

Evaluation de la dynamique des peuplements de Truite fario de la Sorgue

Suivi génétique des truites fario des Sorgues

Reconquête de la souche méditerranéenne de la truite fario sur le réseau des Sorgues

RAPPORT FINAL avril 2006

Traitement des données et rédaction: **Patrick Berrebi** (UMR5554)

Analyses bio-moléculaires: **Bernard Lasserre** (UMR5119)

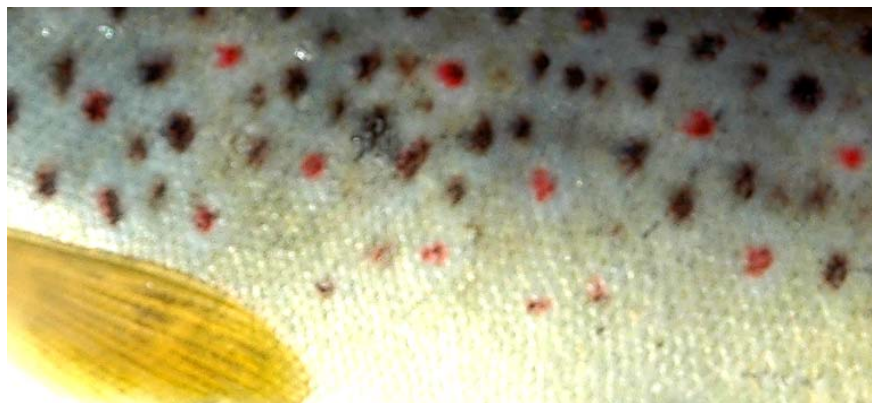
rapport produit par :

Institut des Sciences de l'Evolution, Equipe Génétique et Environnement

Université Montpellier 2, CC065, place Eugène Bataillon,

34095 MONTPELLIER CEDEX 05

mél. berrebi@univ-montp2.fr - tél. 04 67 14 37 32



Le présent rapport définitif décrit les résultats d'analyses obtenus sous la convention signée le 21 juin 2005 entre le "CNRS/Université Montpellier 2 solidaires" et le Syndicat Mixte du bassin des Sorgues.

Cette convention de prestation de service prévoyait l'étude, intitulée "Evaluation de la dynamique des peuplements de Truite fario de la Sorgue", de 210 truites au niveau de 5 marqueurs microsatellites par le laboratoire Ecosystèmes Lagunaire. La responsabilité de l'étude a été transmise à l'Institut des Sciences de l'Evolution (Université Montpellier 2) du fait du changement d'affectation du responsable scientifique (P.B.) au premier janvier 2006. Par contre, le technicien responsable des analyses bio-moléculaires (G.L.) est resté dans le laboratoire d'origine.

Maître d'ouvrage

Syndicat Mixte du bassin des Sorgues

Le contexte

Le suivi génétique prévu est destinée à :

- identifier les différentes souches de truites fario en présence
- mettre en évidence une éventuelle « contamination » de la souche Sorgue par la souche atlantique
- justifier éventuellement de l'intérêt de ne pas décloisonner la partie haute du bassin (Sorgue en amont de l'Isle-sur-la-Sorgue).

Il est à noter que le développement de frayères sur la partie haute du bassin (action B.3.2) pourrait constituer, à long terme, un vivier important de reproduction de la souche méditerranéenne d'origine.

Le suivi doit permettre d'évaluer le reliquat de souche atlantique, le maintien ou la disparition de cette souche et de s'assurer que les pratiques de gestion actuelles permettent la protection de la forme autochtone méditerranéenne.

Le projet

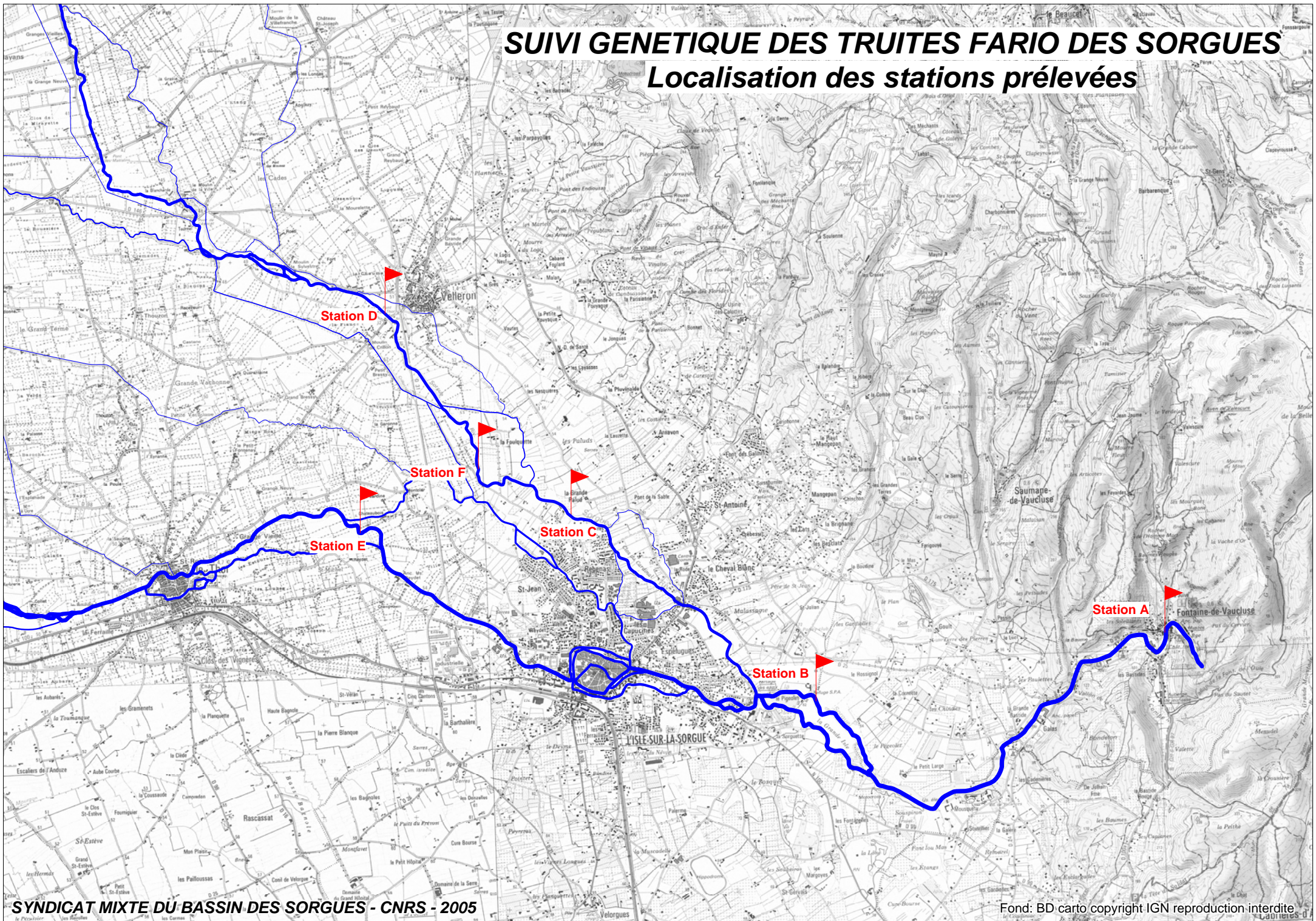
Cette campagne annuelle d'analyses se fait dans le cadre du contrat de rivière. L'opportunité de réduire la fréquence de prélèvement et d'analyse (tous les 2 ou 3 ans) sera évaluée après quelques années, selon les résultats obtenus.

Ces campagnes annuelles consistent :

- au prélèvement de trente truites par pêche électrique, choisies aléatoirement ;
- à la description in situ des individus retenus : taille, poids,...
- au prélèvement d'échantillon (morceau de nageoire) ;

SUIVI GENETIQUE DES TRUITES FARIO DES SORGUES

Localisation des stations prélevées



- à l'identification génétique de l'origine de la truite.

Echantillonnage

Six stations naturelles (A à F) et un échantillon de la Pisciculture de Camaret ont été fournis au laboratoire le 11 octobre 2005 (figure 1 et tableau I).

N°	Station	Prélèvement
A01 à A30	Fontaine de Vaucluse	nageoire dans alcool
B01 à B30	Sorgue aval (SPA)	nageoire dans alcool
C01 à C30	Ilots Chevaliers - Bras nord	nageoire dans alcool
D01 à D30	Sorgue Valleron - CDPIE	nageoire dans alcool
E01 à E30	Thor - Chateau Bois	nageoire dans alcool
F01 à F30	Foulquettes (Iles sur Sorgue)	nageoire alcool + truites congelées
R01 à R30	Pisciculture de Camaret (2 souches)	nageoire dans alcool

Tableau I : liste des échantillons analysés

Analyses moléculaires

Les analyses moléculaires ont été effectuées par Patrick Berrebi (allozymes) et par Bernard Lasserre (microsatellites). Les analyses statistiques et le présent rapport ont été faits par Patrick Berrebi.

Les marqueurs microsatellites et les génotypes obtenus pour les 210 truites analysées sont donnés en annexe 1. Ces données (avec celles des allozymes) sont la base de tous les calculs et toutes les estimations qui suivent.

Les allozymes ont été analysées uniquement au niveau du marqueur LDH-5. Ce marqueur est capable de reconnaître les truites d'origine méditerranéenne (allèle 100) et les truites atlantiques (ici celles de pisciculture atlantiques : allèle 90).

Les allozymes ont été traitées pour faire le lien entre les calculs basés sur le marqueur microsatellite et le marqueur allozymique. Ce lien devrait permettre de comparer les analyses de 2005 avec celles de 1995.

Résultats

Les allozymes ont montré que parmi les 30 truites de la station F (Foulquettes), 29 étaient méditerranéennes et une seule atlantique (voir figure 2). Ce résultat nous empêche de faire le lien entre marqueurs allozymique et microsatellite.

Pour résoudre ce problème, de nouveaux essais (analyses simultanées des marqueurs allozymiques et microsatellites, donc sacrifice des truites) devront être tentés.

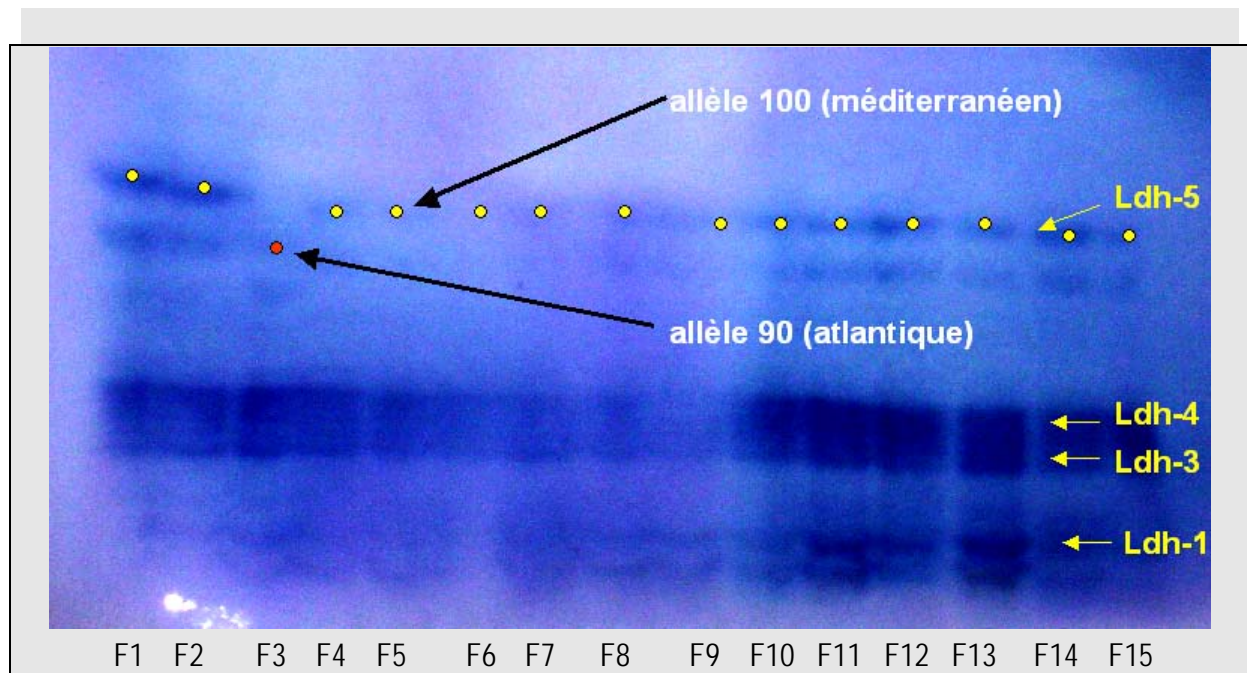


Figure 2: Gel d'amidon dans lequel les enzymes LDH de l'œil de truite ont migré par électrophorèse. A droite sont indiqués les locus enzymatiques. Seule la LDH-5* (ou LDH-C1*) est diagnostique entre truites atlantiques (allèle 90, point rouge) et méditerranéennes (allèle 100, points jaunes). L'individu F3 est le seul porteur de l'allèle atlantique. La totalité des autres truites échantillonnées à la station Foulquette (y compris les individus F16 à F30 non représentés ici) sont, d'après ce marqueur du moins, de pures truites méditerranéennes.

Les microsatellites ont été analysés par AFC (Analyse Factorielle des Correspondances). Sur le graphique de la figure 3, chaque point représente une truite. Plus deux points sont proches, plus les deux truites se ressemblent génétiquement. La première interprétation est donnée en légende de la figure.

L'ensemble des données a permis de calculer le pourcentage de présence des truites atlantiques dans chaque échantillon. Le tableau II présente ces résultats obtenus de deux façons : (i) en calculant le pourcentage d'allèles atlantiques et (ii) en calculant sur AFC le pourcentage de truites atlantiques. Le calcul par allèle est plus précis mais peut comporter des erreurs (dites d'homoplasie), le calcul par truite sur AFC est plus grossier mais est extrêmement sûr.

La plupart des peuplements peuvent être qualifiées de "purement autochtones méditerranéens" à l'exception seulement de la station C contaminée à 6% et surtout de la station D à 25% par des truites de type atlantique.

D'autre part, la position de ces truites atlantiques à gauche de l'AFC (figure 3) montre que ce sont des truites 100% atlantiques et donc probablement nées en pisciculture. Elles proviennent de repeuplements récents et non de descendants de croisement sauvages/domestiques.

Il faut modérer cette dernière affirmation: il y a des traces infimes de croisements sauvages/domestiques (probablement anciens) causant l'aspect "en cornet" de la répartition des points représentant les truites méditerranéennes, à droite, dans la figure 3.

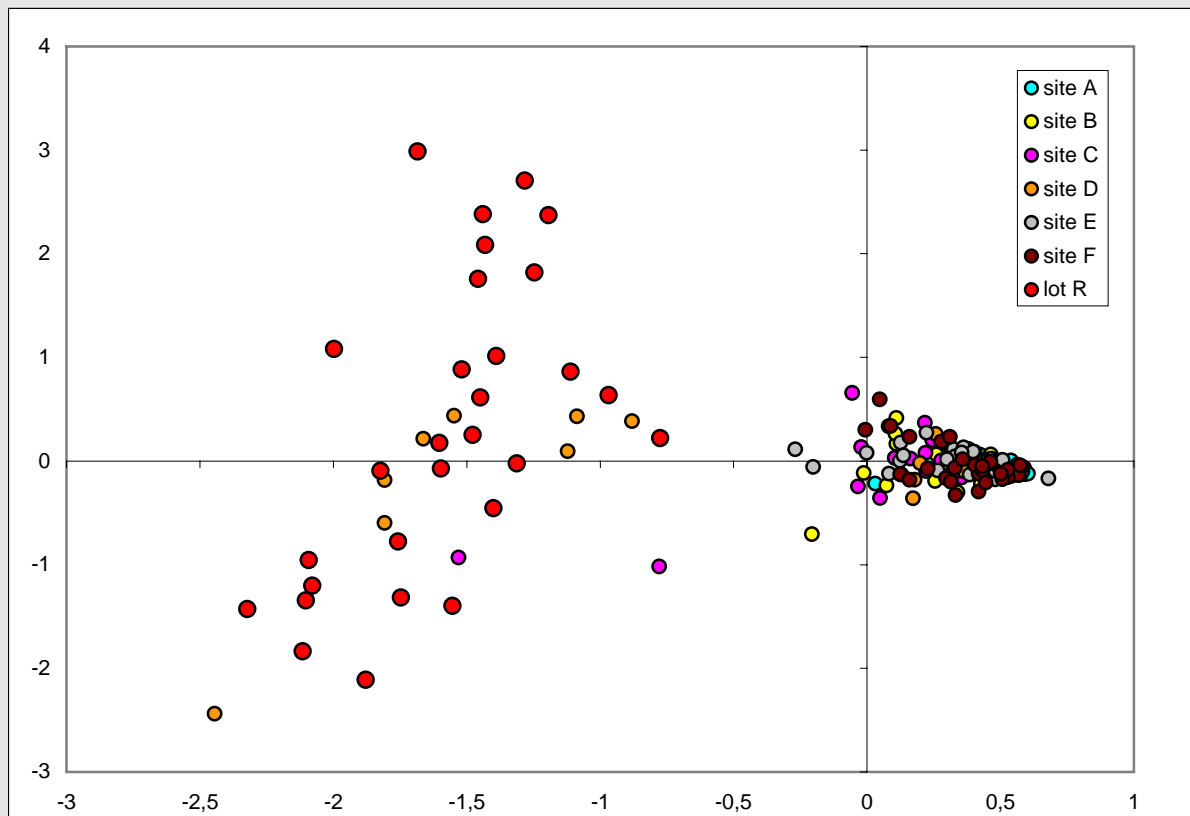


Figure 3: AFC positionnant les 210 truites analysées en fonction de la totalité de leurs caractéristiques génétiques (au niveau des 5 marqueurs microsatellites). Le long de l'axe 1, horizontal, le plus informatif, les truites se séparent en truites méditerranéennes à droite (coordonnées positives à nulles) et atlantiques à gauche (coordonnées négatives). La différence d'aspect des nuages de points des deux types est due au polymorphisme nettement inférieur des truites naturelles méditerranéennes par rapport aux truites de pisciculture issues de mélanges (caractéristiques bien connues). L'homogénéité des truites méditerranéennes fait qu'elles sont superposées à droite du graphique et qu'il est difficile de retrouver toutes les couleurs utilisées pour les stations. Il est plus facile de repérer les truites de rivière placées parmi celles de pisciculture. On en trouve 2 provenant de la station C (en rose) et 8 de la station D (en orange). Les 30 truites de pisciculture, en rouge, se retrouvent toutes à gauche du graphique.

stations	% allèles AT	% truites AT
A	1	0
B	2	0
C	6	7
D	23	28
E	2	0
F	2	0
R	95	100

Tableau II: Pourcentages de présence de truites atlantiques dans les diverses stations analysées (la station R est en fait la pisciculture de Camaret).

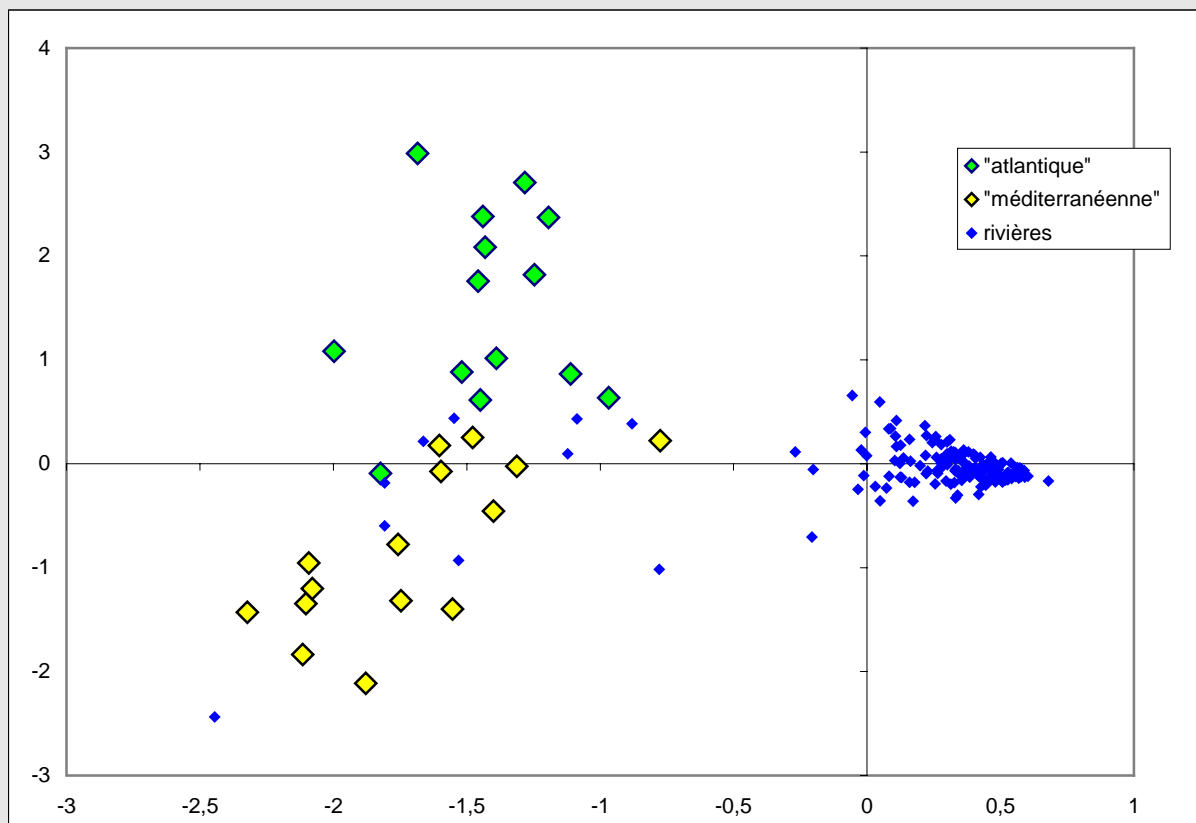


Figure 4: Même AFC que dans la figure 3. Ici les truites capturées en rivière sont en bleu, la souche de pisciculture dite "atlantique" est en vert et celle dite "méditerranéenne" en jaune. Il est évident qu'il n'y a aucun rapport entre méditerranéennes naturelles et "méditerranéennes" de pisciculture. De plus, l'analyse nous montre que les truites atlantiques trouvées dans les rivières sont essentiellement du type "pisciculture méditerranéenne".

Interprétation

Plusieurs informations décisives sont données par ces résultats:

- Nous n'avons pas retrouvé de population fortement hybridées avec la forme domestique, comme c'était le cas à la station Iles sur Sorgue en 1995 qui comprenait 41% de présence atlantique. Si les analyses effectuées lors de cette étude sont confirmées par des campagnes ultérieures et notamment sur des stations situées plus en aval, ce serait un net progrès dans le sens patrimonial. Les observations en France vont plutôt dans l'autre sens: beaucoup de populations méditerranéennes sont de plus en plus envahies de formes domestiques. Ce résultat obtenu dans les Sorgues est précieux pour la conservation de la biodiversité des truites. Notons que la station A (Fontaine de Vaucluse) est purement méditerranéenne comme elle l'était déjà en 1995.

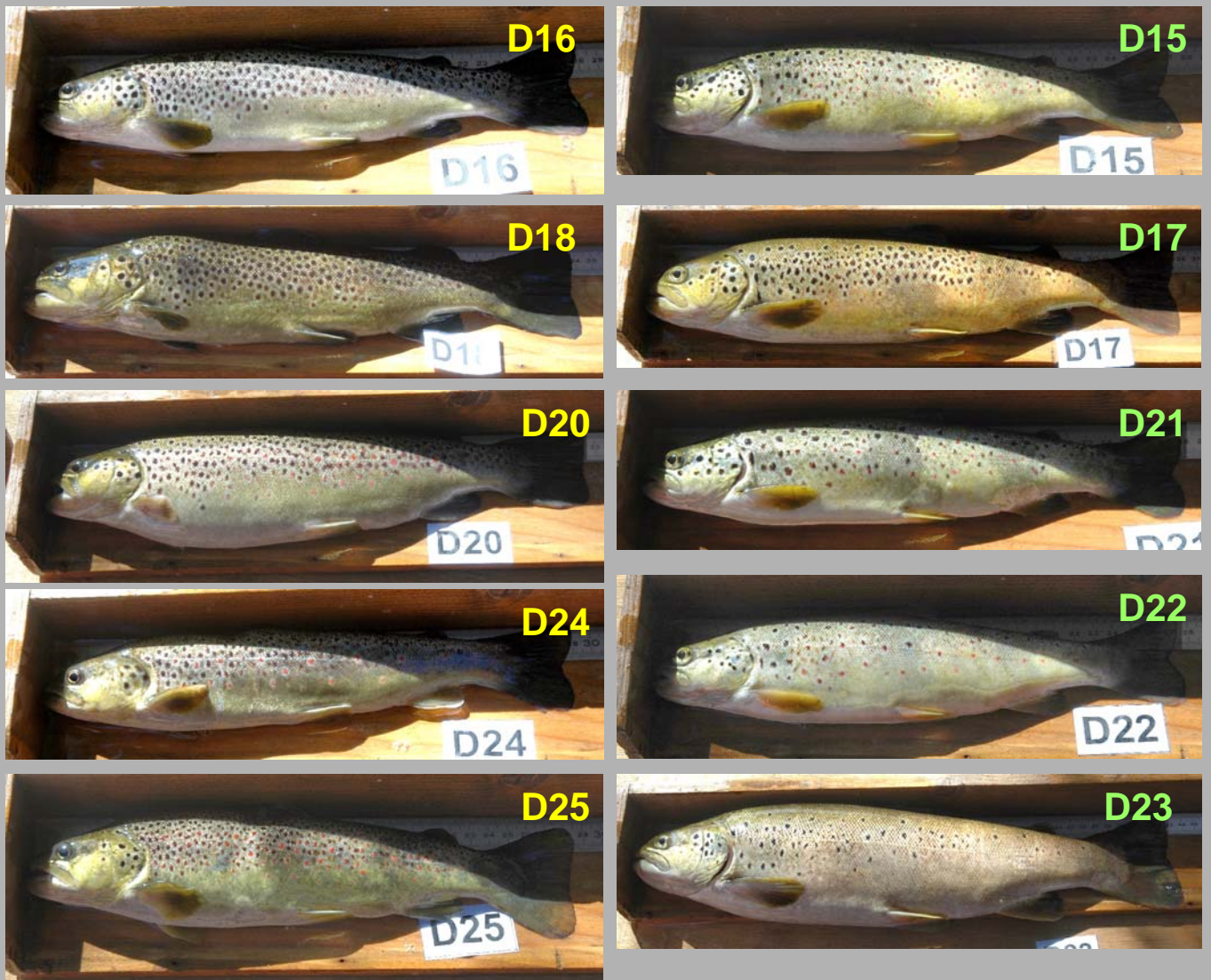
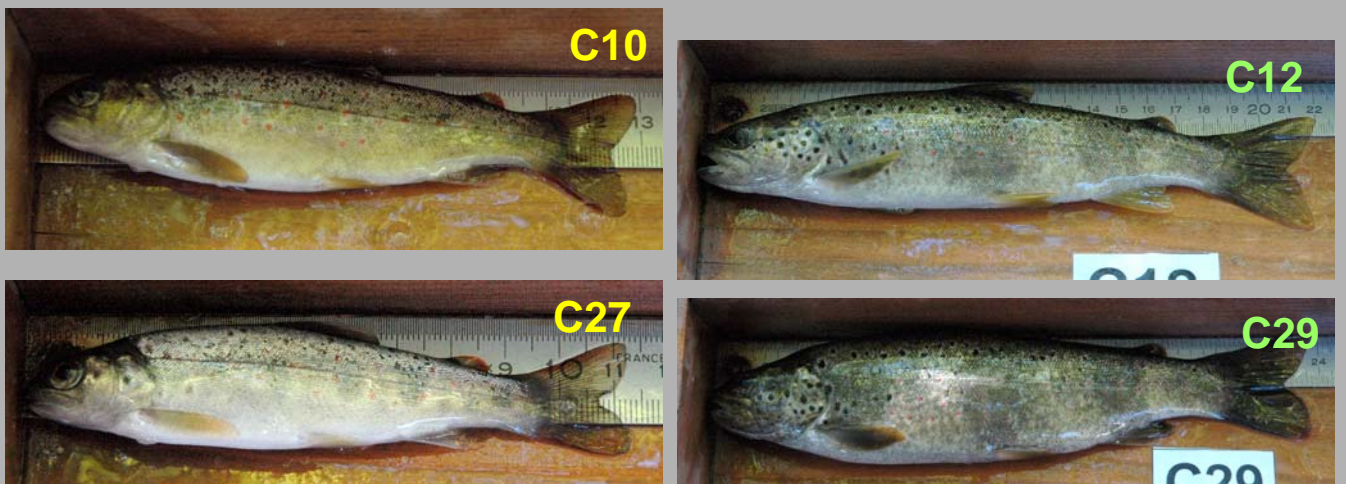


Figure 5 : Sur cette planche photo sont représentées à gauche (numéros jaunes) les truites capturées dans le milieu naturel (stations D et C) et présentant une génétique de truite atlantique. A droite (numéros verts) sont présentées des truites 100% méditerranéennes.

Il semble très difficile de distinguer les deux types de truite dans la station D (alors que cela est facile dans de nombreuses autres rivières méditerranéennes (voir discussion du rapport))



- Globalement, les peuplements de la Sorgue sont très majoritairement méditerranéen, donc ancestraux, à l'exception de la station C (Ilots Chevaliers - Bras nord) et surtout de la station D (Sorgue Valleron - CDPIE) avec 1/4 de ses truites provenant de repeuplements.

- Il y a très peu d'hybrides domestique/naturel dans la rivière. Les truites atlantiques retrouvées (jusqu'à 25% à la station D) sont des poissons déversés récemment et non des hybrides nés dans la rivière.

- La pisciculture de Camaret présente bien des souches génétiquement différentes (dites "atlantique" et "méditerranéenne"). Cependant seule la souche dite "méditerranéenne" semble se retrouver dans la Sorgue. Cette souche, en réalité purement atlantique, n'a aucune ressemblance avec les méditerranéennes de la Sorgue. Des analyses complémentaires seraient nécessaires pour savoir de quel type génétique est cette souche dite "méditerranéenne", mais il est très probable qu'elle n'est pas du tout méditerranéenne.

La figure 4 de la page suivante montre bien la nature des deux souches de pisciculture analysées et leur différence vis à vis des truites naturelles de la Sorgue.

- L'observation des truites présentées en figure 5 permet de distinguer les formes atlantiques (à gauche) des formes méditerranéennes (à droite) dans la seule station C: dans cette station, les deux truites atlantiques ont très peu de taches noires sur l'opercule (2 ou 3 contre 15 à 20 chez les méditerranéennes, critère déjà proposé dans d'autres études) et elles appartiennent à une classe de taille différente: taille moyenne des atlantiques 121 mm; taille moyenne des méditerranéennes: 255 mm. Il s'agit là d'un repeuplement de l'année dernière.

Par contre, on ne peut pas distinguer avec sécurité les deux types de truites dans la station D, si ce n'est par intuition, difficile à chiffrer. Ainsi, à la station D, les gardes pêche ont "reconnu" 3 des 7 truites atlantiques (D03, D18 et D20), mais n'en ont pas reconnu 4 (D06, D16, D24 et D25) et ont considéré une truite méditerranéenne comme atlantique (D28). La taille moyenne des truites méditerranéennes est de 321 mm alors que celle des truites atlantiques est de 303 mm. Ces truites appartiennent à la même classe de taille. L'origine de ces truites est difficile à déduire. Une hypothèse: elles pourraient provenir d'un alevinage réussi il y a 3 ou 4 ans (qualité particulière des eaux?) à partir de la souche "méditerranéenne" de pisciculture qui en réalité est parfaitement atlantique (voir tableau II).

Autre explication, concernant la station D (et la station C dans une moindre mesure) nous avons eu confirmation par la Fédération de Pêche qu'il y avait eu déversements de truites portions environ 3 semaines avant notre prélèvement, soit quelques jours avant la fermeture.

En conclusion, les résultats des analyses nous donnent une image encourageante de la situation du cheptel de truites des Sorgues, mais ce constat devra être confirmé par des analyses complémentaires. En particulier, une nouvelle campagne d'échantillonnage pourrait résolument explorer les zones plus aval afin de savoir jusqu'à où s'étend la prédominance de la souche naturelle méditerranéenne. Une synthèse des repeuplements anciens et surtout récents, leur type et leur quantité, aiderait à interpréter les résultats en terme d'efficacité et d'utilité de ces lâchés.

A quelques exceptions près, la présence de la truite méditerranéenne autochtone est très forte et permet d'envisager une gestion patrimoniale qui va dans le sens de toutes les recommandations internationales de protection de la biodiversité (Conférence de Rio sur l'environnement et le développement en 1992).

Dans la majorité des cas analysés en France et à l'étranger par le laboratoire de l'Université Montpellier 2, la présence de formes atlantiques (de pisciculture) en zone méditerranéenne se traduit par une majorité d'hybrides rendant impossible un retour à l'état initial (= peuplement purement méditerranéen). Ici, les échantillons présentant le plus de formes atlantiques (Bras Nord et surtout Valleron) sont composés de truites méditerranéenne et de truites atlantiques, mais pas d'hybrides. Ceci est la marque de déversements récents de truites domestiques, nées en pisciculture, n'ayant pas participé aux reproductions naturelles. Cette présence est donc probablement réversible à la simple condition de ne pas poursuivre ces déversements.

Il a été démontré dans de nombreuses zones (Orb, rivières côtières des Pyrénées Orientales...) que l'impact des repeuplements était négligeable en terme de densité de truites pêchables, mais que cette pollution cumulative pouvait arriver, en quelques décennies, à bouleverser le peuplement en truites d'une rivière. Le réseau des Sorgues semble être un excellent candidat pour concilier les pratiques halieutiques et la préservation d'un patrimoine naturel de très grande valeur.

Rapport rédigé par Patrick Berrebi le 19 avril 2006
Analyses moléculaires effectuées par Bernard Lasserre

Annexe 1 : géotypes microsatellites à la base des estimations de souche

ind.	Sfo1	Oneµ9	SsoSI311	Ssa197	Omm1105ARS
A1	134134	195197	136136	123127	000000
A2	134134	197199	136136	123127	142194
A3	134134	195195	136136	123123	142198
A4	134134	197201	136136	123131	142154
A5	134134	195197	136136	123127	142194
A6	134170	197197	136136	123123	154186
A7	134134	197201	136136	123127	194198
A8	134134	197197	136136	123123	142186
A9	134134	197197	000000	123143	150194
A10	134134	197197	136136	123127	150194
A11	134134	197197	136136	123123	142178
A12	134134	201201	136136	123127	142142
A13	134134	197197	136136	123123	194194
A14	134134	197201	136136	123131	194194
A15	134134	197201	136136	123123	142194
A16	134134	195197	136136	127131	186186
A17	134134	197201	136136	123127	142198
A18	134134	197197	136136	127131	142178
A19	134134	197201	136136	123127	142154
A20	122134	195197	154154	123123	194194
A21	134134	197197	136136	123123	150194
A22	134134	197201	136136	123131	178186
A23	134134	197201	136136	123123	142142
A24	134134	197199	136136	123131	142194
A25	134134	195197	136136	123127	186194
A26	134134	197197	000000	127127	146194
A27	134134	195197	136136	123127	142194
A28	134134	195195	136136	123123	186194
A29	134134	197197	136136	123131	150194
A30	134134	195197	136136	123123	178194
B1	134156	197201	136150	123127	150194
B2	118134	197197	136136	123123	186194
B3	134134	195197	136138	123131	186186
B4	134136	197197	136136	123123	178178
B5	110134	197197	136136	123123	146194
B6	134170	197199	134136	123135	186302
B7	134134	195201	136136	123123	194202
B8	134146	197201	136136	123135	186202
B9	134134	197199	136136	123127	142142
B10	134134	197201	136136	123123	186190
B11	134134	195201	136136	123123	142194
B12	134134	195197	136136	123127	178190
B13	134134	195201	136136	123123	194202
B14	134134	195195	136136	127127	142146
B15	122134	195199	134136	123127	178194
B16	110134	197207	134136	127127	146178
B17	134134	197197	136136	123123	146146
B18	134134	195201	136136	127131	142202
B19	134134	195197	136136	123123	186198

ind.	Sfo1	Oneµ9	SsoSI311	Ssa197	Omm1105ARS
B20	134134	195197	136136	131139	186194
B21	000000	197197	134136	123123	186194
B22	134170	197201	128136	123131	178194
B23	170170	197201	136136	123127	198302
B24	130170	197197	136152	123131	194274
B25	134134	195199	136136	127127	142178
B26	134168	197197	136136	127135	178194
B27	134134	195195	136136	123127	150194
B28	134134	197197	136136	123123	142178
B29	134134	197201	136136	123127	178194
B30	124134	197201	128136	123123	190194
C1	132134	195197	000000	123139	150194
C2	134134	195197	136136	123123	146194
C3	134170	195195	136136	123127	142194
C4	134170	197197	136136	123123	142178
C5	134134	197201	136136	127135	194194
C6	134170	195197	136136	123143	142194
C7	134170	195201	136136	123123	178274
C8	134170	197201	136136	123127	142202
C9	134134	197199	136136	123127	146146
C10	134134	207207	144150	139139	310318
C11	134170	195197	136136	123127	146178
C12	134134	197197	136136	127135	178186
C13	122170	197197	128136	123131	146146
C14	170170	195199	136136	123123	170274
C15	134170	197197	134136	123127	194198
C16	128134	195201	136136	123123	186262
C17	134172	197201	136136	127143	146178
C18	134136	197197	136138	127143	198274
C19	134134	197197	136136	123143	170194
C20	118134	197197	136140	123127	194194
C21	134134	197197	136150	123127	178298
C22	134170	195201	130136	123139	178198
C23	128134	201207	136136	123127	142142
C24	134134	195201	136136	123127	146198
C25	134134	195197	128136	123131	150198
C26	134170	197197	136136	123123	142170
C27	130134	199207	136152	127127	198318
C28	136170	197197	132136	127135	142274
C29	134134	195197	136136	123127	142142
C30	134134	195197	136136	123127	186194
D1	134158	195197	136136	123127	194198
D2	134134	197197	136136	123127	142146
D3	122130	201201	128128	123131	262310
D4	134134	197197	136136	135139	178186
D5	134134	197201	136136	123135	142142
D6	122130	201201	000000	127127	238262
D7	168170	195197	136136	127127	142142
D8	134134	197197	136136	123123	142142
D9	134134	197197	128136	123123	142198
D10	134134	195201	136136	123123	170274

ind.	Sfo1	Oneµ9	SsoSI311	Ssa197	Omm1105ARS
D11	134170	197201	134136	123131	146202
D12	134134	197201	136136	123127	146178
D13	134134	197201	136136	123123	146198
D14	134134	197199	136136	123127	186194
D15	134134	195197	136136	123123	142194
D16	122136	201201	156156	127135	278446
D17	134134	197197	136136	123123	142178
D18	106106	207207	156156	127127	262334
D19	124134	195197	136136	123123	146186
D20	122136	199207	130152	127135	238446
D21	130134	195197	136136	123139	178190
D22	128134	195197	136142	123123	170194
D23	134170	197197	136136	123123	142198
D24	114118	199201	130150	131135	238306
D25	118122	205207	128144	123139	278306
D26	124134	201201	136136	123123	186194
D27	134160	197199	136148	123123	178270
D28	134134	201201	150156	123127	238238
D29	000000	201207	000000	127127	166314
D30	134134	197197	136138	131151	146178
E1	134138	197201	136138	123123	146194
E2	134134	195197	136136	123127	178194
E3	134170	195197	136138	123123	198202
E4	134170	197197	134136	123127	146182
E5	134170	197197	136136	123127	142194
E6	134134	195201	136136	123123	146186
E7	134170	197201	136136	123131	194198
E8	122134	199201	136142	123135	198270
E9	134134	201201	136136	123123	178202
E10	122170	197197	136136	123131	178202
E11	134170	201201	136136	123123	198266
E12	134170	195199	136136	123127	142194
E13	134134	195195	136138	123131	186198
E14	134134	197197	136138	123135	186198
E15	134134	195195	136136	123127	142186
E16	134134	197197	136142	123131	146278
E17	134170	197197	132138	123127	146186
E18	134170	197197	130136	131149	142146
E19	134170	195197	136136	123123	146178
E20	124134	197201	136136	123131	198258
E21	134134	197201	136136	123123	186194
E22	134134	201207	136136	131135	178202
E23	134134	197197	136138	123135	194202
E24	134136	195199	136136	123127	190234
E25	134134	195201	136136	123131	142194
E26	124170	197199	136136	127131	194258
E27	134134	197201	136144	123123	190194
E28	134134	197197	136136	127135	194198
E29	134170	195201	136138	123123	142150
E30	000000	195195	136136	123123	148186
F1	134134	197199	136148	123131	170178

ind.	Sfo1	Oneµ9	SsoSI311	Ssa197	Omm1105ARS
F2	134134	197199	136136	123127	142166
F3	134134	197201	128136	123123	186202
F4	134134	000000	134136	123123	186194
F5	134170	197197	136136	123143	142182
F6	134134	197199	136136	123123	178182
F7	134170	195199	136136	123123	178198
F8	134168	195195	136136	123127	178194
F9	134134	197201	136138	123127	182194
F10	134134	195197	136136	123127	154154
F11	134134	199201	136136	123127	178194
F12	134134	197197	136138	127143	146178
F13	134134	197197	136136	123139	190306
F14	134134	199199	136136	123143	158182
F15	136136	195197	136136	123127	142186
F16	134134	197197	136136	123123	178186
F17	134134	197197	136136	123123	270306
F18	134134	195197	136148	123123	146146
F19	134170	195197	136136	123127	146182
F20	134134	197197	128134	123123	146146
F21	000000	000000	136136	127143	000000
F22	134170	197199	136136	123143	170186
F23	134134	197197	128132	123123	186262
F24	134134	195197	136148	123127	146146
F25	134134	197197	136136	123123	202266
F26	134134	197197	136136	123127	174186
F27	134170	197201	136148	123123	146146
F28	134134	197201	136136	123123	142198
F29	134170	197201	136136	123123	146178
F30	134134	197201	136136	131135	194198
R1	132132	201201	132142	127135	238262
R2	106118	201207	144156	131139	178306
R3	118168	201201	128132	131135	166286
R4	118130	199201	150156	123131	238446
R5	122136	201201	128130	135143	290422
R6	136168	197201	128146	131135	168238
R7	106118	201207	130144	127127	314446
R8	106118	207207	144156	127127	238314
R9	118168	197201	144146	131135	166282
R10	118122	199207	150154	123131	238446
R11	136168	197201	128146	127131	166238
R12	000000	201207	148156	131131	178286
R13	136136	000000	144146	000000	166238
R14	106110	207207	130148	127135	178238
R15	122136	197199	144156	127131	166290
R16	118122	199207	128156	127135	278290
R17	122122	207207	130148	127131	314338
R18	118118	199201	128156	123131	166262
R19	132136	207207	128142	127131	262310
R20	118122	207207	156156	123127	262330
R21	122134	197201	144156	123135	258282
R22	106110	201205	128152	127135	266318

ind.	Sfo1	Oneµ9	SsoSI311	Ssa197	Omm1105ARS
R23	118136	201203	130156	131139	166290
R24	106118	199207	130152	123127	318454
R25	114134	197201	128152	123123	238310
R26	136136	000000	128146	131135	166238
R27	110110	000000	148156	131131	178290
R28	136136	199201	144150	127131	168282
R29	136136	199201	144150	127131	168238
R30	106122	199207	130144	127135	238330