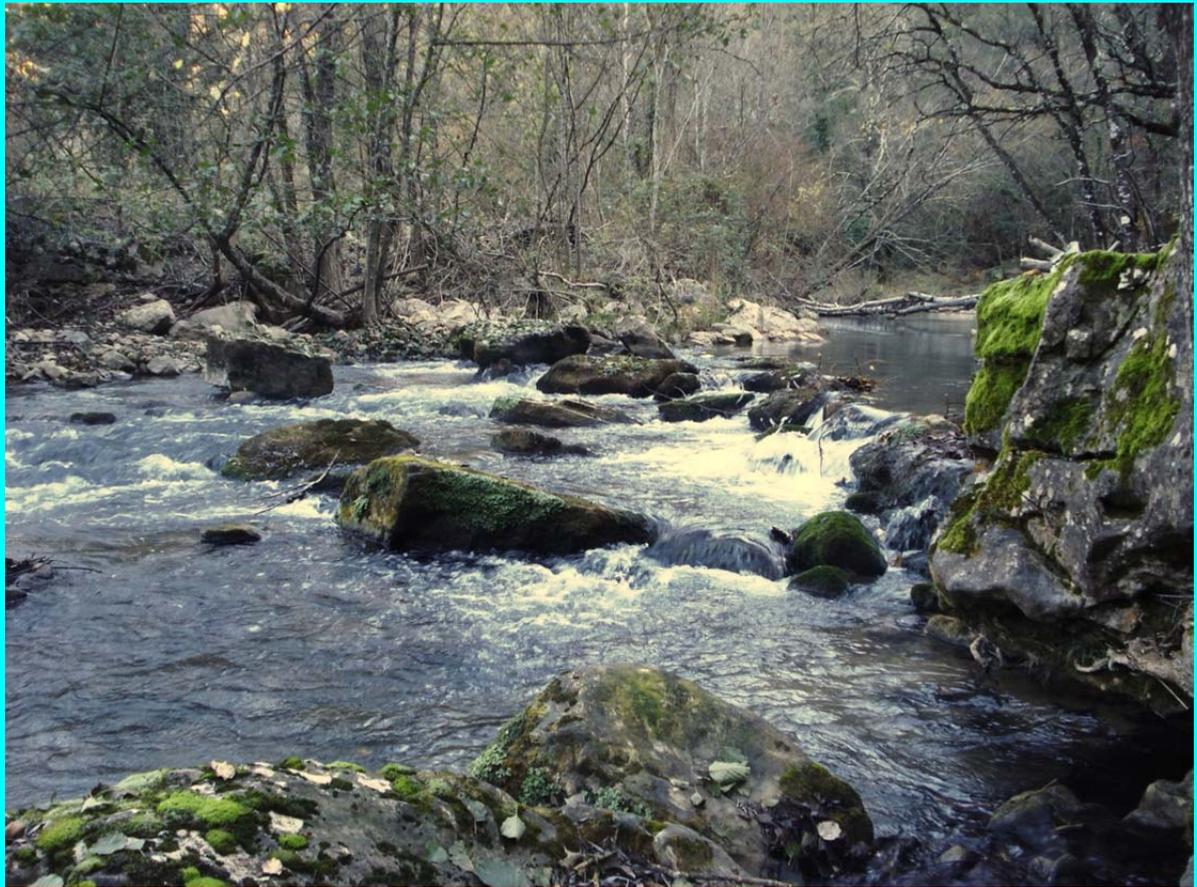


# **Structure génétique des truites du bassin versant de la Bresque et de quelques cours d'eau voisins**

**Projet VAR2**

Analyses statistiques et rédaction: Patrick BERREBI  
Analyses moléculaires: Zhaojun SHAO  
Institut des Sciences de l'Evolution, Université Montpellier 2  
Tel: 04 67 14 37 32  
Mél: [patrick.berrebi@univ-montp2.fr](mailto:patrick.berrebi@univ-montp2.fr)



**Ancien seuil sur la Bresque, aujourd'hui effacé**

© FD83/

## 1. Introduction

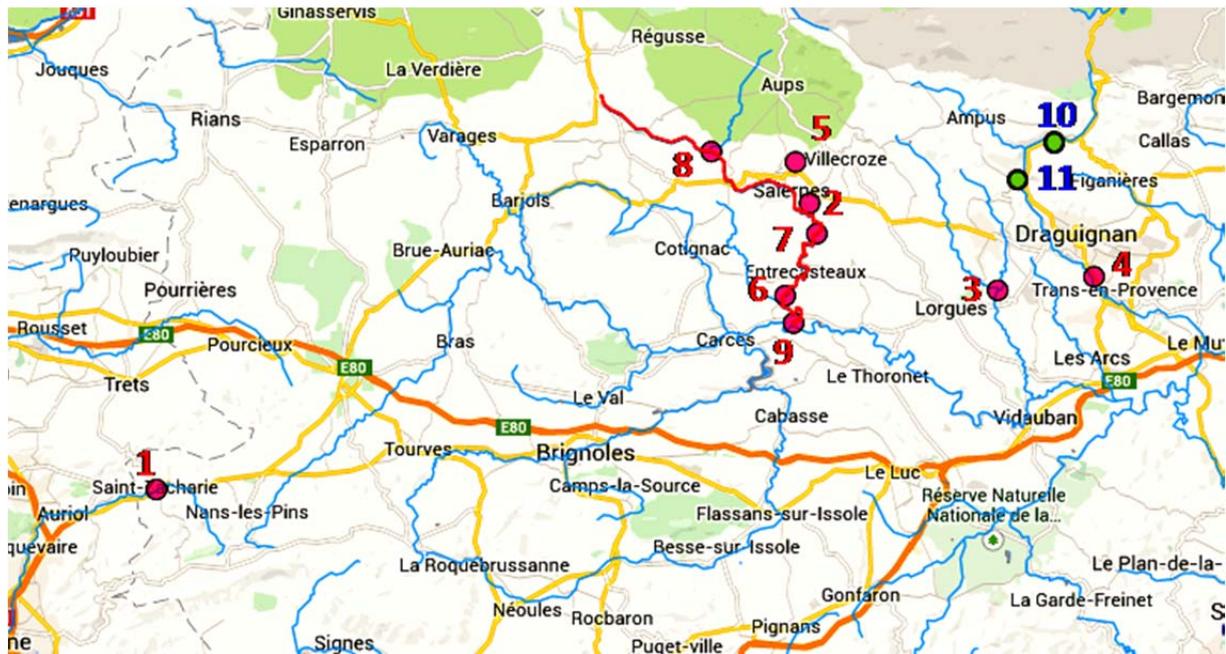
Le projet VAR2 participe à la description génétique des truites du département du Var. Cette connaissance scientifique de base est nécessaire à la gestion raisonnée des populations naturelles de nos rivières.

Plus spécifiquement l'objectif principal de la présente étude est d'établir la structure génétique du peuplement de truites communes de La Bresque et de ses principaux affluents. Des stations de prélèvement sur d'autres bassins voisins ont été rajoutées.

## 2. Echantillonnage

Les 9 échantillons de nageoire des truites du Var sont parvenus à l'Institut des Sciences de l'Evolution (ISEM) de l'Université Montpellier 2 (UM2) le 2 octobre 2014. Julien Preynat est le correspondant de la Fédération Départementale de Pêche du Var (FD83) auprès de l'ISEM.

La répartition géographique des localités d'échantillonnage est présentée à la Figure 1 et les caractéristiques des échantillons dans le Tableau 1. Aux échantillons de 2014 du Var ont été rajoutés des échantillons de référence, de types connus, déjà analysés dans le passé (Tableau 1). Ils serviront à interpréter les résultats obtenus.



*Figure 1 : Répartition géographique des 9 stations d'échantillonnage de 2014 (chiffres rouges) ainsi que des deux stations de référence (chiffres bleus). La rivière en rouge est la Bresque.*

N° carte	Station	Nombre	Date	Rapport	N° ISEM des échantillons	N° ISEM des individus
1	Huveaune	10	01/07/2014	VAR2	L608	T26890-T26910
2	Pelcourt	15	01/07/2014	VAR2	L609	T26880-T26891
3	Florièye	12	03/07/2014	VAR2	L610	T26890-T26911
4	Nartuby (Trans en Provence)	10	03/07/2014	VAR2	L611	T26962-T26971
5	Braque	7	04/07/2014	VAR2	L612	T26972-T26978
6	Bresque (Fangouses)	7	04/07/2014	VAR2	L613	T26979-T26985
7	Bresque (Roches Rouges)	20	10/07/2014	VAR2	L614	T26986-T27004
8	Bresque (domaine de Bresc)	10	16/07/2014	VAR2	L615	T27006-T27015
9	Bresque (amont confluence Argens)	8	01/07/2014	VAR2	L616	T27016-T27023
10	Nartuby (Chateaudouble)	10	27/06/2011	VAR1	L119	T24801-T24810
11	Nartuby (la Clappe)	17	27/06/2011	VAR1	L120	T24811-T24827
12	pisciculture Roquebillière	29	2008	DUR4	L123	T12145-T12149
13	pisciculture Isère	30	2008	GSALM2	L266	T16926-T16955

*Tableau 1 : Caractéristiques des échantillons analysés (en jaune) et des échantillons de référence dont des échantillons de pisciculture (en gris).*

### 3. Analyses moléculaires

Les 99 truites ont été analysées au niveau de 6 marqueurs moléculaires, les microsatellites suivants: Oneµ9, MST85, SSOSL 311, Omy21Dias, MST543 et SSOSL438.

Les génotypes obtenus additionnés des génotypes de référence ont permis de constituer une matrice de données à la base de tous les calculs statistiques qui suivent.

### 4. Analyses statistiques

Ces analyses consistent à permettre l'interprétation des résultats. Elles sont constituées de trois étapes principales:

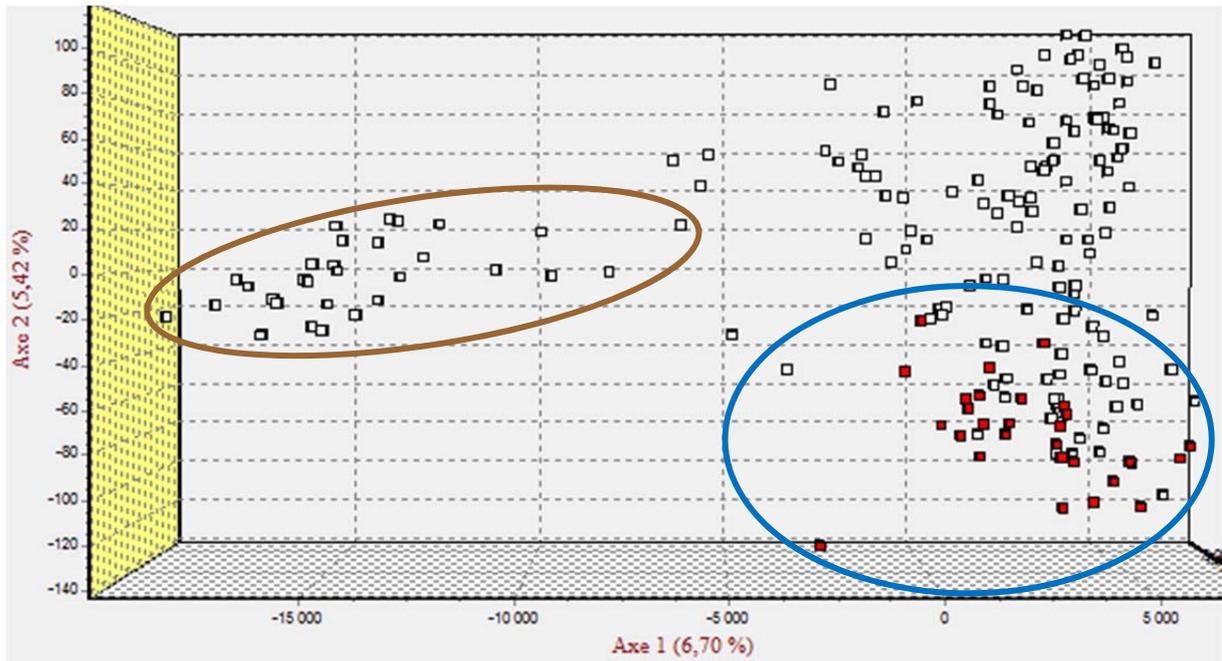
- les analyses multidimensionnelles (ici l'Analyse Factorielle des Correspondances ou AFC) traitées par le logiciel GENETIX permettent de visualiser les variations génétiques des truites analysées et de les positionner les unes par rapport aux autres dans un hyper-espace;
- les analyses d'assignation recherchent la meilleure partition en sous-unités homogènes dans la matrice de génotypes grâce au logiciel STRUCTURE. Le nombre objectif de sous-unités est déterminé par le logiciel STRUCTURE HARVESTER);

## 5. Résultats

### 5.1. Analyses multidimensionnelles

La Figure 2 positionne toutes les truites analysées en fonction de l'ensemble de leurs génotypes au niveau des 6 marqueurs microsatellites analysés.

Cette première analyse permet de montrer le peu d'impact des truites domestiques atlantiques et la forte présence des truites domestiques méditerranéennes de Roquebillière. Les points blancs situés dans l'ellipse bleue de la Figure 2 sont des truites de rivière ayant les mêmes caractéristiques génétiques que les domestiques méditerranéennes. Elles ont soit été déversées récemment (donc nées en pisciculture), soit elles appartiennent à des populations dont la souche naturelle a disparu.



**Figure 2 :** Analyse multidimensionnelle (AFC) disposant chaque truite en fonction de ses caractéristiques moléculaires. Ce diagramme permet déjà de voir que les truites domestiques atlantiques (ellipse brune à gauche) a peu d'influence sur les truites de rivière; tandis que les truites de Roquebillière (points rouge) sont fortement imbriquées avec les truites de rivière. Seule l'analyse d'assignation est capable de trier les truites représentées dans et au dessus de l'ellipse bleue.

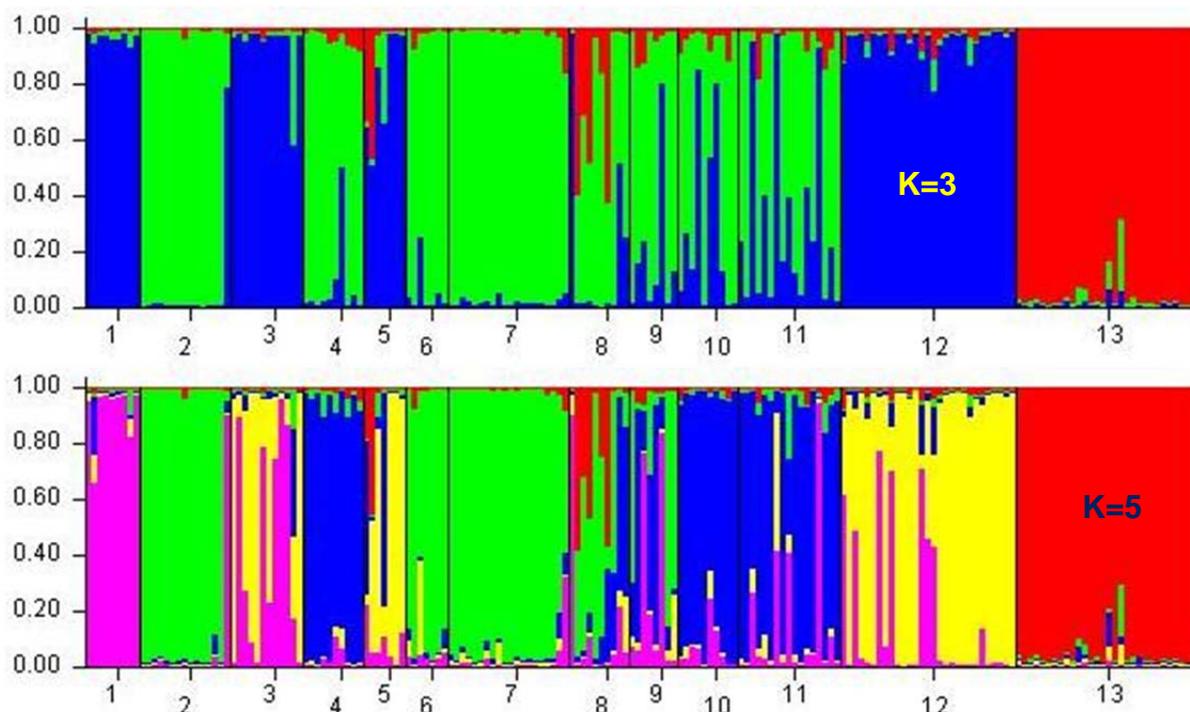
## 5.2. Analyses d'assignation

Les analyses d'assignation (logiciel STRUCTURE) permettent un découpage de l'échantillonnage global (nouveaux échantillons + échantillons de référence) en K sous-unités homogènes (proche des caractéristiques de populations en équilibre). Ici 50000 burn'in constitue la première étape de dégrossissement suivis par 100000 itérations, testant K entre 2 et 10 avec 5 répétitions à chaque valeur de K. Le logiciel STRUCTURE HARVESTER a détecté des structures significatives à K=3 et K=5. La Figure 3 présente ces résultats sous forme d'histogrammes colorés et le Tableau 2 sous forme de pourcentages.

Cette analyse présentée en Figure 3 nous permet de comprendre deux structures:

- pour K=3, il est clair que l'impact des truites domestiques atlantiques est faible dans la région (en rouge, surtout présentes à la station 8 = amont de la Bresque) tandis que la souche Roquebillière domestique méditerranéenne se retrouve quasiment partout, mais surtout aux stations 1, 3 et 5 (Huveaune, Florièye et Braque)

- pour K=5, la station 1, bien que dérivée de Roquebillière, présente une légère différence génétique vis-à-vis de la souche domestique (voir Figure 4). D'autre part, parmi les formes sauvages, la région comprend deux lignées, celle représentée en vert correspond à la Bresque et en bleu marine à la Nartuby. Le Tableau 2 traduit ces déductions en pourcentages et la Figure 4 sous forme d'arbre précisant les parentés entre stations (comme par exemple le lien entre les type Roquebillière et Huveaune, malgré leurs différences).



**Figure 3 :** Analyse d'assignation présentée sous forme d'histogramme. Chaque truite est représentée par une fine barre verticale; chacune des  $K$  sous-unités a reçu une couleur au hasard; l'ordre des truites et des échantillons est exactement celui du Tableau 1.

N° carte	Station	Nombre	Argens	Roquebillière	domestiques atlantiques
1	Huveaune	10	2	97	1
2	Pelcourt	15	93	6	1
3	Florièye	12	5	94	1
4	Nartuby (Trans en Provence)	10	88	8	4
5	Braque	7	7	80	12
6	Bresque (Fangouses)	7	92	6	2
7	Bresque (Roches Rouges)	20	96	2	2
8	Bresque (domaine de Bresc)	10	59	19	22
9	Bresque (amont confluence Argens)	8	77	18	5
10	Nartuby (Chateaudouble)	10	67	29	4
11	Nartuby (la Clappe)	17	65	31	4
12	pisciculture Roquebillière	29	2	95	3
13	pisciculture Isère	30	3	1	96

**Tableau 2a :** Transposition de l'histogramme du haut de la Figure 2 pour  $K=3$  sous forme de pourcentage d'assignation de chaque échantillon analysé aux  $K$  sous-unités détectées. Ces valeurs ont été obtenues par calcul de la moyenne entre 5 tirages (runs). Les valeurs égales ou inférieures à 5% (chiffres en gris) peuvent être considérées comme du bruit de fond de la méthode.

N° carte	Station	Bresque	Nartuby	autre domestique méditerranéenne	Roquebillière	domestiques atlantiques
1	Huveaune	2	3	92	3	1
2	Pelcourt	90	2	7	1	1
3	Florièye	2	5	42	50	1
4	Nartuby (Trans en Provence)	3	91	3	2	2
5	Braque	2	20	9	60	10
6	Bresque (Fangouses)	86	3	3	6	2
7	Bresque (Roches Rouges)	92	2	3	2	1
8	Bresque (domaine de Bresc)	38	22	14	4	23
9	Bresque (amont confluence Argens)	33	34	26	5	2
10	Nartuby (Chateaudouble)	1	89	6	2	2
11	Nartuby (la Clappe)	4	75	14	6	2
12	pisciculture Roquebillière	1	3	16	78	2
13	pisciculture Isère	2	1	1	1	95

Tableau 2b : Mêmes estimations pour K=5 (voir l'histogramme du bas de la Figure 2).

k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	
				1+3	1+3	autres
		1+3+5+12	1+3+5+12			
				5+12	5+12	Roquebillière
1 à 12			2+6+7+8	2+6+7	2+6+7	Bresque moyenne
		2+4+6 à 11			4+10+11	Nartuby
			4+9+10+11	4+9+10+11		
					8+9	Bresque aval
	13	13	13	13	13	atlantique domestique

Figure 4 : Même analyse d'assignation présentée sous forme d'arbre. Les étapes significatives sont K=3 et K=5 (en jaune). Les relations entre types génétiques sont ainsi montrées (entre "autres" et Roquebillière, entre Nartuby et Bresque).

## 6. Interprétation des résultats

L'échantillonnage réalisé pour cette campagne de 2014 doit permettre de répondre aux nombreuses questions qui se posent sur les peuplements en truites de cette région. L'effectif moyen de chaque échantillon est de 11, en conséquence les pourcentages obtenus ne peuvent pas être très précis, mais les tendances sont fiables.

### Présence des deux formes domestiques

Comme pour l'étude de la Nartuby échantillonnée en 2011 et 2012 (rapport VAR1), la truite domestique atlantique est quasi-absente de la région à l'exception de l'amont de la Bresque (station domaine de Bresc, 22-23%) et la Braque (10-12%).

Par contre, la souche domestique de Roquebillière, essentiellement issue de truites méditerranéennes du Doubs, est fortement implantée jusqu'à avoir remplacé la truite locale, si elle y existait, dans la Nartuby amont (Magdeleine), la Valségure (voir VAR1). Dans la présente étude, la Florièye (qui a subi la crue de 2010) et l'Huveaune sont presque uniquement peuplés de truites domestiques méditerranéennes. Cette souche domestique est également fortement présente (69 à 80%) dans la Braque.

#### *Présence des deux formes sauvages*

Ces deux formes sont très proches et seule l'analyse avec K=5 permet de les distinguer (mais considéré comme moins fiable que le découpage K=3):

- le type Nartuby se trouve à plus de 85% dans la Nartuby au niveau de Trans en Provence;

- le type Bresque se trouve à plus de 85% dans la Bresque aux niveaux des Fangouses et des Roches Rouges ainsi que dans le Pelcourt.

Ces populations méritent protection.

#### *Classification de l'ensemble des stations de 2014*

- la station de **Trans en Provence** sur la Nartuby présente plus de 90% du type Nartuby sauvage. Cette station se trouve à l'aval d'une source qui permet au secteur de rester en eau toute l'année avec des caractéristiques physico-chimiques stables. Cette portion de cours d'eau n'a jamais fait l'objet de déversement officiel de truites communes, il est donc logique d'y trouver la souche sauvage "Nartuby" qui a dû bénéficier de tout temps de conditions en eau favorables. Sur ce linéaire, l'eau est très salée car alimentée directement par une source karstique juste en amont;

- les peuplements des stations **Fangouse** et **Roches Rouges** de la Bresque ainsi que son affluent le Pelcourt sont presque exclusivement (86 à 96%) de type Bresque sauvage;

- à l'inverse les stations **Huvaune** et **Florièye** ne comprennent plus que des gènes domestiques (92 à 97% selon les calculs);

- la station **Braque** est peuplée de truites très majoritairement domestiques (69 à 80% de domestiques méditerranéens et 10 à 12% atlantiques);

- enfin certaines stations sont à un stade intermédiaire: la **Bresque amont** (domaine de Bresc) présente encore 59-60% de forme sauvages, donc une majorité de gènes naturels locaux, ce qui montre la vigueur de la souche sauvage; enfin la **Bresque à la confluence** avec l'Argens 67 à 77 % (selon le mode de calcul) de formes sauvages;

*Fait à Montpellier le 03 novembre 2014*

## 7. Littérature citée

- Berrebi P., Doucende D., Collet A. 2008. Structure génétique des peuplements de truites de la Durance - Le lac de Serre-Ponçon, p. 4. Université Montpellier 2. ([DUR4](#))
- Berrebi P., Cherbonnel C. 2009. Cartographie génétique des populations sauvages de truites françaises - Programme GENESALM - tome 1 - version du 15 décembre 2009. 22p. ([GSALM2](#))
- Berrebi P, and Genindex. 2013. Composition génétique des truites de la Nartuby (83) - Projet VAR1 - Rapport de mai 2013: Rapport d'analyse pour la FD83, Université Montpellier 2. 7p. ([VAR1](#))

La plupart de ces publications peuvent être trouvées sur le site :

[http://data.oreme.org/trout/trout/visualisation\\_pub](http://data.oreme.org/trout/trout/visualisation_pub)



(utilisez Firefox)

(Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) OREME de l'Université Montpellier 2, Tâche d'Observation "génétique de la truite").

## 8. Annexe

	K=3			K=3					Ecart		
	Argens	Roquebillière	domestiques atlantiques	Bresque	Nartuby	autre domestique méditerranéen	Roquebillière	domestiques atlantiques			
Huveaune	2	97	1	2	3	92	3	1	-3	2	0
Pelcourt	93	6	1	90	2	7	1	1	1	-1	0
Floriège	5	94	1	2	5	42	50	1	-2	2	0
Nartuby	88	8	4	3	91	3	2	2	-6	3	2
Braque	7	80	12	2	20	9	60	10	-15	12	3
BresqueF	92	6	2	86	3	3	6	2	3	-4	0
BresqueR	96	2	2	92	2	3	2	1	2	-3	1
BresqueB	59	19	22	38	22	14	4	23	-1	1	0
BresqueA	77	18	5	33	34	26	5	2	10	-12	2
Nartuby11	67	29	4	1	89	6	2	2	-23	20	3
Nartuby12	65	31	4	4	75	14	6	2	-14	12	2
Roquebillière pisciculture	2	95	3	1	3	16	78	2	-2	1	1
<b>Huveaune</b>											
VAR2-001	1	98	1	1	1	95	3	1	0	0	0
VAR2-002	3	95	2	1	21	66	10	2	-19	19	0
VAR2-003	2	98	1	1	1	97	1	1	0	0	0
VAR2-004	2	98	1	1	1	97	1	0	0	0	0
VAR2-005	3	96	1	1	2	96	1	1	0	-1	1
VAR2-006	3	96	1	1	1	97	1	0	1	-1	0
VAR2-007	1	98	1	1	1	97	1	0	0	0	0
VAR2-008	6	94	1	9	2	83	6	1	-5	5	0
VAR2-010	2	98	1	1	1	97	1	0	0	0	0
<b>Pelcourt</b>											
VAR2-011	99	1	1	98	1	1	0	1	0	0	0
VAR2-012	99	1	1	98	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-013	98	2	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-014	97	2	1	96	1	2	1	0	1	-1	0
VAR2-015	98	1	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-016	99	1	1	98	1	1	0	0	0	0	0
VAR2-017	98	1	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-018	95	1	4	93	1	1	1	4	1	-1	0
VAR2-019	99	1	1	98	1	1	1	1	0	0	0
VAR2-020	99	1	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-021	99	1	1	98	1	1	0	1	0	0	0
VAR2-022	98	1	1	97	1	1	1	1	0	0	0
VAR2-023	98	1	1	88	7	4	1	1	3	-3	0
VAR2-024	99	1	1	98	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-025	20	79	1	4	4	91	1	1	12	-13	1
<b>Floriège</b>											
VAR2-026	2	97	1	2	1	2	95	1	-1	0	0
VAR2-027	1	98	1	1	1	90	7	1	-1	0	0
VAR2-028	3	96	2	1	6	26	65	1	-4	4	1
VAR2-029	1	98	1	1	1	9	89	1	0	0	0
VAR2-030	1	98	1	1	1	2	97	1	0	0	0
VAR2-031	1	95	4	1	1	78	18	2	-1	-1	2
VAR2-032	1	98	1	1	3	22	74	1	-2	2	0
VAR2-033	1	98	1	1	2	76	21	1	-1	1	0
VAR2-034	2	98	1	1	1	96	1	1	0	0	0
VAR2-035	2	97	1	1	3	87	9	1	-2	2	0
VAR2-036	40	59	1	14	39	18	28	1	-13	13	0
VAR2-037	1	98	1	1	1	2	96	1	0	0	1
<b>Nartuby</b>											
VAR2-038	96	2	2	1	97	1	1	1	-1	0	1
VAR2-039	97	2	1	3	94	1	1	0	0	0	0
VAR2-040	98	1	1	1	97	1	1	1	0	0	0
VAR2-041	96	2	2	9	86	3	1	1	1	-1	1
VAR2-042	91	3	5	1	95	2	1	1	-5	1	4
VAR2-043	85	10	4	7	77	11	3	2	2	-4	2
VAR2-044	47	51	2	1	85	7	7	1	-38	37	1
VAR2-045	93	1	6	6	89	1	1	4	-2	0	2
VAR2-046	89	4	6	1	96	1	1	1	-8	3	5
VAR2-047	90	1	9	3	90	1	1	5	-3	0	4

	K=3			K=3					Ecart		
	Argens	Roquebillière	domestiques atlantiques	Bresque	Nartuby	autre domestique méditerranéen	Roquebillière	domestiques atlantiques			
<b>Braque</b>											
VAR2-048	2	64	33	1	56	22	3	18	-55	39	16
VAR2-049	2	52	47	1	1	5	48	45	0	-1	2
VAR2-050	12	86	3	8	4	5	81	2	0	0	0
VAR2-051	33	66	1	1	77	11	11	0	-45	44	1
VAR2-052	1	98	1	1	1	4	95	1	0	0	0
VAR2-053	1	98	1	1	1	1	97	1	-1	0	0
VAR2-054	2	98	1	2	2	12	83	1	-2	2	0
<b>Bresque (Fangoues)</b>											
VAR2-055	96	4	1	86	4	4	5	1	6	-6	0
VAR2-056	92	1	7	89	1	1	1	8	1	-1	-1
VAR2-057	73	26	2	59	1	4	34	1	12	-12	0
VAR2-058	97	1	2	93	2	3	0	1	2	-2	1
VAR2-059	97	1	1	97	1	1	1	1	0	0	1
VAR2-098	94	5	1	94	1	3	2	0	-1	0	0
VAR2-099	97	2	1	84	8	6	1	1	5	-5	0
<b>Bresque (Roches Rouges)</b>											
VAR2-060	98	1	1	95	3	1	1	1	1	-1	0
VAR2-061	98	1	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-062	95	4	1	92	2	2	4	1	2	-2	0
VAR2-063	97	3	1	95	1	2	2	1	0	-1	0
VAR2-064	99	1	1	98	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-065	98	2	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-066	97	2	1	90	4	3	2	1	3	-4	0
VAR2-067	98	1	1	96	2	1	1	1	0	0	0
VAR2-068	94	5	1	89	2	1	7	1	3	-4	0
VAR2-069	98	1	2	97	1	1	1	1	-1	0	1
VAR2-070	98	1	1	98	1	1	1	1	0	0	0
VAR2-071	96	2	2	95	1	1	1	1	-1	0	1
VAR2-072	98	2	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-073	98	1	1	96	1	1	1	1	0	-1	0
VAR2-074	98	2	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-075	98	1	1	97	1	1	1	0	0	0	0
VAR2-076	97	1	2	94	1	1	1	3	1	-1	0
VAR2-077	98	1	1	96	1	1	1	1	0	-1	0
VAR2-078	94	3	3	78	10	6	4	3	7	-7	1
VAR2-079	79	5	16	51	7	33	1	8	21	-29	8
<b>Bresque (domaine de Bresc)</b>											
VAR2-080	1	98	1	1	1	91	7	1	-1	1	0
VAR2-081	39	2	59	38	1	1	1	58	0	0	1
VAR2-082	67	2	31	62	2	3	1	32	3	-2	-1
VAR2-083	49	3	48	33	8	11	1	47	8	-9	1
VAR2-084	96	1	3	95	2	1	1	2	0	0	1
VAR2-085	84	1	15	64	9	1	0	25	11	-1	-10
VAR2-086	36	2	62	8	34	1	1	57	-5	0	5
VAR2-087	98	1	1	65	27	4	2	1	5	-5	0
VAR2-088	46	53	1	3	71	21	5	0	-27	27	0
VAR2-089	72	26	2	12	61	5	20	2	-1	1	0
<b>Bresque (amont confluence Argens)</b>											
VAR2-090	97	2	1	68	20	8	3	1	9	-9	0
VAR2-091	70	16	14	2	85	5	2	5	-17	9	9
VAR2-092	66	22	12	2	13	78	1	6	50	-56	6
VAR2-093	96	2	1	30	49	19	2	1	18	-19	0
VAR2-094	87	8	5	4	86	6	2	2	-3	0	3
VAR2-095	17	80	3	2	10	85	1	2	5	-6	1
VAR2-096	97	2	1	84	9	3	3	1	4	-4	0
VAR2-097	86	13	1	71	2	2	24	1	13	-13	0

*Annexe: Composition des 99 truites analysées selon les partitions pour K=3 et K=5. Les valeurs sont issues de moyennes obtenues sur 5 runs. Chaque truite est caractérisée par sa composition génétique majoritaire: couleur claire pour des valeurs comprises entre 0.5 et 0.75 et plus foncée entre 0.75 et 1. Les trois dernières colonnes donnent les écarts entre K=3 et 5. Plus la couleur est soutenue, plus l'assignation pose problème. Mais la composition donnée pour K=3 est statistiquement plus probable.*