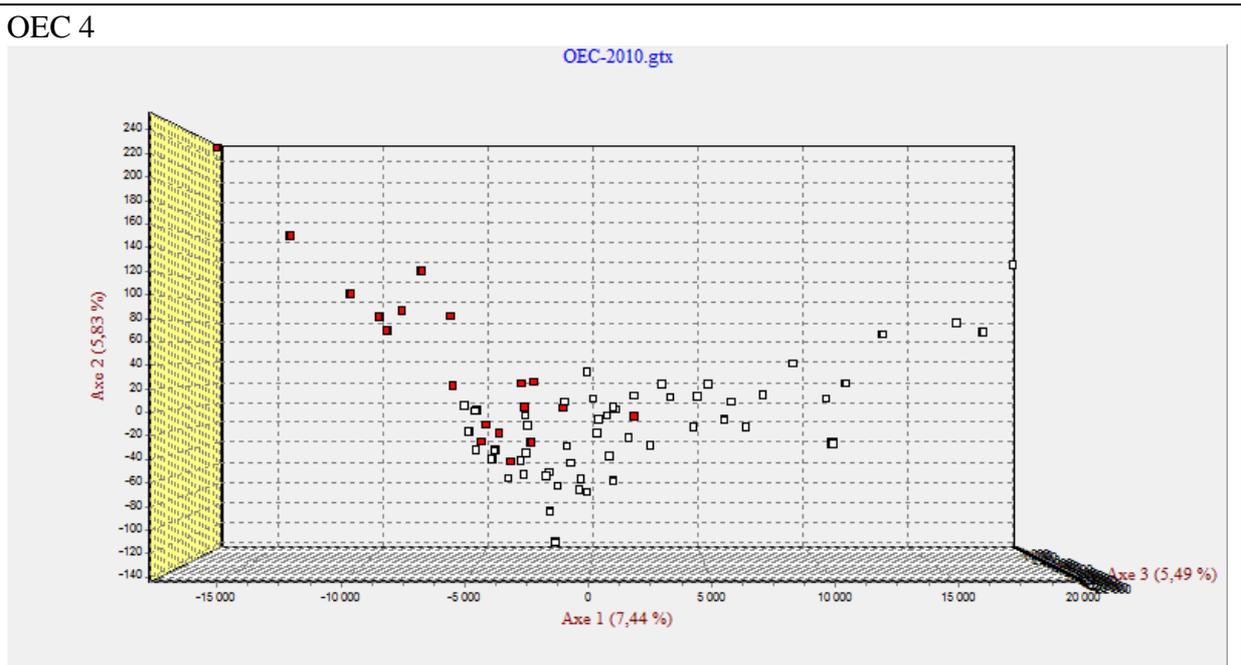


OEC 3



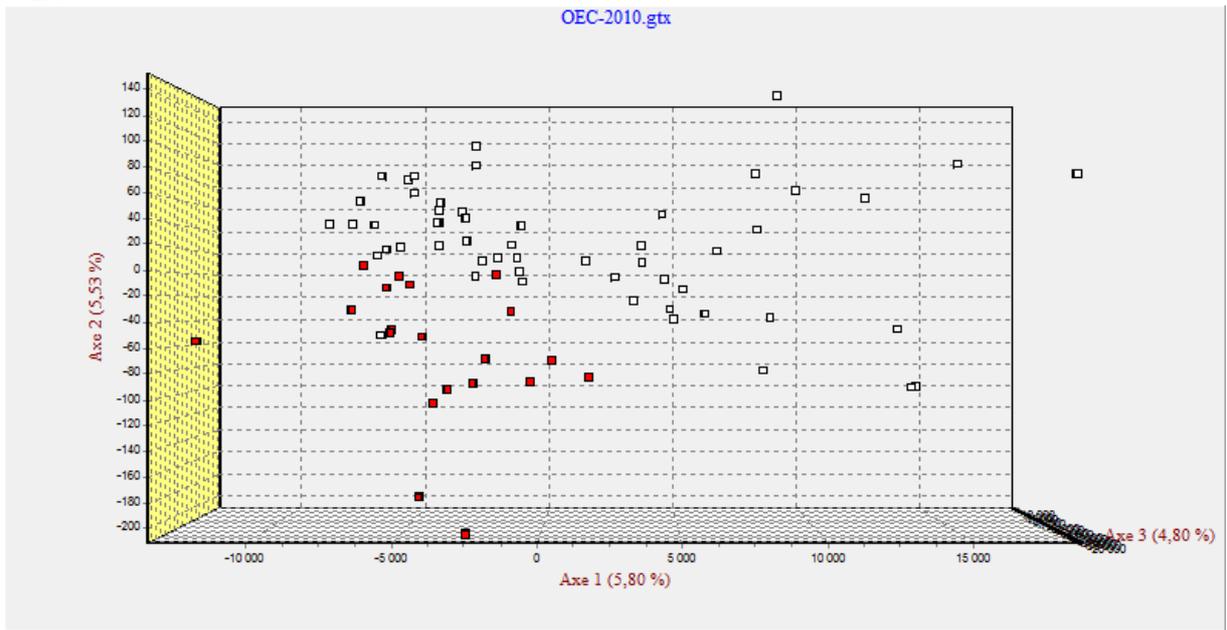
Interprétation qualitative: pas de trace de truite domestique

OEC 4



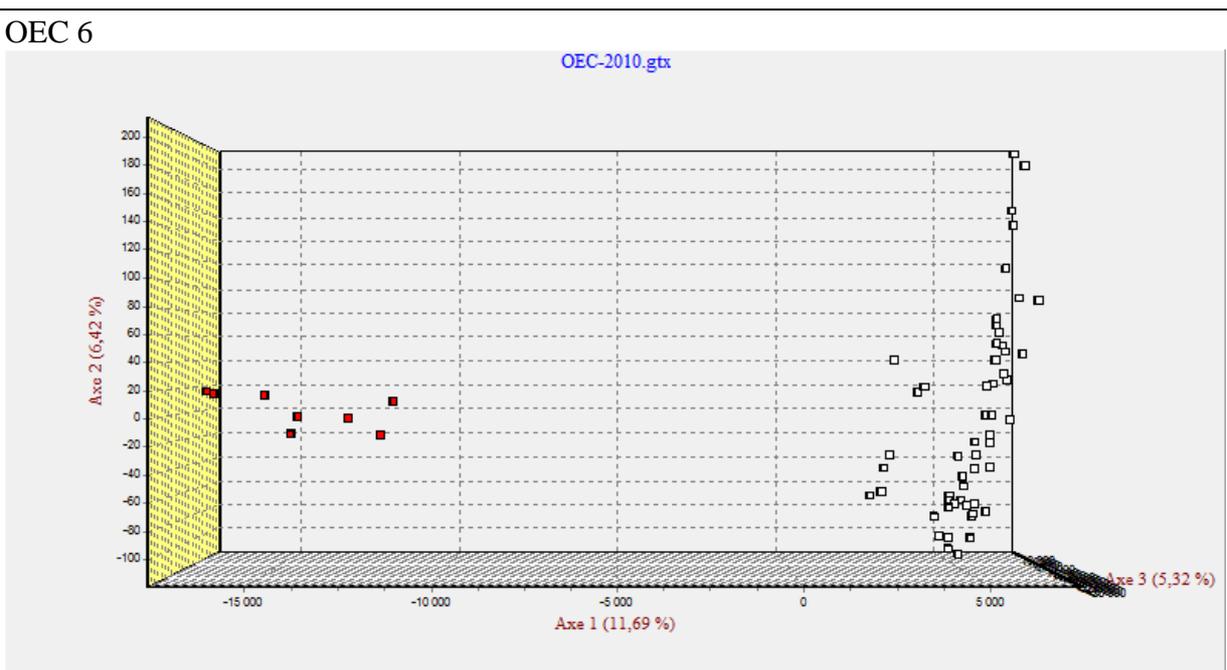
Interprétation qualitative: population presque entièrement domestique

OEC 5



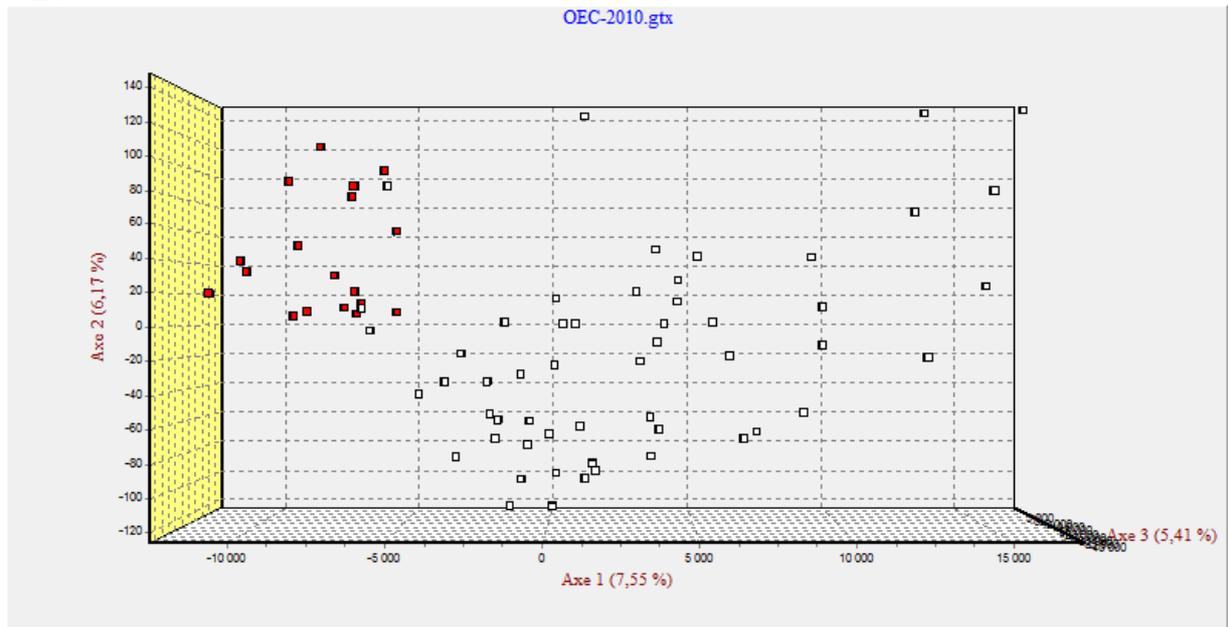
Interprétation qualitative: population presque entièrement domestique

OEC 6



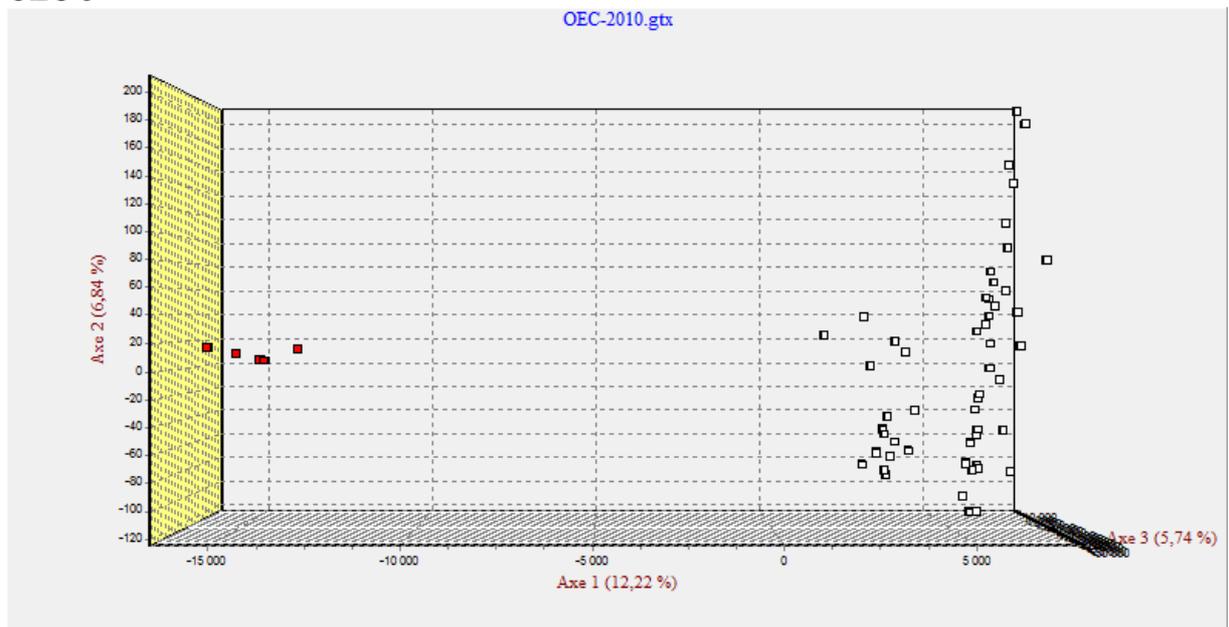
Interprétation qualitative: pas de trace de truite domestique

OEC 7



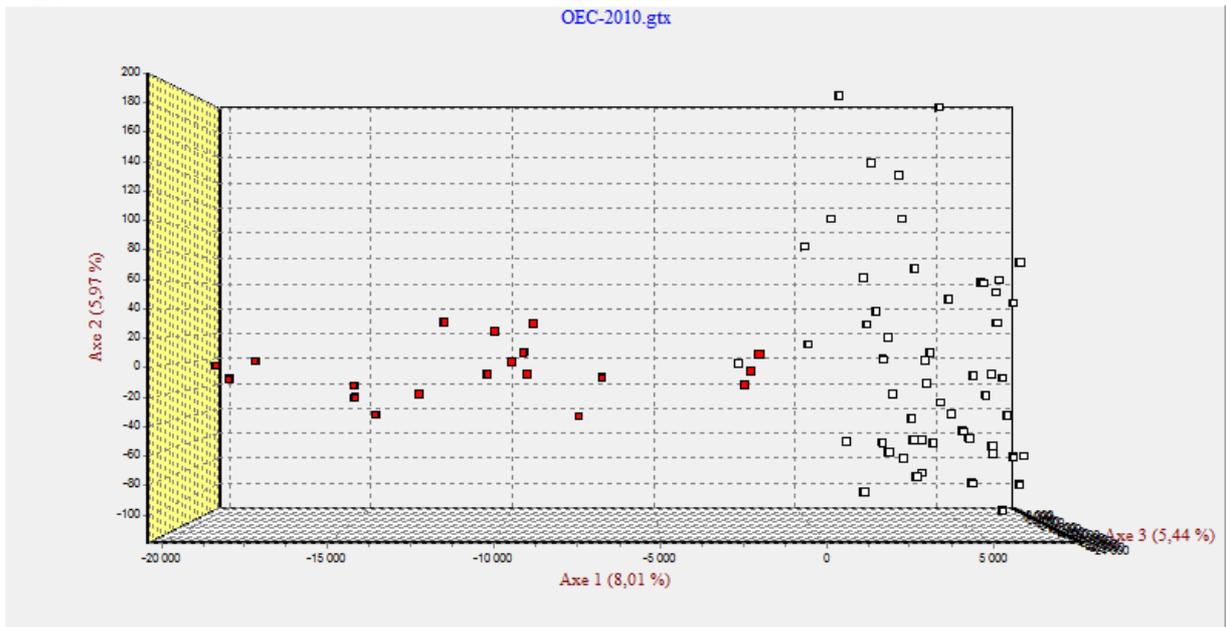
Interprétation qualitative: population moyennement introgressée à cause d'introductions anciennes (contact entre nuages rouge=de rivière et blanc=atlantique, mais aucun point rouge parmi les blancs)

OEC 8



Interprétation qualitative: pas de trace de truite domestique

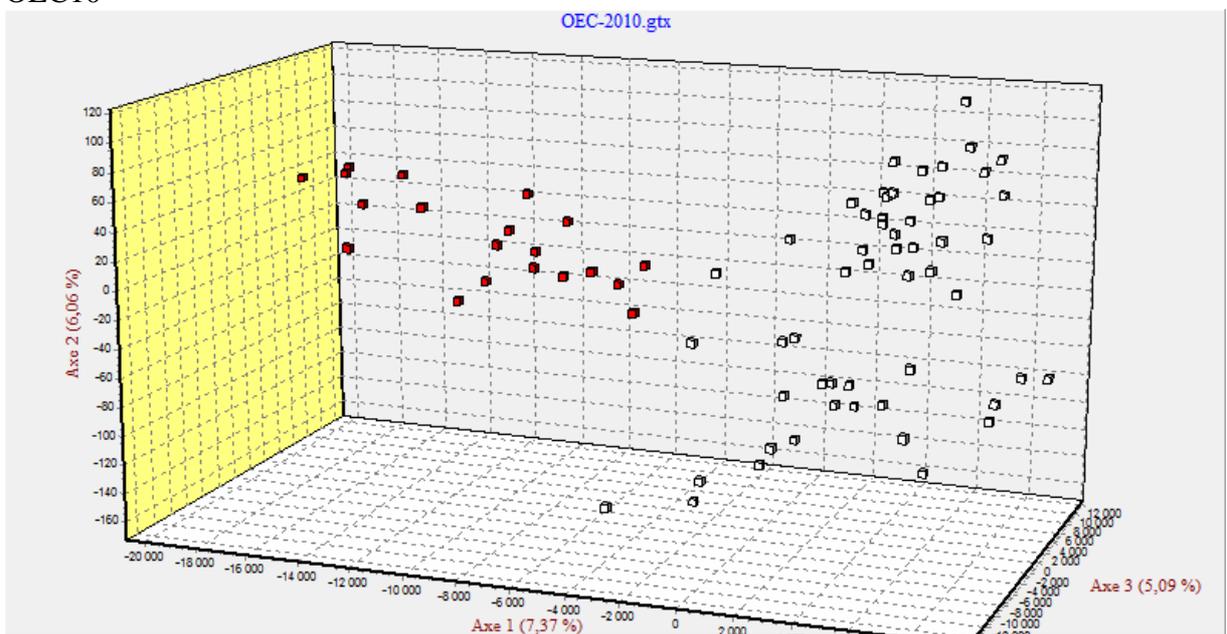
OEC 9



Interprétation qualitative: introgression moyenne mais réelle

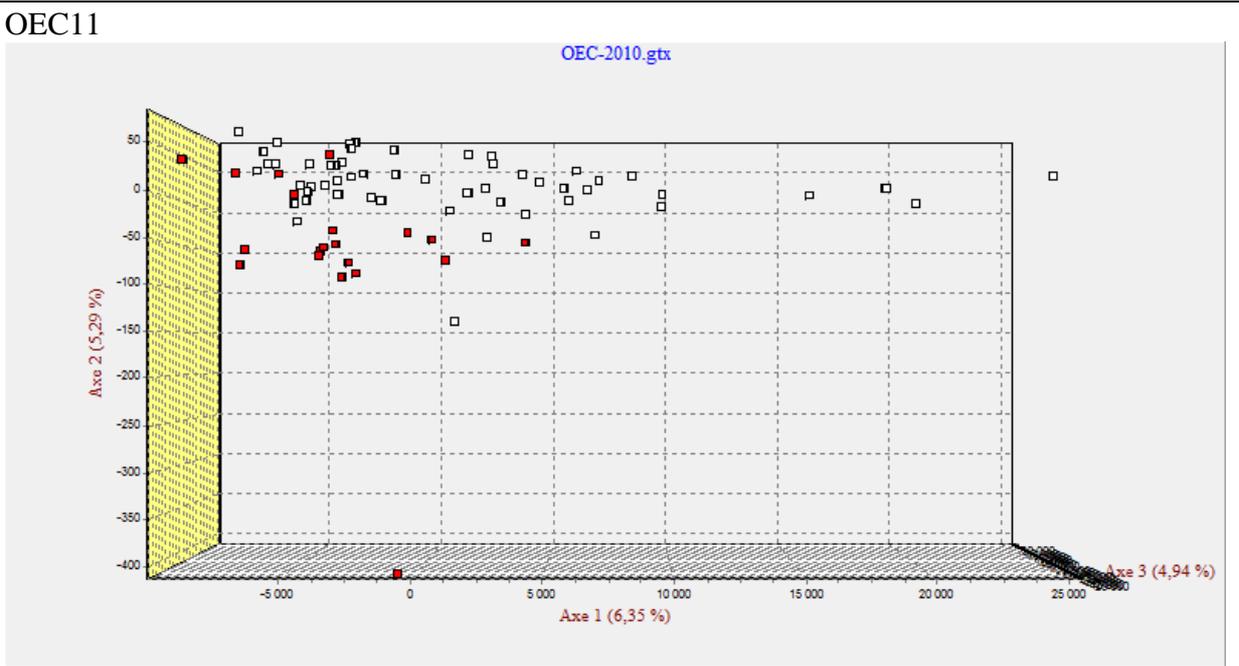
5.1.2. Stations de 2010

OEC10



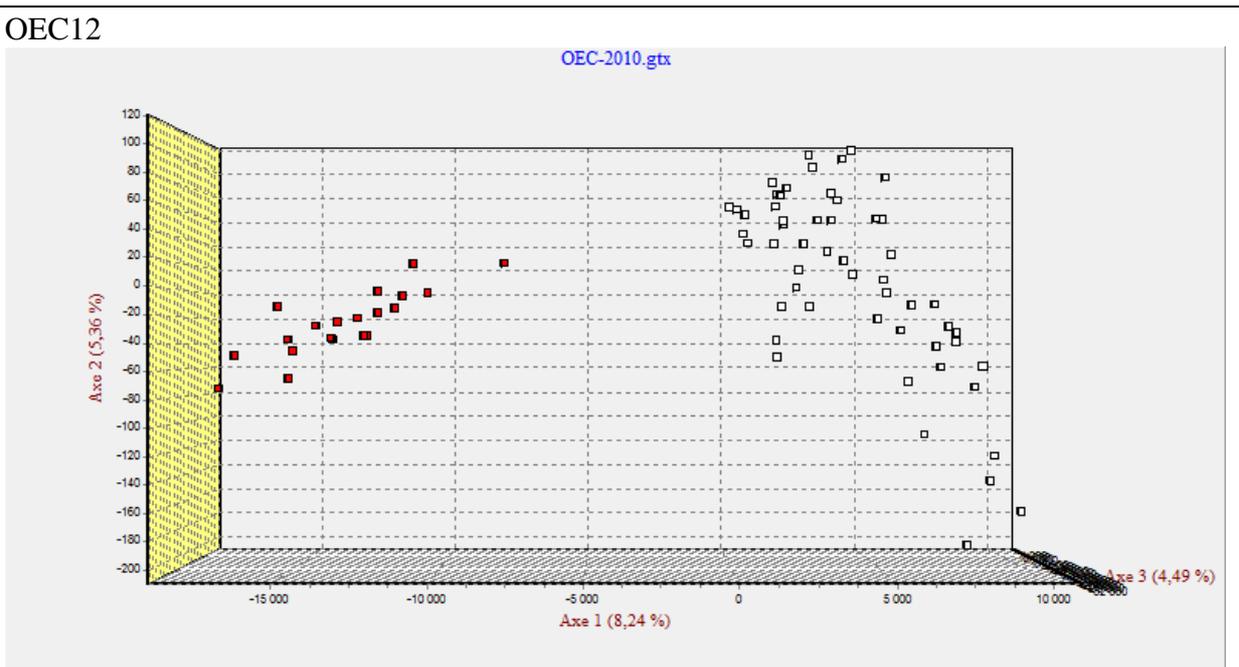
Interprétation qualitative: traces légères d'introgression ancienne

OEC11



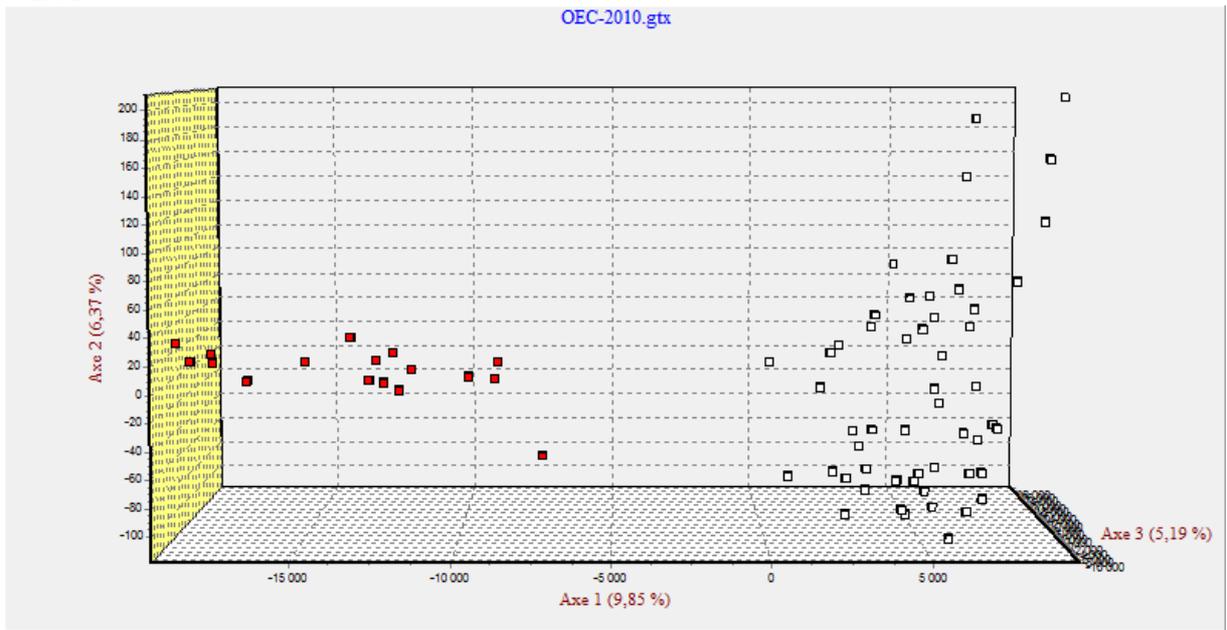
Interprétation qualitative: population presque entièrement atlantique

OEC12



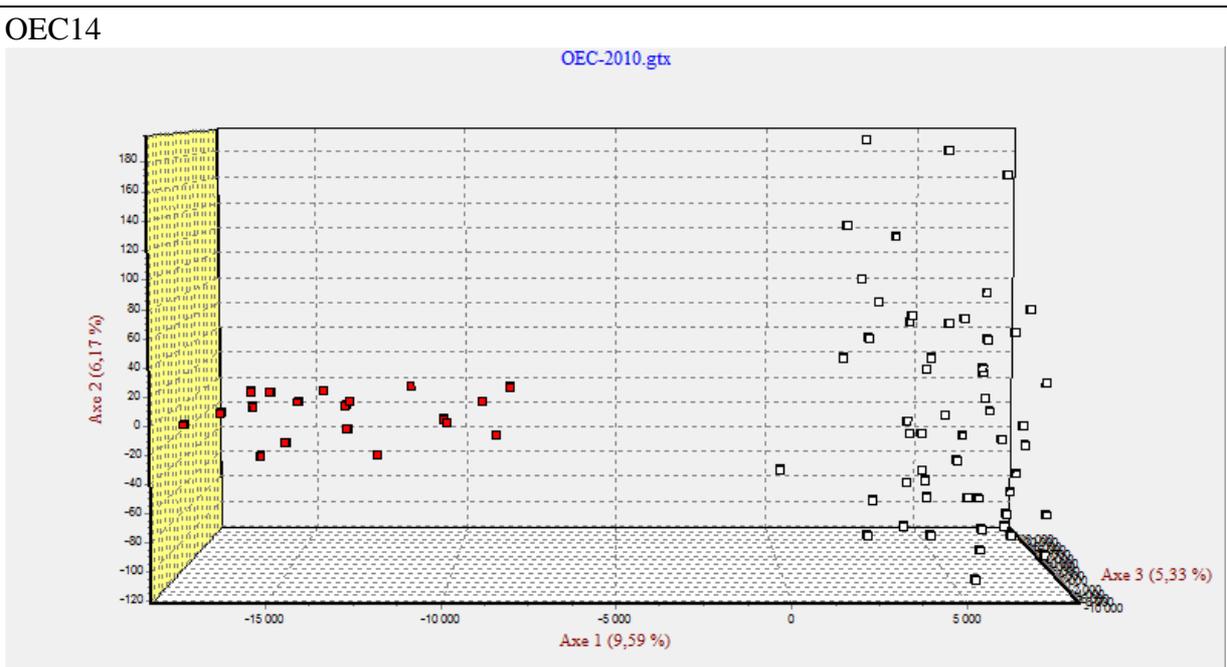
Interprétation qualitative: traces infimes d'introgession ancienne (nuage rouge dirigé vers le blanc, mais espace entre eux)

OEC13



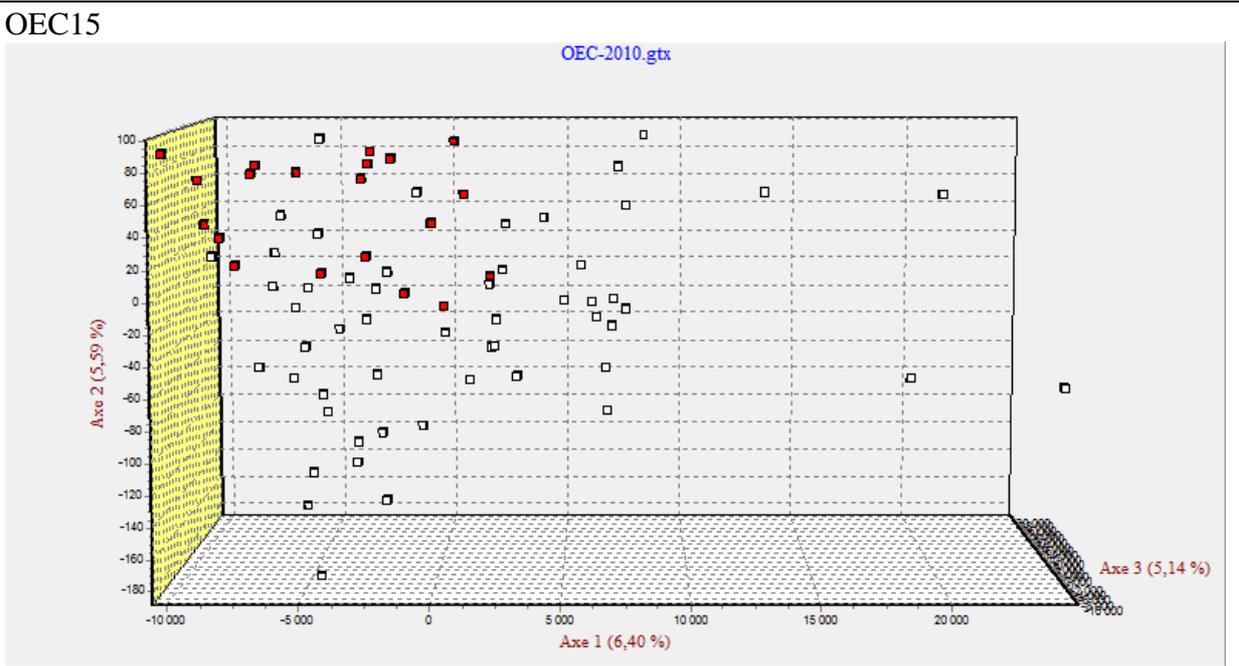
Interprétation qualitative: traces infimes d'introgession ancienne

OEC14



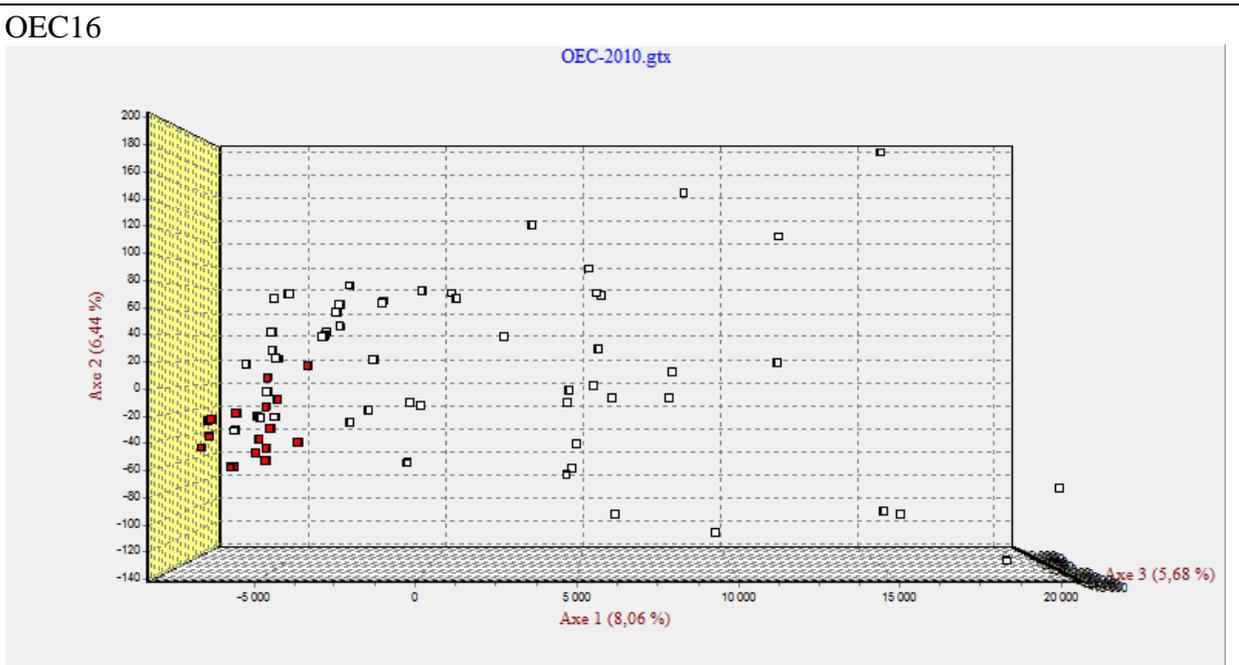
Interprétation qualitative: population presque purement sauvage

OEC15



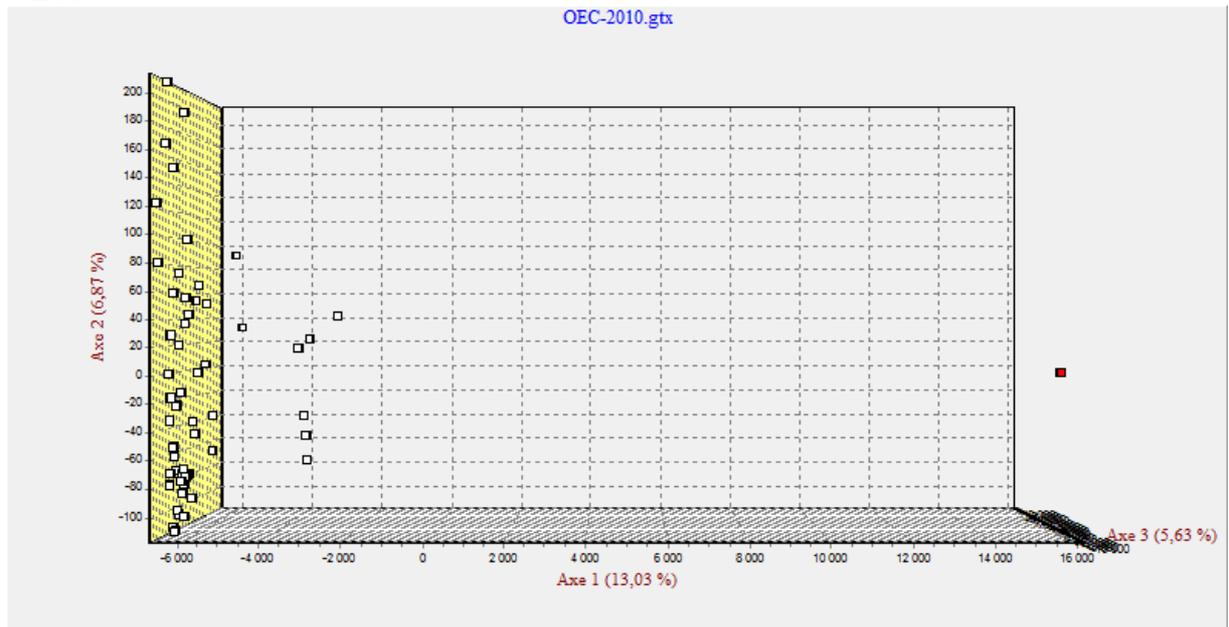
Interprétation qualitative: échantillon presque entièrement atlantique

OEC16



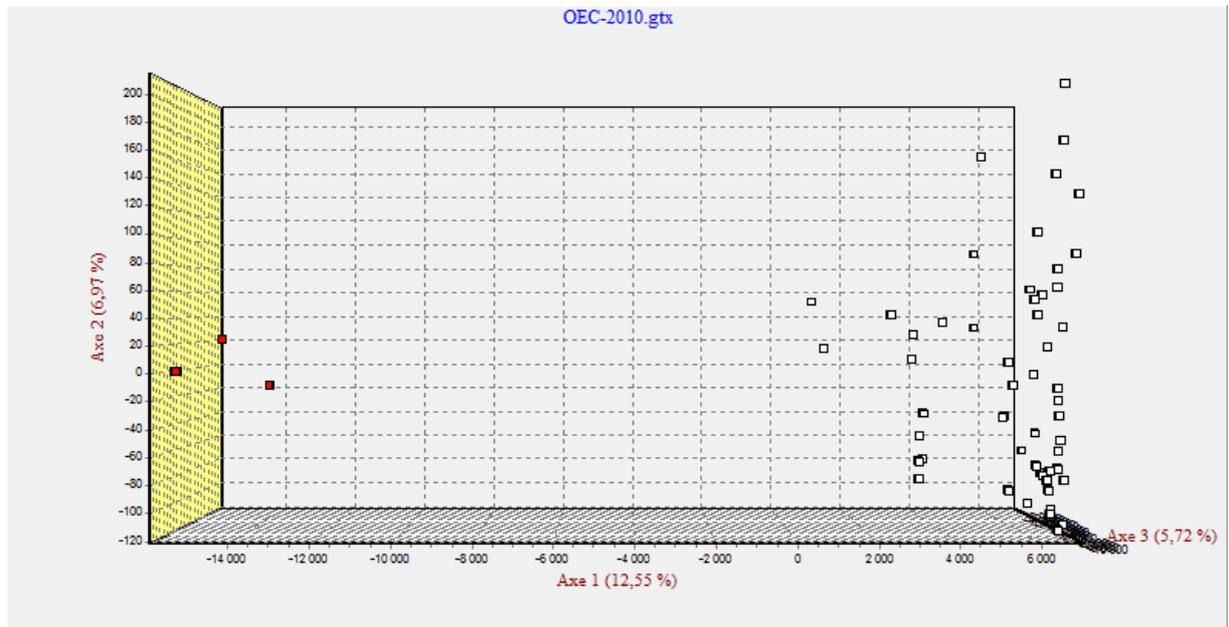
Interprétation qualitative: échantillon presque atlantique

OEC17



Interprétation qualitative: pas de trace d'introgession, absence totale de polymorphisme (les 20 truites sont représentées par un seul point, à droite) probablement à cause de la taille réduite de la population ou d'un goulot d'étranglement dans son histoire récente

OEC18



Interprétation qualitative: pas de trace de forme atlantique

5.2. Analyse d'assignation par STRUCTURE

Sur ces diagrammes d'assignation,

- les 18 premiers échantillons sont les 18 échantillons du présent projet, disposés dans l'ordre;

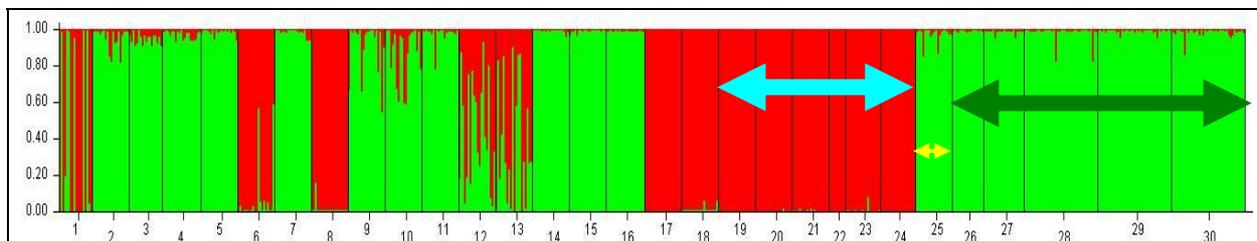
- la double flèche bleue correspond aux références corses sauvages ancestrales (lot LIFE 6 = Taravo, puis lot 3 = Prunelli, lot 14 = Fium'Orbu; lot 20 = Vecchio; lot 35 = Rizzanese; lot 54 = Fium'Seccu);

- flèche jaune: la population méditerranéenne (lot LIFE 53)

- la double flèche verte représente les échantillons de référence atlantiques.

Les estimations chiffrées sont données en fin de paragraphes car tirées de tableaux de résultats fournis par le logiciel.

5.2.1. L'introgession visualisée par des histogrammes



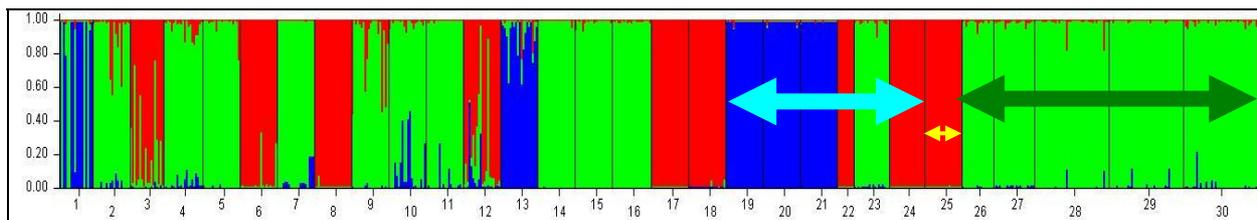
Ce diagramme montre clairement que les populations corses ancestrales sont colorées en rouge et que tout le reste est en vert (truites méditerranéennes et atlantiques). C'est dû au fait qu'on a demandé au logiciel de créer deux sous groupes logiques ($k=2$).

selon de diagramme, les échantillons OEC 6, 8, 17 et 18 seraient purement sauvages tandis que les OEC1, 12 et 13 seraient légèrement introgressés, OEC10 fortement introgressé et tous les autres quasiment ou totalement remplacés par la forme atlantique.

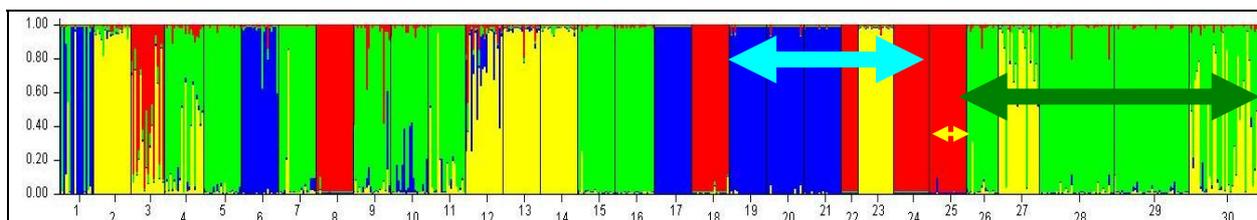
Avec $K=2$, il y a opposition entre l'image AFC et l'image d'assignation pour les échantillons:

OEC3 (type corse=C pour l'AFC et domestique=P pour Structure)

OEC9, 10 et 14 (légèrement introgressé pour l'AFC et fortement pour Structure)



Ici, $K=3$, avec sensiblement les mêmes contradictions entre les deux méthodes



Enfin, avec $K=4$, il y a concordance entre AFC et assignation, nous pouvons donc utiliser ce test pour calculer les taux d'introgession.

Il faut cependant remarquer que la méthode

- reconnaît 3 types ancestraux corses (ici bleu, rouge et jaune ou C1, C2 et C3)

- considère le type méditerranéen comme C3 (en rouge)

5.2.2. L'introgression calculée grâce à STRUCTURE

refs	pops	site	bassin	N	OEC1	OEC2				d'après AFC	d'après Berrebi et al 2007
					P	Structure					
						C1	C2	C3	P		
échantillonnage 2009	OEC 01	Buttaghju	Prunelli	18	33	64	01	10	25	mélangé	-
	OEC 02	Belle Bone	Fiume Grossu	20	5?	01	01	94	04	faible	-
	OEC 03	Ercu	Golu	18	0?	01	45	48	06	nulle	-
	OEC 04	Sources Fium'Altu	Fium'Altu	21	95	02	03	23	72	forte	-
	OEC 05	Bassu Ritondu	Travu	20	100	01	01	02	96	forte	-
	OEC 06	Corrachja	Cruzzinu	20	0	92	02	01	05	nulle	-
	OEC 07	Valle Tremoli	Travu	20	50?	02	00	06	92	forte	-
	OEC 08	Paratella	Tavignanu	20	0	01	97	01	01	nulle	-
	OEC 09	Caldane	Bravona	20	31?	04	10	03	83	moyenne	-
échantillonnage 2010	OEC 10	Melaghja (forêt de Bonifatu)	Figarella	20		12	02	01	85	moyenne	-
	OEC 11	Melaghja (forêt de Tartagine-Melaghja)	Golu	20		02	01	13	84	forte	-
	OEC 12	Ancinu	Golu	20		12	10	75	03	très faible	-
	OEC 13	Olcani	Cap Corse	20		01	02	96	01	très faible	-
	OEC 14	Olmata	Cap Corse	20		01	01	96	02	très faible	-
	OEC 15	Nursoli	Abatesco	20		01	01	02	96	forte	-
	OEC 16	Purciulellu	Gravona	21		00	01	01	98	forte	-
	OEC 17	Forca i Tassi	Lonca	20		50	49	01	00	nulle	-
	OEC 18	Lataga	Ortolo	20		01	96	02	01	nulle	-
refs corses ancestrales	LIFE 03	Ese	Prunelli	20		97	01	01	01	nulle	100% corse
	LIFE 06	Veraculongu	Taravu	20		98	01	01	00	nulle	100% corse
	LIFE 14	Pozzi di Marmanu	Fium'Orbu	20		98	01	01	00	nulle	100% corse
	LIFE 20	Puzzatelli	Vecchiu	9		01	97	01	01	nulle	100% corse
	LIFE 35	Chjuvone	Rizzanese	19		01	01	97	01	nulle	100% corse
	LIFE 54	Lette	Fiume Seccu	19		01	98	01	00	nulle	100% corse
med.	LIFE 53	Golu	Golu	20		01	97	01	01	nulle	100% méd.
refs atlantiques piscicultures	Ortolo 96	Ortolo	Ortolo	17		01	02	04	93	forte	(95% atlant.)
	LIFE 23	Schileccia	Prunelli	22		01	01	76	22	forte	95% atlant.
	LIFE 46	Bassetta	Taravu	40		01	02	02	95	forte	94% atlant.
	LIFE 58	Tartagine	Golu	40		01	01	01	97	forte	96% atlant.
				40		02	01	34	63	forte	

Le tableau ci-dessus récapitule les résultats estimés pour les 18 échantillons analysés pour le projet géré par la Fédération de Pêche de Corse et l'OEC. Il donne l'ensemble des résultats obtenus lors de la présente étude, comparés aux résultats anciens (dernière colonne) issus des études Berrebi et al (2007) et Berrebi (1996) pour la seule station Ortolo (en jaune), la seule analysée avec des allozymes.

les échantillons sont classés selon les couleurs:

- en jaune ce sont les échantillons des campagnes 2009 et 2010 objets de ce rapport
- en bleu, les échantillons de référence de truites corses ancestrales
- en vert, une référence méditerranéenne (non différencié du type corse dans la présente analyse)
- en beige, références atlantiques domestiques

les entêtes

- sous le mauve sont rappelés les résultats de 2009 (avec incertitude pour certains échantillons)
- sous le bleu clair sont présentés les résultats de 2010 avec reprise des estimations pour les échantillons de 2009;
- sous le vert sont rappelés les résultats du LIFE (Guide de 2007) et d'une étude allozymique de 1996 (en jaune).

les pourcentages:

- en bleu les pourcentages proche du 100% corse
- en vert le pourcentage 98% sauvage mais que l'analyse groupe avec le type corse (voir remarque sur le trop petit nombre de marqueurs)
- en beige les pourcentages proches du 100% domestique

6. Interprétation et perspectives

Nous trouvons 7 populations considérées comme purement sauvages (moins de 5% de présence atlantique), les échantillons:

OEC02 et **08** de 2009 et
OEC12, 13, 14, 17 et **18** de 2010

Notons, juste "en dessous" deux stations très faiblement impactées par les repeuplements et présentant donc un certain intérêt âtrimonial:

OEC03 avec seulement 6% de gènes domestiques et
OEC06 en limite avec 5%.

Il y a 4 localités où la forme domestique a presque pris toute la place, ce sont les échantillons:

OEC05 et **07** de 2009 et
OEC15 et **16** de 2010.

Enfin, quelques stations présentent une situation intermédiaire:

OEC01 présente 25% d'introggression mais il semble que 33% de l'échantillonnage soit constitué de truites aval domestiques et 66% de truites amont corses ancestrales, séparées par une chute difficilement franchissable à la remontée (voir rapport OEC1 de 2009).

OEC04 est introgressé de l'ordre de 70% par la forme domestique
OEC09, 10 et **11** sont fortement introgressées autour de 85%

Ces résultats vont s'ajouter à ceux, déjà nombreux, obtenus par le passé lors d'études sporadiques, ou plus organisées (allozymes, Natura 2000, LIFE...).

Il pose la question de la reconnaissance de cette forme de truite qui n'en finit pas d'être ballottée d'une dénomination à l'autre parce qu'aucune étude morphologique d'ampleur

régionale (France et Italie continentales, Corse, Sardaigne et Sicile) n'est disponible pour confirmer son statut taxonomique. Les études génétiques phylogéographiques (ADNmt permettent cependant de proposer un point de vue.

La truite corse se distingue aisément dans la majorité des cas: elle possède **un haplotype mitochondrial AD** (adriatique), par contre sa robe est tellement variée en Corse (un type par fleuve au moins) qu'il est souvent impossible de la reconnaître. Une étude morphologique régionale vient de le confirmer (Lascaux et al., 2010).

Des études récentes (mais peut-être insuffisantes), publiées ou non publiées, semblent indiquer que la même truite se trouve en Sardaigne (en voie de disparition) mais pas en Sicile (où on trouve une truite atlantique d'origine nord-africaine: Schöffmann et al., 2007). Aucune donnée génétique, encore moins mitochondriale, ne semble disponible sur la côte tyrrhénienne de l'Italie...

Du point de vue de la conservation, le dernier LIFE "macrostigma" a grandement profité de la présence du nom d'espèce *Salmo macrostigma* signalée vulnérable en Corse dans les listes des espèces menacées de l'Union Européenne. La "Liste rouge des espèces menacées en France" de l'UICN-Comité-France signale *Salmo cettii* comme "en danger" en Corse.

Cette nomenclature pose donc problème:

- elle est certes nécessaire pour la protection de la truite corse et probablement sarde (elles ont une parenté génétique indéniable, elles portent l'haplotype AD adriatique, mais ne sont pas identiques!)

- aucun nom proposé ici ou là n'est valide (*macrostigma* est nord-africaine et *cettii* est sicilienne, enfin *ghigi* est en Italie adriatique... etc... etc...)

Aucune espèce de truite n'a été décrite à partir de spécimens corses ou sardes, il faudra donc inventer un nouveau nom.

La truite corse présente suffisamment de particularités génétiques (haplotype mitochondrial AD, sauf quelques exceptions), sa lignée est suffisamment isolée en mer tyrrhénienne et ses populations sont assez vulnérables pour qu'on lui accorde le statut d'espèce, et que la truite sarde, également d'haplotype mitochondrial adriatique (AD), lui soit directement rattachée;

L'avis et la participation des taxonomistes est indispensable pour savoir si il est possible, en se basant sur les caractères cités ci dessus de décrire une nouvelle espèce étant donné qu'il n'y a pas de nom disponible à donner à cette truite. Ceci est un débat et un travail qui ne fait que commencer.

7. Références citées

Berrebi P. 1996. Analyses allozymiques des truites corses dans le cadre du protocole n°1165 du CSP (8° délégation) : Etude de deux cours d'eau corses dévastés par les crues : la Solenzara et l'Ortolo. Suivi de la recolonisation par les populations de truite. Rapport décembre 1996, Université Montpellier II.

Berrebi P., Dubois S., Recorbet B., Muracciole S., Mattei J. 2007. Les progrès en génétique obtenus lors du LIFE. In : *Guide de gestion de la truite macrostigma*, 52-60.

- Lascaux JM, Lagarrigue T, Mennessier JM, Muracciole S. 2010.** Analyse de la variabilité de la ponctuation et des caractères ornementaux des truites des cours d'eau corses: 31p. *Etude réalisée par ECOGEA dans le cadre du programme de gestion de la truite corse*
- Schöffmann J., Susnik S., Snoj A. 2007.** Phylogenetic origin of *Salmo trutta* L 1758 from Sicily, based on mitochondrial and nuclear DNA analyses. *Hydrobiologia* **575**: 51-55

Montpellier le 15 mars 2011