

Composition génétique des truites de la Nartuby (83)

Projet VARI
Rapport de août 2013



Amont de la Nartuby (station NART1) © FD83

Analyses statistiques, interprétation, rédaction: **Patrick Berrebi** *
Analyses moléculaires: **Genindexe** **

* 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, contact@genindexe.com

1. Introduction

La Nartuby est une des rivières varoises qui a connu la crue morphogène dévastatrice sur la région Dracénoise (Draguignan), suite à l'épisode pluvieux de type cévenol survenu mi juin 2010. Au-delà du traumatisme humain dans les zones urbanisées, l'hydrosystème a subi une profonde modification dans tous ses compartiments, provoquant une reconfiguration du cours d'eau.

Très active sur la rivière sur le plan du suivi et de la gestion piscicole (Cf. rapport sur les travaux d'aménagement des zones de frayère d'un secteur de la Nartuby) jusqu'à cet événement, la Fédération de Pêche du Var envisage d'élaborer un nouveau plan de gestion piscicole basé sur un état des lieux avec un diagnostic assez détaillé du volet piscicole: évaluation de la capacité d'accueil, suivi thermique et étude génétique.

Dans ce contexte, une étude génétique a été programmée dans le cadre d'un suivi qualité mené en 2011 sur le compartiment piscicole, en particulier sur la population de truites communes qui dominait le peuplement sur la tête de bassin avant la crue. Le but est d'établir une « carte d'identité » de la population salmonicole relique encore présente sur la Nartuby, en recherchant la présence de truites domestiques commerciales d'origine méditerranéenne (Roquebillière, pisciculture des Alpes Maritimes élevant une souche du Doubs domestiquée) et atlantique (souche commerciale courante en France).

Cela permettra d'établir un référentiel pour tirer les enseignements de la gestion piscicole menée jusqu'à ce jour, et de dégager des objectifs prioritaires en matière de gestion de la truite pour les années à venir.

Les inventaires piscicoles (6 stations sur le cours d'eau) ont été programmés en juin 2011 et juin 2012.

2. Echantillonnage

Les 6 stations analysées dans le présent rapport sont détaillées dans le Tableau 2 et leur localisation dans les Figures 1 et 2. Les 67 échantillons de nageoires sont parvenues au laboratoire de Montpellier le 11 mars 2013. Olivier Bonnefous est le correspondant de la Fédération de Pêche 83 pour ce projet VAR1.

Station	Nbre	Date	Rapports	N° station ISEM	N° truite ISEM	X	Y	Département
Nartuby 1	10	20/06/2011	VAR1	L114	T24771-T24800	980799	6287127	83
Nartuby 2	10	27/06/2011	VAR1	L119	T24801-T24810	977229	6282959	83
Nartuby 3	17	27/06/2011	VAR1	L120	T24811-T24827	976504	6281483	83
Valségure	10	14/06/2012	VAR1	L121	T24828-T24837	971693	6284014	83
Beudron	10	14/06/2012	VAR1	L125	T24838-T24847	981554	6285564	83
Bivosque	10	14/06/2012	VAR1	L137	T24848-T24857	980032	6285564	83
Pisciculture Roquebillière	29	fév-08	Gensalm	L156	T13061-T13090			06
Pisciculture atlantique	30	2008	Gensalm	L266	T16926-T16955			38

Tableau 1 : Caractéristiques des truites analysées dans ce rapport (lignes jaunes) et des truites de référence d'origines domestiques servant aux comparaisons (en gris).

En plus des truites de la Nartuby de 2011 et 2012, des échantillons de référence de truites domestiques méditerranéennes (Pisciculture de Roquebillière) et atlantiques commerciales françaises provenant d'une pisciculture de l'Isère ont été rajoutées à des fins de comparaison (Tableau 1).

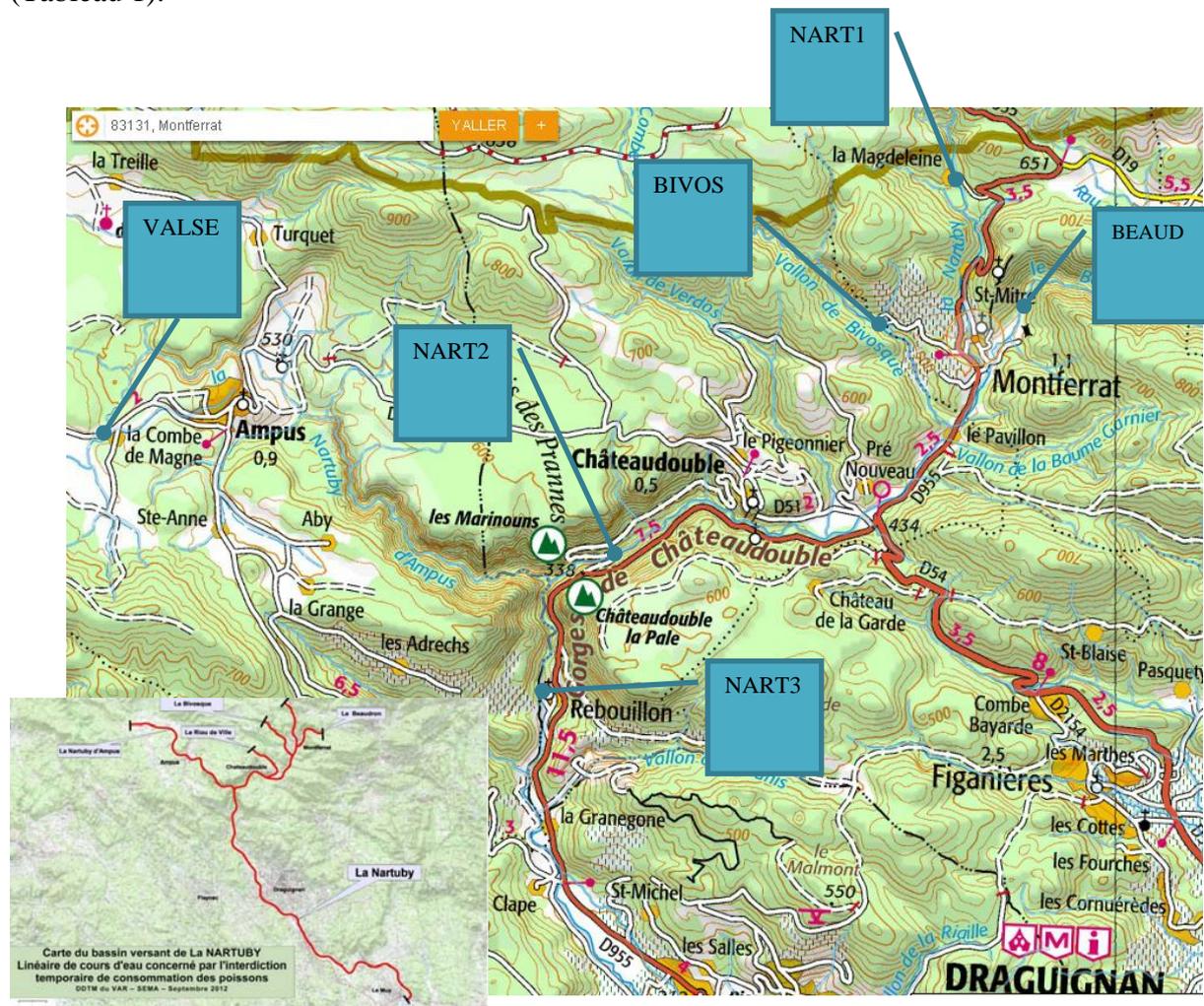


Figure 1 : Positionnement des échantillons analysés et de certains échantillons de référence dans le réseau hydrographique local (voir le Tableau 1 pour la signification des chiffres).

3. Méthode moléculaire

Les morceaux de nageoire de truites prélevés au bord de la rivière et mis immédiatement dans l'alcool peuvent être conservés ainsi plus de 10 années. L'ADN d'un minuscule morceau (1 mm x 2 mm) est extrait dans une mixture de protéinase K (détruit les protéines et libère l'ADN) et de Chelex (chélateur des enzymes destructrices naturelles de l'ADN et de certains inhibiteurs) pendant au moins deux heures. Après centrifugation, le surnageant dilué sert d'**extrait d'ADN**.

Les extraits d'ADN sont rajoutés à un mélange réactionnel (le mix) capable d'**amplifier** le petit morceau d'ADN cible: le marqueur microsatellite (synthèse artificielle de l'ADN cible: ou PCR). Le milieu réactionnel se charge alors d'une très grande quantité de fragments d'ADN artificiel cible.

Les variants de longueur des microsatellites (les allèles) sont caractéristiques de chaque truite (deux allèles, chacun légué par un des parents de la truite) et sont la base des calculs futurs. Pour les mesurer, ils sont mis à migrer sous un champ électrique dans un gel d'acrylamide (la **migration**) puis scannés. Un analyseur d'image permet de mesurer automatiquement la longueur des fragments d'ADN, ces mesures sont contrôlées par un technicien expérimenté car elles comportent de nombreux pièges.

La matrice de génotypes est créée à partir de ces mesures. Elle constitue la base de toutes les analyses statistiques.

4. Méthode statistiques

Additionnée de la matrice des échantillons de référence (pour les comparaisons) déjà analysés (voir Tableau 1), la matrice finale permet d'effectuer les traitements statistiques suivants, constitués de trois étapes principales.

L'**analyse multidimensionnelle** (ici un Analyse Factorielle des Correspondances ou AFC effectuée grâce au logiciel GENETIX) produit un diagramme qualitatif où chaque truite est positionnée en fonction de son génotype à tous les marqueurs microsatellites. Plus deux points sont rapprochés, plus les truites qu'ils représentent se ressemblent génétiquement. Plus ils sont éloignés et plus les truites sont différentes. Cela permet de détecter des "nuages" de points correspondant à des lignées génétiques et de comprendre de quel type sont les truites analysées.

L'**analyse d'assignation** (ici une méthode bayésienne appliquée avec le logiciel STRUCTURE) permet d'assigner chaque truite à un sous-groupe. Ces sous groupes ne tiennent pas compte de l'origine des truites mais seulement de leur génotype. Le point le plus délicat est de savoir combien de sous groupes (k) sont contenus dans les truites analysées, aussi des essais avec k allant de 2 à 6 ou 10 sont nécessaires. Il faut que la partition ait un sens biologique. Les truites peuvent être assignées à plusieurs sous groupes si elles sont hybridées. Cette méthode, plus quantitative, peut chiffrer avec précision la composition génétique d'un échantillon (par exemple les pourcentages de truites sauvages et domestiques dans un échantillon) ou d'une truite hybride.

Une fois les lignées déterminées par les deux précédentes méthodes, les **paramètres populationnels** classiques de la génétique des populations sont calculés pour chaque lignée et chaque station: la diversité génétique (H_o = hétérozygotie observée et H_{nb} = hétérozygotie théorique non biaisée) et la panmixie ou probabilité égale pour chaque membre d'une population de truite de se reproduire avec tout autre membre de sexe opposé (F_{is}). Les informations biologiques tirées de ces paramètres populationnels sont détaillées dans la discussion.

5. Résultats

5.1 - Analyse multidimensionnelle

L'analyse multidimensionnelle présentée en Figure 2 doit être considérée comme un débroussaillage des données.

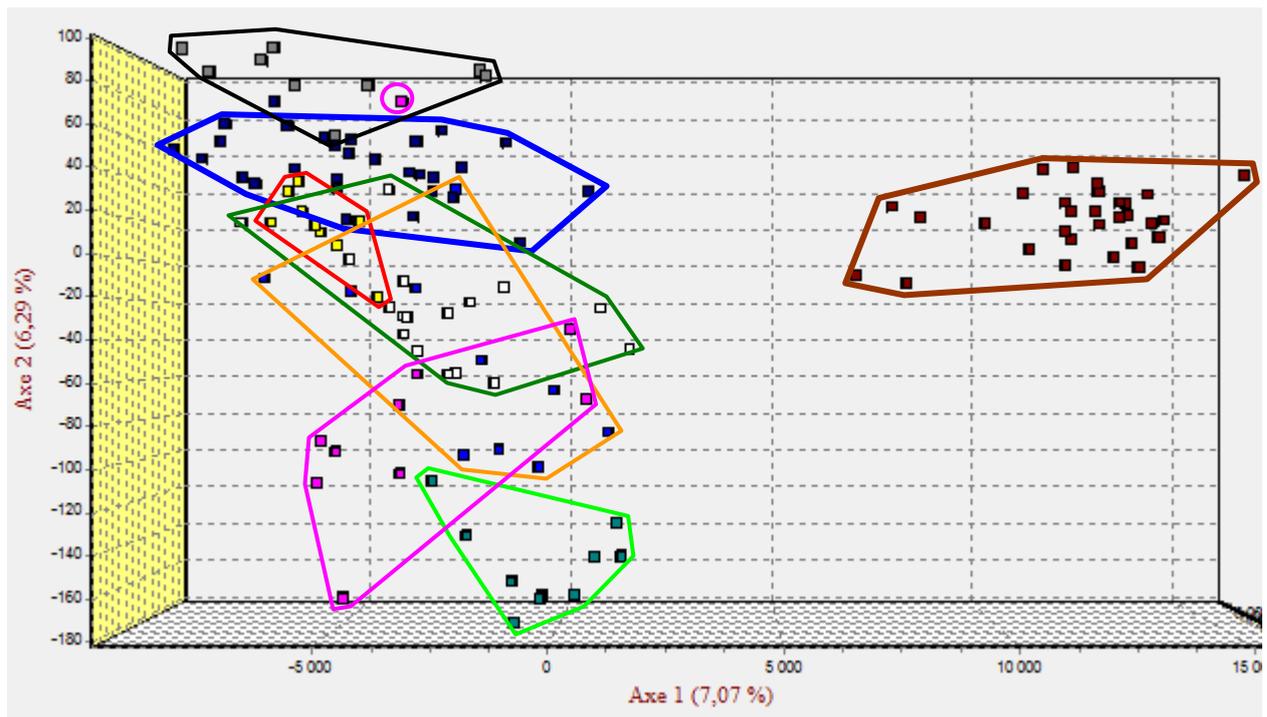


Figure 2 : Cette analyse multidimensionnelle montre que les échantillons de la Nartuby (à gauche) sont complètement différents des truites domestiques atlantiques (à droite). Par contre la pisciculture de Roquebillière (en bleu en haut à gauche) se "rapproche" de certains échantillons naturels: surtout les échantillons Valségure (noir) et Nartuby 1 (rouge). Nartuby 2 (orange) et Nartuby 3 (vert foncé) sont moins influencés. Seuls Bivosque (vert clair) et Beaudron (rose) semblent indemne, à part que ce dernier compte une truite née à Roquebillière (rond rose en haut).

Ces résultats généraux peuvent être précisés par l'analyse d'assignation qui suit.

5.2 - Analyse d'assignation

L'analyse d'assignation (ici $k=3$) confirme que les truites domestiques atlantiques (en rouge) ne sont pas présentes dans les échantillons naturels (1 à 6), sauf léger "bruit de fond". Par contre, les truites de Roquebillière (échantillon 7, en vert) ont remplacé la truite autochtone dans les échantillons Nartuby 1 (1) et Valségure (4).

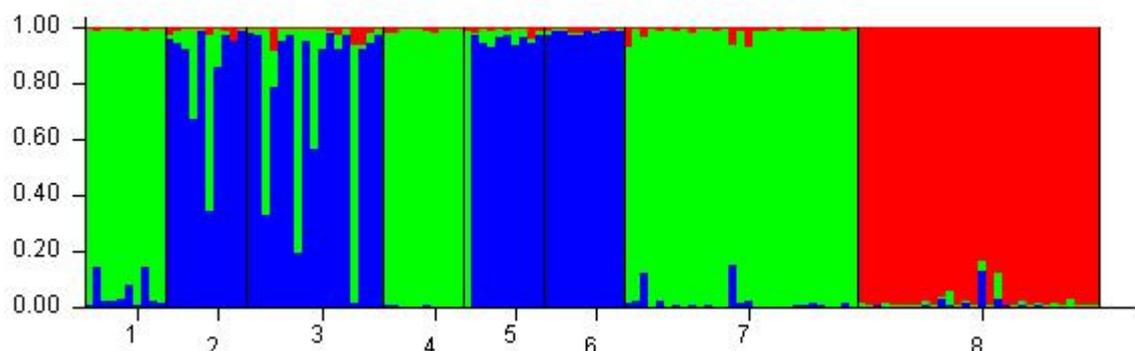


Figure 3 : L'analyse d'assignation découpe les 6 échantillons sauvages et les 2 domestiques en k sous-groupes logiques.

Station	Nbre	% type Nartuby	% Roquebillière	% Atlantique
Nartuby 1	10	5	94	1
Nartuby 2	10	86	12	1
Nartuby 3	17	79	19	2
Valségure	10	1	98	1
Beudron	10	87	12	1
Bivosque	10	98	1	1
Pisciculture Roquebillière	30	2	96	2
Pisciculture atlantique	30	1	1	97

Tableau 3 : Il s'agit de la transformation de la figure 3 en chiffres (%). La forme en bleu de la Figure 3 est très probablement naturelle et est nommée "type Nartuby". Les valeurs inférieures à 5% peuvent être considérées comme du "bruit de fond" de la méthode. Quatre stations ressortent comme très fortement "sauvages": Nartuby 2 et 3, Beudron et Bivosque.

5.3. - Paramètres populationnels

Les paramètres populationnels sont de deux types:

- Hnb, Ho et A décrivent le polymorphisme (la diversité génétique) dans chaque échantillon. On remarque l'augmentation de polymorphisme des échantillons de la Nartuby en descendant vers l'aval (surtout le paramètre A), ce qui est attendu et lié à la taille de chaque population. Les valeurs élevées sur le Beudron sont dues à la présence d'une truite native de la salmoniculture du Réal;

- Fis décrit la reproduction au hasard dans la population (= panmixie). Le paramètre est significativement différent de zéro (Tableau 4, dernière colonne) quand il y a un mélange de populations. Ici encore, la valeur significative de Beudron est due à la présence d'une truite domestique.

Station	Hnb	Ho	A	Fis	sign.
Nartuby 1	0,59	0,54	3,83	0,10	ns
Nartuby 2	0,75	0,72	6,17	0,04	ns
Nartuby 3	0,74	0,70	8,00	0,06	ns
Valségure	0,62	0,60	3,17	0,03	ns
Beudron	0,81	0,67	7,67	0,19	***
Bivosque	0,51	0,57	3,50	-0,13	ns
Pisciculture Roquebillière	0,67	0,62	5,83	0,07	ns
Pisciculture atlantique	0,66	0,64	6,00	0,03	ns

Tableau 4 : Les paramètres **en orange** décrivent la diversité génétique, ceux **en rose** l'équilibre de reproduction (panmixie). Les cases **en vert** sont les valeurs remarquables (voir texte).

6. Interprétation et discussion

Les analyses génétiques permettent une pleine compréhension de l'état des populations de truites de la Nartuby et de ses principaux affluents: les localités prises en compte abritent le plus souvent des populations purement sauvages ou presque, appelées ici "type Nartuby" (en attendant de connaître l'exacte étendue de cette lignée). Les deux exceptions de taille sont l'amont de la Nartuby (station Nartuby 1) et le vallon de Valségure (Tableau 3).

Ces deux populations anthropisées sont également les moins polymorphes (avec la station Bivosque il est vrai, purement sauvage): Hnb est en dessous de 0,7 comme les souches domestiques (Tableau 4), ce qui peut servir d'explication. Par contre, les populations sauvages, à polymorphisme élevé, seraient contraintes par leur taille: la population du vallon de Bivosque serait plus petite que celles de Nartuby 2 et 3 et que celle de Beaudron (ce dernier échantillon est probablement "boosté" par la présence d'une truite domestique).

Ce cadre quantitatif étant dressé, il convient à présent d'essayer de comprendre la cause de ces différentes présences domestiques.

Nous connaissons l'historique des alevinages coordonnés par la Fédération sur le réseau de la Nartuby. Le tableau 1 en donne les éléments chronologiques et géographiques:

<i>Année alevinage</i> Station Nartuby amont vers aval	<i>Depuis</i> <i>2011</i>	<i>2010</i>	<i>2009</i>	<i>2008</i>	<i>2007</i>		<i>2006</i>	
NART1 zone des sources	0	2200	2200	2200	11000	0	11000	0
NART2 zone des gorges	0	0	0	0	0	1500	0	5800
NART3 zone du piémont	0	0	0	1720	0	3000	0	9700
Affluent VALSEgure	0	0	0	0	0	0	0	0
Affluent BEAUDron	0	320	320	800	800	0	800	0
Affluent BIVOSque	0	580	580	580	580	0	580	0
TOTAL	0	3100 TRF2	3100 TRF2	5300 TRF2	12380 TRF1	4500 TRF3	12380 TRF1	15500 TRF2

Tableau 5 : Historique 2006-2011 des alevinages pratiqués dans la zone échantillonnée (TRF1 : alevin à vésicule résorbée - TRF2 : alevin nourri - TRF3 : alevin pré-estival).

Depuis 2003, la fourniture en alevins de truite est assurée par la salmoniculture du Réal (83660 Carnoules), qui fait du grossissement jusqu'aux différents stades, à partir d'œufs nucléés de souche méditerranéenne en provenance de la salmoniculture de Roquebillière (06).

Les stations les plus domestiques (Nartuby 1 et Valségure) sont bizarrement les plus contrastées du point de vue alevinage: Nartuby 1 peut être considérée comme fortement alevinée tandis que Valségure est la moins alevinée de toutes les stations. Il n'y a pas d'explication logique à cette différence, sauf si des alevinages privés non signalés ont été fait sur des populations de très petite taille.

Fait à Montpellier le 8 août 2013

Résultats biométrie

Cours d'eau **NARTUBY, zone des sources**
 Rang **cours d'eau principal**
 pK **33**
 Zonation **B1 à B2**
 Toponymie **Domaine La Magdeleine**
 Commune **Montferrat**
 Coordonnées 980799
 (Lambert93) 6287127
 Date **27/06/2011**
 inventaire 14/06/2012

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	NART1	TRF	288	220	3751	VAR01
2	NART1	TRF	309	235	3752	VAR02
3	NART1	TRF	251	288	3753	VAR03
4	NART1	TRF	105	15	3754	VAR04
5	NART1	TRF	386	360	3756	VAR05
6	NART1	TRF	230	146		VAR06
7	NART1	TRF	238	172	3758	VAR07
8	NART1	TRF	335	484	3757	VAR08
9	NART1	TRF	95	10	3760	VAR09
10	NART1	TRF	92	8	3761	VAR10

Cours d'eau **NARTUBY, zone des gorges**
 Rang **cours d'eau principal**
 pK **24,8**
 Zonation **B2 à B3**
 Toponymie **Gorges de Chateaudouble**
 Commune **Chateaudouble**
 Coordonnées 977229
 (Lambert93) 6282959
 Date **27/06/2011**
 inventaire 15/06/2012

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	NART2	TRF	305	360	3809	VAR11
2	NART2	TRF	312	348	3810	VAR12
3	NART2	TRF	236	146	3808	VAR13
4	NART2	TRF	186	64	3811	VAR14
5	NART2	TRF	95	6	3813	VAR15
6	NART2	TRF	221	114	3814	VAR16
7	NART2	TRF	224	144	3815	VAR17
8	NART2	TRF	210	108	3816	VAR18
9	NART2	TRF	87	2	3819	VAR19
10	NART2	TRF	93	2	3820	VAR20

Cours d'eau **NARTUBY, sortie des gorges**
 Rang **cours d'eau principal**
 pK **19**
 Zonation **B3 à B4**
 Toponymie **Hameau de Rebouillon**
 Commune **Chateaudouble/Dranguignan**
 Coordonnées 976504
 (Lambert93) 6281483
 Date **27/06/2011**
 inventaire 15/06/2012

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	NART3	TRF	95	10	3831	VAR21
2	NART3	TRF	96	10	3832	VAR22
3	NART3	TRF	87	10	3833	VAR23
4	NART3	TRF	75	6	3834	VAR24
5	NART3	TRF	100	8	3835	VAR25
6	NART3	TRF	227	124	3821	VAR26
7	NART3	TRF	231	148	3822	VAR27
8	NART3	TRF	185	72	3823	VAR28
9	NART3	TRF	257	178	3824	VAR29
10	NART3	TRF	205	96	3825	VAR30
11	NART3	TRF	211	124	3826	VAR61
12	NART3	TRF	234	142	3827	VAR62
13	NART3	TRF	243	120	3828	VAR63
14	NART3	TRF	102	10	3829	VAR64
15	NART3	TRF	226	142	3830	VAR65
16	NART3	TRF	227	134	3836	VAR66
17	NART3	TRF	193	58	3837	VAR67

Cours d'eau **BEAUDRON**
 Rang **1er affluent rive gauche**
 pK **30,5**
 Zonation
 Toponymie **La Faisse**
 Commune **Montferrat**
 Coordonnées 981554
 (Lambert93) 6285564
 Date 14/06/2012
 inventaire

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	BEAUD	TRF	262	190	3779	VAR41
2	BEAUD	TRF	176	125	3772	VAR42
3	BEAUD	TRF	184	130	3771	VAR43
4	BEAUD	TRF	143	78	3773	VAR44
5	BEAUD	TRF	154	90	3774	VAR45
6	BEAUD	TRF	174	122	3775	VAR46
7	BEAUD	TRF	138	68	3784	VAR47
8	BEAUD	TRF	138	70	3785	VAR48
9	BEAUD	TRF	129	58	3786	VAR49
10	BEAUD	TRF	148	85	3790	VAR50

Cours d'eau **BIVOSQUE**
 Rang **2ème affluent rive droite**
 pK **29,7**
 Zonation
 Toponymie **La Colette**
 Commune **Montferrat**
 Coordonnées 980032
 (Lambert93) 6285564
 Date 14/06/2012
 inventaire

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	BIVOS	TRF	211	155	3796	VAR51
2	BIVOS	TRF	198	145	3797	VAR52
3	BIVOS	TRF	178	122	3799	VAR53
4	BIVOS	TRF	180	125	3800	VAR54
5	BIVOS	TRF	228	170	3801	VAR55
6	BIVOS	TRF	194	138	3802	VAR56
7	BIVOS	TRF	181	123	3803	VAR57
8	BIVOS	TRF	136	65	3804	VAR58
9	BIVOS	TRF	206	150	3805	VAR59
10	BIVOS	TRF	129	58	3806	VAR60

Cours d'eau **VALSEGURE**
 Rang **sous affluent rive droite**
Nartuby d'Ampus, 4ème affluent
 pK **24**
 Zonation
 Toponymie **Pont de la RD49**
 Commune **Ampus**
 Coordonnées 971693
 (Lambert93) 6284014
 Date 14/06/2012
 inventaire

	STATION	ESPECE	Longueur totale (mm)	Masse individuelle (g)	Code Photo	Code tégument
1	VALSE	TRF	194	140	3734	VAR31
2	VALSE	TRF	182	127	3735	VAR32
3	VALSE	TRF	165	108	3736	VAR33
4	VALSE	TRF	176	118	3737	VAR34
5	VALSE	TRF	156	94	3738	VAR35
6	VALSE	TRF	158	96	3739	VAR36
7	VALSE	TRF	176	116	3740	VAR37
8	VALSE	TRF	139	70	3742	VAR38
9	VALSE	TRF	172	110	3743	VAR39
10	VALSE	TRF	153	88	3744	VAR40

Planche photos des truites échantillonnées

Phénotype des Truites commune de la Nartuby

Station NART1



VAR01



VAR02



VAR03



VAR04



VAR05



VAR07



VAR08



VAR09



VAR10

Station NART2



VAR11



VAR12



VAR13



VAR14



VAR15



VAR16



VAR17



VAR18



VAR19



VAR20

Station NART3 (1/2)



VAR21



VAR22



VAR23



VAR24



VAR25



VAR26



VAR27



VAR28



VAR29



VAR30

Station NART3 (2/2)



VAR61



VAR62



VAR63



VAR64



VAR65



VAR66

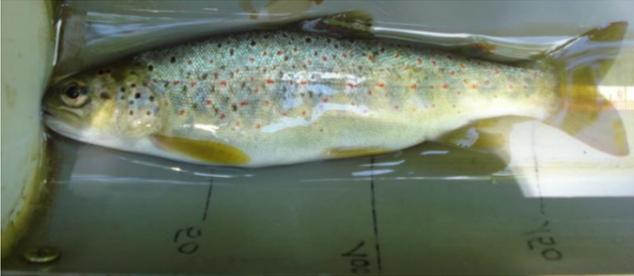


VAR67

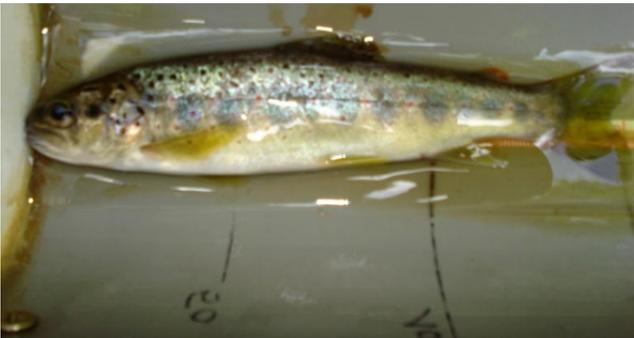
Station BEAUD



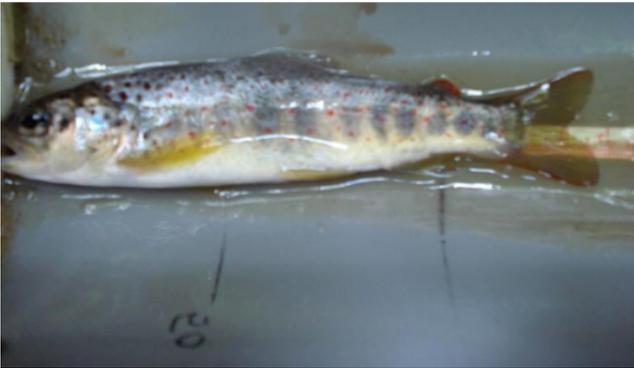
VAR41



VAR43



VAR45



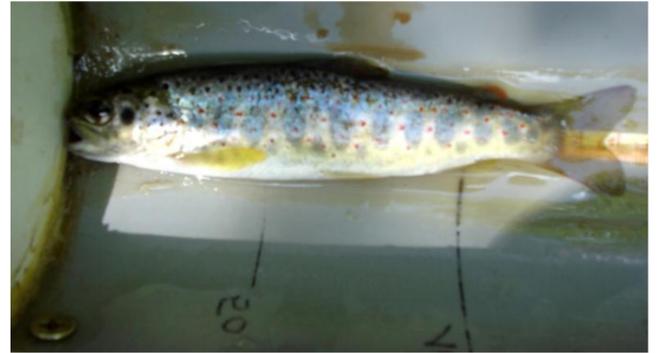
VAR47



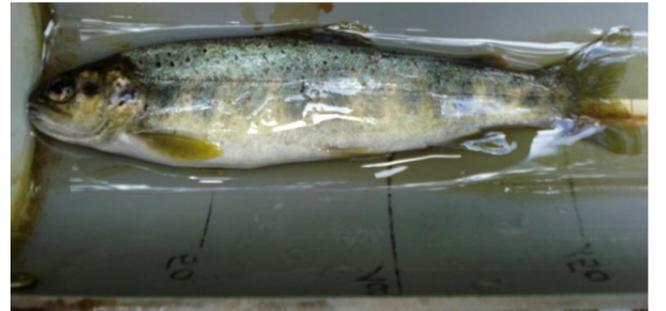
VAR49



VAR42



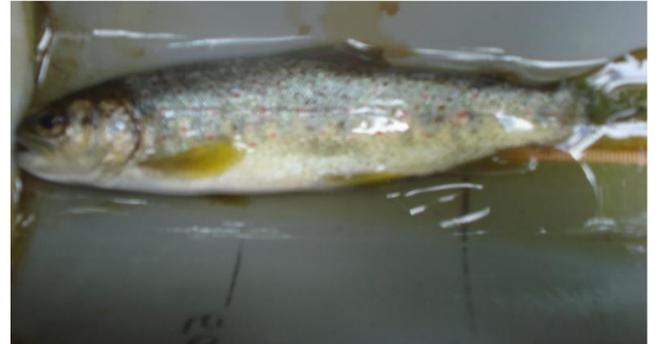
VAR44



VAR46



VAR48



VAR50

Station BIVOS



VAR51



VAR53



VAR55



VAR57



VAR59



VAR52



VAR54



VAR56



VAR58



VAR60

Station VALSE



VAR31



VAR32



VAR33



VAR34



VAR35



VAR36



VAR37



VAR38



VAR39



VAR40