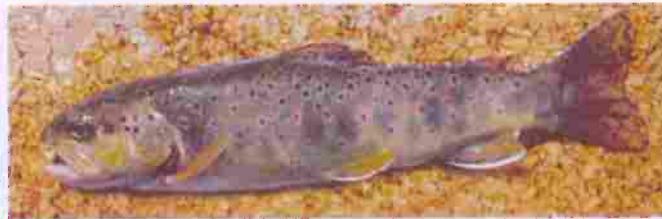


# ECOGEA

*Etudes et Conseils  
en Gestion de l'Environnement Aquatique*



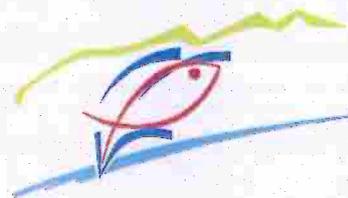
## VARIABILITE DE LA PONCTUATION ET DES CARACTERES ORNEMENTAUX DE LA TRUITE COMMUNE DANS LES COURS D'EAU DU CANTAL



Etude financée par la Fédération de Pêche du Cantal

**FEDERATION DE PECHE DU CANTAL**  
14, Allée du Vialenc – 15000 AURILLAC

**FEDERATION DES A.A.P.P.M.A. DU CANTAL**  
14, allée du Vialenc  
15000 AURILLAC  
Tél. 04 71 48 19 25 - Fax 04 71 48 90 76



Rédacteur : J. M. LASCAUX  
Collaborateurs : T. LAGARRIGUE  
F. FIRMIGNAC

**Avril 2002**

# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
A. OBJECTIF DE L'ETUDE .....	1
B. PARTENAIRES FINANCIERS.....	1
C. PARTENAIRES TECHNIQUES .....	2
<b>II. MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>3</b>
A. SITES ECHANTILLONNES .....	3
B. OBTENTION DES DONNEES.....	5
C. DESCRIPTION DES JEUX DE VARIABLES MORPHOLOGIQUES UTILISES.....	5
1. <i>Ponctuation</i> .....	6
2. <i>Variables d'ornementation qualitatives</i> .....	6
3. <i>Taille des points rouges et des points noirs</i> .....	6
D. TRAITEMENTS STATISTIQUES.....	7
1. <i>Analyses globales</i> .....	8
2. <i>Mise en relief d'un effet</i> .....	9
<b>III. RESULTATS.....</b>	<b>11</b>
A. PONCTUATION.....	11
1. <i>Echelle des bassins-versants</i> .....	11
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	12
3. <i>Echelle des stations</i> .....	13
B. CARACTERES ORNEMENTAUX QUALITATIFS .....	14
1. <i>Echelle des bassins versants</i> .....	14
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	15
3. <i>Echelle des stations</i> .....	16
C. TAILLE DES POINTS.....	17
1. <i>Echelle des bassins versants</i> .....	17
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	18
3. <i>Echelle des stations</i> .....	19

# SOMMAIRE

<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
A. OBJECTIF DE L'ETUDE .....	1
B. PARTENAIRES FINANCIERS.....	1
C. PARTENAIRES TECHNIQUES .....	2
<b>II. MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>3</b>
A. SITES ECHANTILLONNES .....	3
B. OBTENTION DES DONNEES.....	5
C. DESCRIPTION DES JEUX DE VARIABLES MORPHOLOGIQUES UTILISES.....	5
1. <i>Ponctuation</i> .....	6
2. <i>Variables d'ornementation qualitatives</i> .....	6
3. <i>Taille des points rouges et des points noirs</i> .....	6
D. TRAITEMENTS STATISTIQUES.....	7
1. <i>Analyses globales</i> .....	8
2. <i>Mise en relief d'un effet</i> .....	9
<b>III. RESULTATS.....</b>	<b>11</b>
A. PONCTUATION.....	11
1. <i>Echelle des bassins-versants</i> .....	11
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	12
3. <i>Echelle des stations</i> .....	13
B. CARACTERES ORNEMENTAUX QUALITATIFS .....	14
1. <i>Echelle des bassins versants</i> .....	14
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	15
3. <i>Echelle des stations</i> .....	16
C. TAILLE DES POINTS.....	17
1. <i>Echelle des bassins versants</i> .....	17
2. <i>Echelle des sous-bassins versants</i> .....	18
3. <i>Echelle des stations</i> .....	19

## I. INTRODUCTION

Cette étude est la troisième phase d'un travail initié en 1999 par la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Cantal.

La première phase de ce travail a consisté à décrire morphologiquement les souches de truites issues de géniteurs sauvages conservées à la pisciculture fédérale de Thiézac (Lascaux, 1999).

La deuxième phase a été une description morphologique des truites de dix cours d'eau du département du Cantal et une comparaison avec les souches de truites conservées pour le repeuplement à la pisciculture de Thiézac (Lascaux *et al.*, 2000). Au terme de cette deuxième phase, il apparaissait très clairement que les cours d'eau du Cantal étaient encore très largement habités par des truites sauvages à la morphologie nettement distincte en fonction des bassins-versants.

Le présent rapport rend compte de la troisième phase de ce travail et porte sur la variation de ponctuation et de caractères ornementaux qualitatifs de 23 rivières du département du Cantal.

### A. Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude s'inscrit dans la continuité de la démarche adoptée depuis 1999 : **identifier et décrire** le plus finement possible les différentes formes de truites **naturellement** présentes dans les cours d'eau du département du Cantal, afin de **préserver et de mettre en valeur ce patrimoine biologique**.

### B. Partenaires financiers

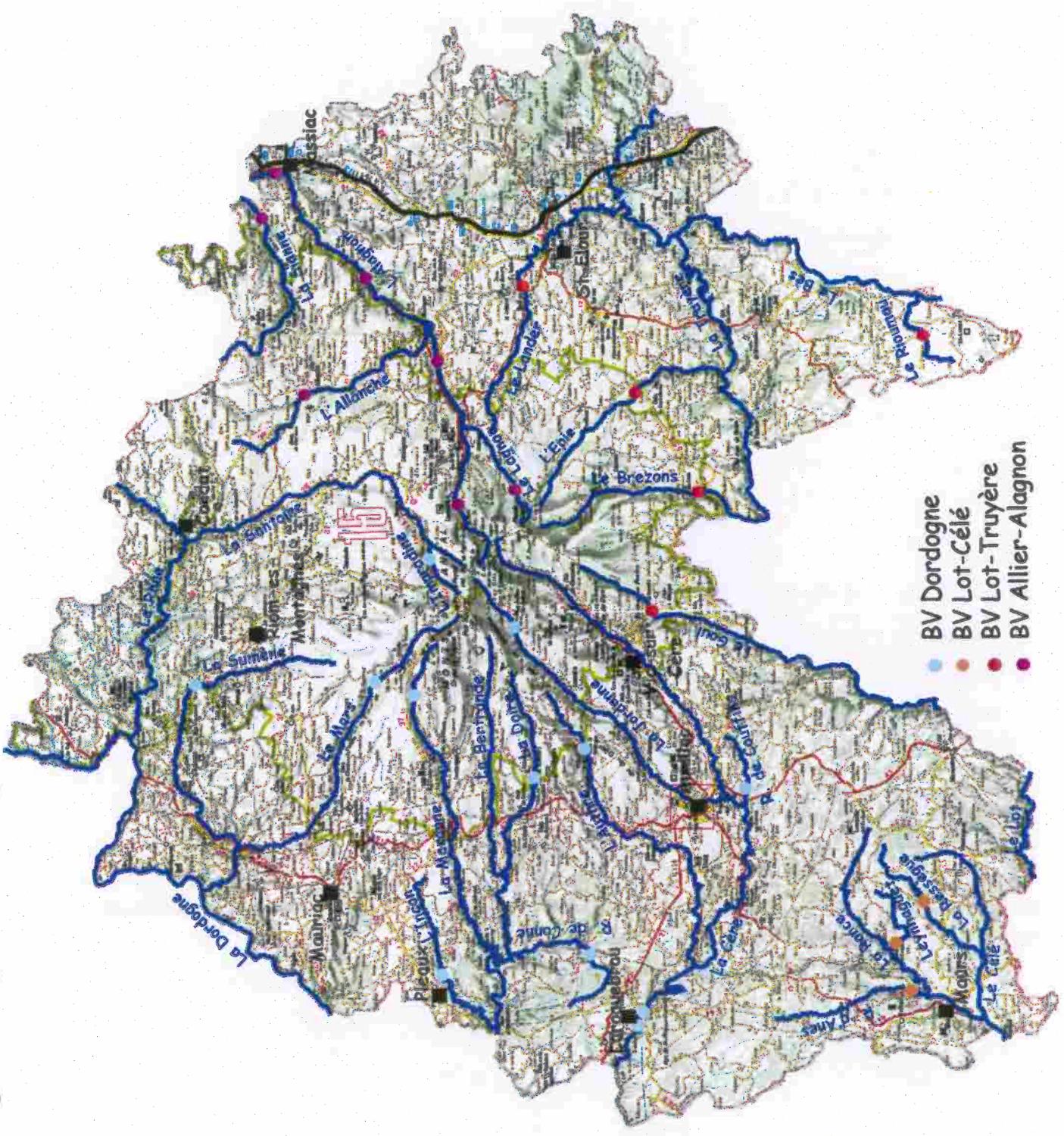
Cette étude a été réalisée avec le concours financier des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique et de la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Cantal.

## **C. Partenaires techniques**

Le bureau d'étude E.CO.G.E.A. a réalisé la partie technique de cette étude en collaboration avec :

- les bénévoles des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Cantal,
- les agents de la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Cantal,
- les agents de la brigade du Conseil Supérieur de la Pêche du Cantal.

Fig. 1 : répartition des points d'échantillonnage sur les cours d'eau du Cantal



## II. MATERIELS ET METHODES

Les premières analyses morphologiques menées sur les populations de truites pyrénéennes ont permis de mettre en évidence une remarquable adéquation avec les descriptions génétiques de ces mêmes populations (Lascaux, 1996 ; Berrebi, 1997).

En effet notre analyse de la morphologie des truites se base sur des variables concernant la ponctuation ou des caractères ornementaux qualitatifs de la robe des poissons. Ces paramètres sont pratiques à obtenir, ils ne nécessitent pas le sacrifice des poissons et ils possèdent un support génétique démontré (Alm, 1948 ; Blanc *et al.*, 1982, 1994). L'héritabilité des caractères utilisés est importante à souligner ici car elle permet de s'affranchir au moins en partie de l'influence du milieu, facteur également déterminant de la morphologie des poissons. Ainsi une truite qui possède une frange blanche et noire à la nageoire anale ne va pas la perdre si on la change de cours d'eau ou si on la transporte vers un bassin de pisciculture. De même, on peut très facilement sélectionner en pisciculture une souche de truite « à gros points rouges » (voir l'ouvrage de A. Richard, collection Mise au point du C.S.P.) ou « à grand nombre de points noirs » (Skaala et Jorstad, 1987, 1988), ce qui démontre bien la base génétique de la ponctuation.

### A. Sites échantillonnés

Le présent rapport détaille l'analyse morphologique des truites échantillonnées pendant l'été 1999 et l'été 2000 sur 27 stations réparties sur 23 cours d'eau du département du Cantal. Ces stations d'échantillonnage sont en général au nombre d'une par cours d'eau, sauf pour la rivière Alagnon pour laquelle nous disposons de 4 stations d'échantillonnage et pour la rivière Cère sur laquelle nous disposons de 2 stations d'échantillonnage. La figure 1 illustre la répartition géographique des stations étudiées.

Le tableau 1 détaille le plan d'échantillonnage.

La structure de ce plan d'échantillonnage est de la forme bassin-versant (BV) X sous-bassin (sBV) X Station (St) ou rivière (Riv)

	Bassin versant	Sous Bassin	Cours d'eau	Station	Nb. d'ind.
	Dordogne	Mars-Sumène	Sumène	St-Etienne de Chaumeil Passerelle de L'Escure Nevialle	30
	Dordogne	Mars-Sumène	Mars	Vaulmier	30
<b>Total Mars-Sumène</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>60</b>
	Dordogne	Rhues	Impradines	Lavigerie	30
<b>Total Rhues</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>30</b>
	Dordogne	Maronne	R. de Cône	St-Santin Cantalès Pont d'Ingouste	30
	Dordogne	Maronne	R. d'Incon	Pleaux Pont Blanchard	30
	Dordogne	Maronne	Maronne	St Paul de Salers Recusset	30
	Dordogne	Maronne	Doire	Tournemire Anjony	30
<b>Total Maronne</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>120</b>
	Dordogne	Cère	Cère	Cère St 1 Laroquebrou - Aval plan d'eau	30
	Dordogne	Cère	Cère	Cère St 2 Laroquebrou - Amont Camping	30
	Dordogne	Cère	Authre	Laroquevieille Vercuères	30
	Dordogne	Cère	R. de Couffins	Arpajon sur Cère Les Granges	30
	Dordogne	Cère	Jordanne	Mandailles	30
<b>Total Cère</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>150</b>
<b>Total Dordogne</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>360</b>
	Lot	Célé	Ressègue	St-Antoine Moulin du Bourg	30
	Lot	Célé	Leynhaguet	Leynhac Pont de Ramier	30
	Lot	Célé	R. d'Anès	St-Etienne de Maurs Le Bardinnet	30
<b>Total Célé</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>90</b>
	Lot	Truyère	Epie	Cussac Moulin de la Valette	31
	Lot	Truyère	Goul	Saint-Clément Pont de Gaye	30
	Lot	Truyère	Brezons	St Martin sous Vigouroux Pont de Feydol	30
	Lot	Truyère	Lander	Roffiac	30
	Lot	Truyère	Riou Mau	Saint-Urcize Pont du Verdier	30
<b>Total Truyère</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>151</b>
<b>Total Lot</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>241</b>
	Allier	Alagnon	Alagnon	Alagnon St1 Laveissière	30
	Allier	Alagnon	Alagnon	Alagnon St2 Neussargues - Le Pachou	30
	Allier	Alagnon	Alagnon	Alagnon St3 Ferrières St Mary	30
	Allier	Alagnon	Alagnon	Alagnon St4 Massiac Bourg	30
	Allier	Alagnon	Allanche	Allanche Veyrines	30
	Allier	Alagnon	Sianne	Auriac l'Eglise	30
	Allier	Alagnon	Lagnon	Albepierre	30
<b>Total Allier</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>210</b>
<b>Total Général</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>811</b>

Tableau 1 : détails du plan d'échantillonnage

## **B. Obtention des données**

Dans chaque station, les truites à étudier sont prélevées au hasard dans la population afin d'obtenir une bonne représentativité de celle-ci.

Les poissons sont capturés dans le cours d'eau à l'aide d'un appareil de pêche électrique. Les truites à analyser sont stockées dans des récipients de couleur neutre (pas de seaux ou de bacs blancs ou noirs) pour éviter les phénomènes de mimétisme trop marqués (contraction ou dilatation des mélanophores).

Elles sont ensuite anesthésiées, mesurées, identifiées par un code et un numéro et photographiées.

Pour cela, nous utilisons un aquarium muni de deux miroirs formant entre eux un angle de 90° permettant sur un même cliché de distinguer les deux flancs et le dos du poisson (voir photographies dans ce rapport). Deux clichés sont pris pour chaque poisson, un dans l'aquarium et un sur une plaque de bois (de couleur neutre également).

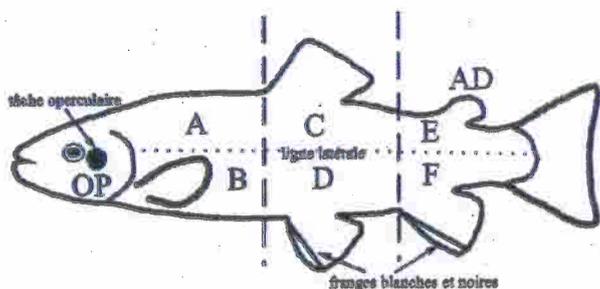
L'appareil utilisé est un Canon EOS 100 muni d'un objectif Canon EF de 80 mm. Les pellicules diapositives doivent être assez sensibles pour éviter l'emploi du flash qui est difficile à maîtriser avec les miroirs de l'aquarium. Le gain de luminosité qu'apportent les miroirs est suffisant pour pouvoir travailler, même dans de mauvaises conditions de luminosité.

Toutes ces précautions étant prises, l'utilisation des diapositives pour relever les variables de ponctuation et d'ornementation que l'on définira plus loin, s'est avérée à chaque fois possible quel que soit le temps et quelle que soit l'attitude adoptée par les poissons anesthésiés (un peu de patience est cependant quelquefois nécessaire !).

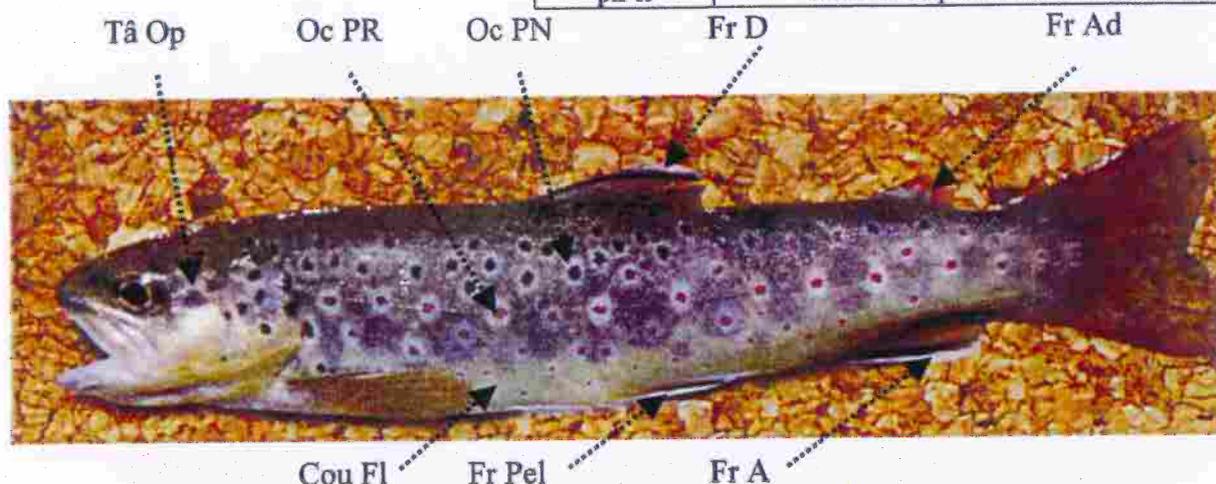
## **C. Description des jeux de variables morphologiques utilisés**

Nous allons distinguer 3 jeux de variables dans nos données, qui de par leur nature différente, vont imposer des traitements statistiques différents. Ce sont les variables de ponctuation, les traits ornementaux qualitatifs de la robe des poissons et la dimension des points rouges et noirs.

Fig. 2 : Définition des paramètres morphologiques relevés et localisation des zones de comptage.



Code	Description
pr-a	Nombre de points rouges dans la zone A
pn-a	Nombre de points noirs dans la zone A
pr-b	Nombre de points rouges dans la zone B
pn-b	Nombre de points noirs dans la zone B
pr-c	Nombre de points rouges dans la zone C
pn-c	Nombre de points noirs dans la zone C
pr-d	Nombre de points rouges dans la zone D
pn-d	Nombre de points noirs dans la zone D
pr-e	Nombre de points rouges dans la zone E
pn-e	Nombre de points noirs dans la zone E
pr-f	Nombre de points rouges dans la zone F
pn-f	Nombre de points noirs dans la zone F
pn-op	Nombre de points noirs dans la zone operculaire
pr-fl	Nombre de points rouges total sur le flanc
pn-fl	Nombre de points noirs total sur le flanc



Code	Description	Modalités
Oc PR	Ocelles autour des points rouges (C'est une zone plus claire qui entoure parfois les points)	1a : pas d'ocelle ou très peu marquées 1b : marquées 1c : très marquées
Oc PN	Ocelles autour des points noirs	2a : pas d'ocelle ou très peu marquées 2b : marquées 2c : très marquées
Fr D	Frange de la dorsale	3a : pas de frange 3b : frange blanche 3c : frange blanche et noire
Fr A	Frange de l'anale	4a : pas de frange ou frange blanche 4b : frange blanche et noire
Fr Pel	Frange des pelviennes	5a : pas de frange 5b : frange blanche 5c : frange blanche et noire
Fr Ad	Frange de l'adipeuse	6a : pas de frange 6b : frange rouge 6c : frange très rouge
Fr Caud	Frange de la caudale	7a : pas de frange 7b : frange rouge
Pts-ad	Points sur l'adipeuse	8a : absence 8b : présence
Couflan	Couleur des flancs	9a : brun jaune 9b : gris ou blanc argenté
TâOp	Tâche operculaire	10a : absence 10b : présence
PN Têt	Points noirs sur la tête	11a : absence 11b : présence
TâCaud	Tâches sur la caudale	12a : absence 12b : présence
Con pts	Contour des points	13a : net 13b : mal défini
OrnDos	Points ou vermiculations sur le dos du poisson (à l'avant de la dorsale)	14a : absence 14b : présence

## **1. Ponctuation**

La définition des variables mesurées et la localisation des zones de comptage sont présentées sur la figure 2.

Les diapositives de chaque individu sont projetées sur un écran de 20×20 cm. Pour chaque poisson, on utilise une feuille transparente sur laquelle on trace les différents zones de comptage. Chaque point est ensuite compté et marqué. Les points situés sur les limites de zone ne sont comptés qu'une seule fois, dans la zone qui comprend la plus grande partie de la superficie du point. Les points rouges et les points noirs sont comptés séparément. On ne considère que deux couleurs de points pour le comptage (rouge ou noir) sans tenir compte des nuances. Seuls les points nettement différenciés sont considérés. Ceux qui fusionnent sont comptés pour une unité. Les points qui sont à la fois rouge et noir sont comptés pour rouge et pour noir.

## **2. Variables d'ornementation qualitatives**

Ces variables sont de type présence/absence et concernent différents traits ornementaux de la robe des poissons. Ces paramètres sont relevés directement par observation des diapositives. Leur description est précisée dans le deuxième tableau de la figure 2.

Nous n'avons retenu que des critères d'ornementation qui ne sont pas labiles, c'est à dire que l'on peut changer la truite de milieu sans que ces ornements ne disparaissent. Ceci explique que nous n'ayons pas considéré par exemple la variable « présence de zébrures ».

## **3. Taille des points rouges et des points noirs**

Ce jeu de données est en fait réduit à deux variables. Il s'agit de la plus grande dimension des plus gros points noirs et des plus gros points rouges des flancs de chaque poisson. Ces deux critères sont mesurés sur la projection des diapositives de chaque truite. La dimension du point est ensuite corrigée par le rapport entre la taille réelle du poisson et sa taille sur la projection.

## **D. Traitements statistiques**

Au total, ce sont donc 29 variables concernant la ponctuation et les caractères ornementaux des truites qui ont été relevées sur 811 poissons soit une matrice de **23519 données**.

Dans cette masse de données, nous avons cherché à identifier les distinctions morphologiques qui pouvaient exister entre truites de différents bassins-versants, de différents sous-bassins, ainsi que de différentes stations (cours d'eau).

Cette masse de données et ces objectifs supposent un traitement statistique assez complexe que nous allons maintenant détailler.

Les analyses statistiques multivariées permettent de synthétiser, de résumer et de structurer l'information contenue dans des données obtenues sur un grand nombre de variables. Dans notre étude, leur emploi nous permettra d'obtenir quelques graphiques relativement simples positionnant les individus des différents groupes de poissons les uns par rapport aux autres et donnant les principales caractéristiques les rapprochant ou les distinguant.

Compte tenu de la nature différente des jeux de variables utilisés (la taille des points rouges et noirs est un paramètre quantitatif continu, les nombres de points sont des paramètres quantitatifs ne prenant que des valeurs entières, les critères d'ornementation sont de type présence/absence) les traitements statistiques seront différents. Mais la démarche adoptée pour chaque jeu de variables restera la même. Nous commencerons par une analyse globale du jeu de données, réalisée par une technique statistique adaptée à la nature des variables. Notre but principal est ensuite de mettre l'accent sur les différences phénotypiques qui existent entre groupes de truites. Nous utiliserons donc dans un deuxième temps une technique statistique qui met en relief ces divergences phénotypiques afin de bien identifier les diverses formes de truites.

## 1. Analyses globales

### *a) Données de ponctuation*

Les données concernant la ponctuation sont d'abord transformées par la fonction  $y = \log(x+1)$  afin de se rapprocher des conditions de normalité. Elles sont ensuite traitées par une analyse en composante principale (ACP) normée (Hotteling, 1933)<sup>1</sup> en raison des gammes de variation différentes des variables utilisées. Il faut voir chaque axe résultant de l'analyse comme un résumé de l'information contenue dans toutes les variables de ponctuation que l'on a relevées, information relative à la situation des individus les uns par rapport aux autres. Le premier axe de l'analyse est par définition celui qui synthétise la plus grande quantité d'information, le deuxième axe étant construit de façon à apporter à son tour le maximum d'information sur la position des individus mais de manière non redondante avec le premier (le troisième ne devant pas être redondant avec le premier ni le deuxième etc....).

Les données de ponctuation posent un autre problème lorsque l'on veut comparer différents groupes de poissons. Elles sont corrélées positivement à la taille des individus : les truites les plus grandes sont les plus ponctuées (Blanc *et al.*, 1982, Lascaux, 1996). Or la taille moyenne des individus pour les différents groupes à comparer est rarement la même. Il faut donc éliminer cet effet de la taille des poissons si l'on ne veut pas biaiser la comparaison de la ponctuation entre différents groupes de poissons. Pour cela, on introduira une contrainte supplémentaire dans l'analyse statistique, celle de la non corrélation des axes de l'ACP avec la longueur totale des poissons (ACPVI orthogonale, Yoccoz et Chessel, 1988).

### *b) Données ornementales qualitatives*

Les données ornementales qualitatives ont été traitées par analyse des correspondances multiples (ACM). Les aspects théoriques de cette méthode sont présentés par Tenenhaus et

---

<sup>1</sup> L'ACP génère des combinaisons linéaires des variables initiales (les facteurs, les composantes principales ou encore simplement les axes de l'analyse), de variance maximale et non corrélées entre elles deux à deux.

Young (1985)<sup>2</sup>. Cette analyse est l'équivalent de l'ACP normée pour des variables qualitatives. Le principe de résumer et de structurer l'information reste le même.

La taille des poissons peut également avoir un effet sur l'apparition de caractères ornementaux par l'intermédiaire de la maturité sexuelle (Alm, 1948). Pour éviter ce biais, on introduit comme pour la ponctuation une contrainte supplémentaire de non corrélation des axes de l'ACM avec la longueur totale des individus étudiés.

### *c) Tailles des plus gros points rouges et des plus gros points noirs*

Ces deux variables sont tout d'abord transformées par la fonction  $y = \text{Log } x$ , afin de se rapprocher des conditions de normalité. La taille des points est fortement corrélée à la taille des poissons, nous devons donc comme pour les autres jeux de données, éliminer son influence pour pouvoir comparer des poissons de taille différente. Nous effectuons les régressions taille des points – taille des poissons. C'est sur les tableaux de résidus de ces régressions que nous étudierons la variation de la taille des points entre groupes de poissons. Nous avons ainsi supprimé la part prise par la taille du poisson dans la dimension de ses points.

## **2. Mise en relief d'un effet**

Les analyses multivariées globales peuvent ne pas répondre à notre objectif principal qui est de mettre l'accent sur les différences phénotypiques qui existent entre les différentes formes de truites que l'on analyse. En effet, ces analyses structurent et résument la **variabilité totale** des jeux de données. Or, lorsqu'on dispose de classes d'individus, comme c'est notre cas (les classes sont définies par l'appartenance de la truite à une station (un cours d'eau), un sous-bassin ou un bassin-versant, cette **variabilité totale** peut se décomposer en une **variabilité**

---

<sup>2</sup> L'analyse génère des scores quantitatifs qui maximisent la moyenne des rapports de corrélation entre variables qualitatives. Pour chaque modalité d'une variable, on calcule la moyenne et la variance des coordonnées factorielles des individus porteurs de cette modalité. Le rapport de corrélation entre le code quantitatif obtenu par le calcul (le facteur, l'axe) et une variable qualitative est le rapport de la variance de la moyenne inter modalité et de la variance totale pour cette variable.

**des données à l'intérieur des classes d'individus** (à l'intérieur d'un groupe) et **une variabilité des données entre les classes d'individus** (entre les groupes).

C'est cette dernière partie de la variabilité des données qui nous intéresse. Pour mettre en relief les variations morphologiques entre les différentes formes de truites nous procédons à des analyses inter-classes.

Les analyses inter-classes peuvent s'employer après tous les types d'analyses (ACP, AFC, ACM) pour mettre l'accent sur les différences entre les classes d'individus d'un tableau de données. Les variables les mieux représentées par les axes des analyses inter-classes sont les variables qui diffèrent le plus entre les classes d'individus étudiés. Ce type d'analyse est décrit par Dolédec et Chessel (1987 ; 1989).

L'ensemble des analyses multivariées et des tests de signification associés de cette étude a été réalisé à l'aide du logiciel A.D.E. version 4 (Thioulouse *et al.*, 1994). Ce logiciel est disponible sur le réseau Internet (<http://biomserv.univ-lyon1.fr/ADE-4.html>).

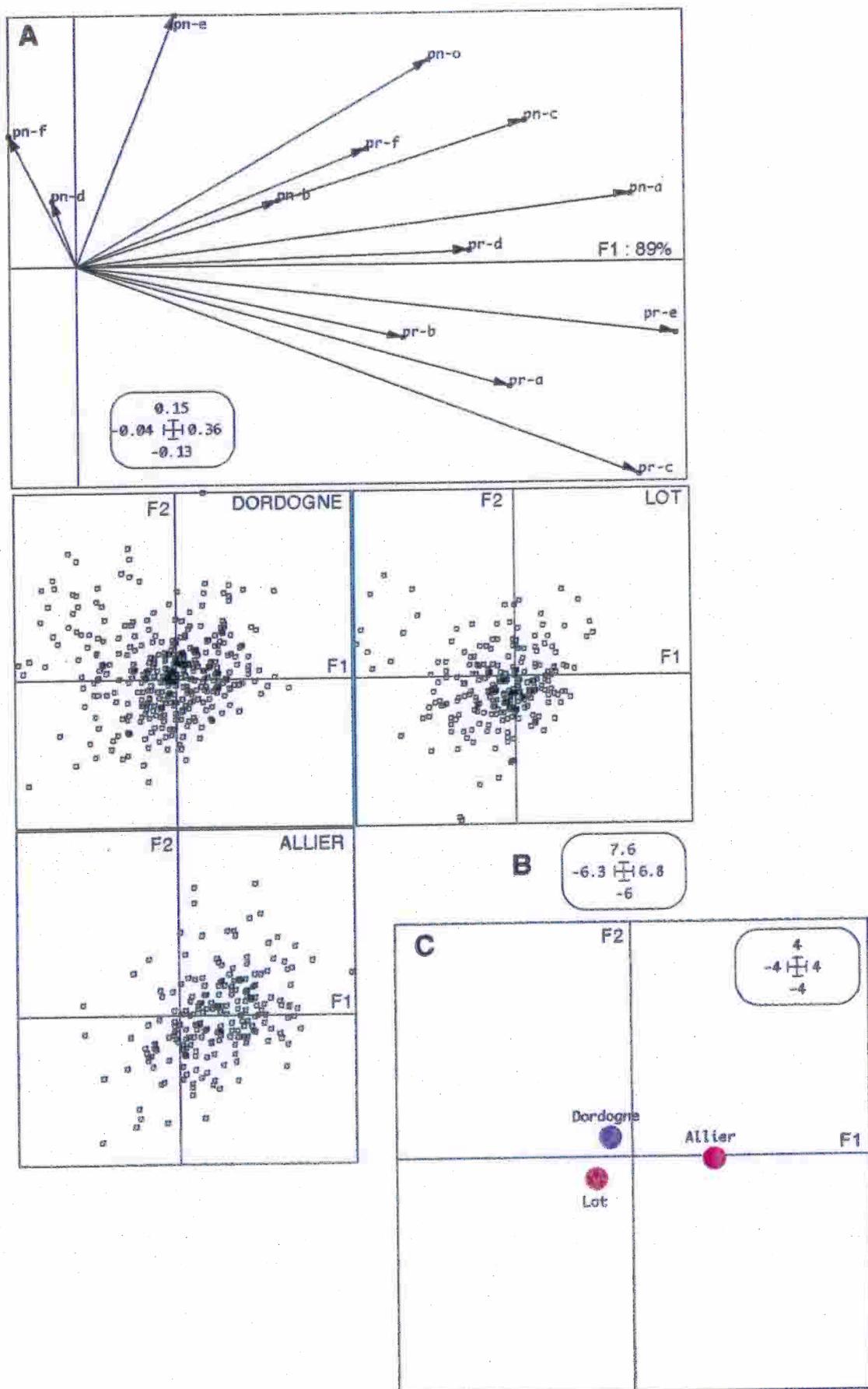


Fig. 3 : Analyse inter bassins-versants du jeu de données ponctuation

A : représentation des variables dans le plan F1F2

B : représentation des individus dans le plan F1F2 pour chaque bassin-versant (chaque petit carré représente une truite)

C : représentation des individus dans le plan F1F2, les trois bassins-versants sont représentés sur une même figure par la moyenne des coordonnées des truites du bassin sur les axes F1F2 de cette analyse.

### III. RESULTATS

*Avertissement* : certains résultats qui pouvaient ressortir des premières analyses (Lascaux et al., 2000) ne ressortiront pas ici. Ces résultats restent valables (puisque statistiquement significatifs), ils sont simplement relatifs. Ainsi par exemple, une truite qui était très ponctuée parmi 300 poissons, peut n'être que moyennement ponctuée parmi 811.

Nous nous intéressons essentiellement aux variations morphologiques entre groupes de truites, groupes définis par l'appartenance des poissons à un bassin-versant, un sous-bassin, ou un cours d'eau. Nous présenterons donc directement, pour alléger le rapport, les résultats des analyses inter-classes qui répondent à cet objectif, sans détailler donc les résultats des analyses globales. Ces résultats sont cependant disponibles auprès des auteurs.

#### A. Ponctuation

##### 1. Echelle des bassins-versants

L'inertie de l'analyse inter-bassin versant du jeu de données ponctuation représente 6 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

L'essentiel de l'information contenue dans cette analyse (89 %) est résumé sur un seul axe (F1). Cet axe est un gradient de ponctuation générale des poissons (fig. 3A), les variables principales contribuant à la formation de cet axe étant PR-E, PR-C, PN-A et PN-C.

Les truites du bassin versant Allier sont en moyenne plus ponctuées de rouge et de noir que les truites du bassin versant Dordogne et que les truites du bassin versant Lot (fig. 3B et 3C).

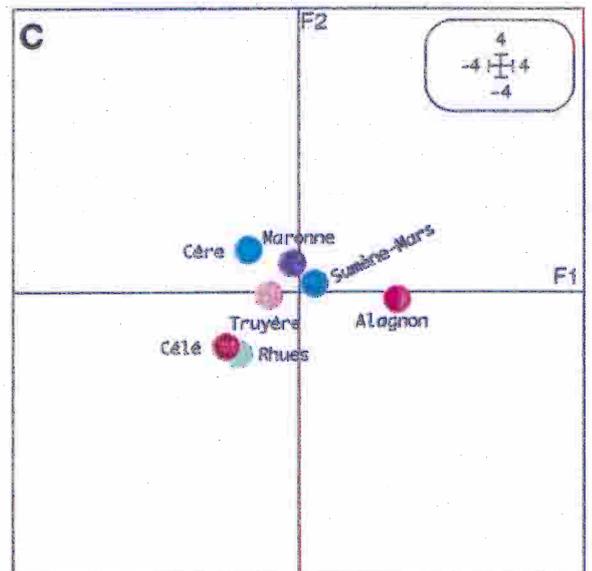
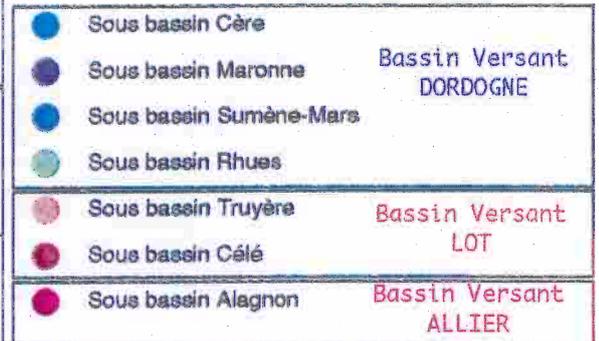
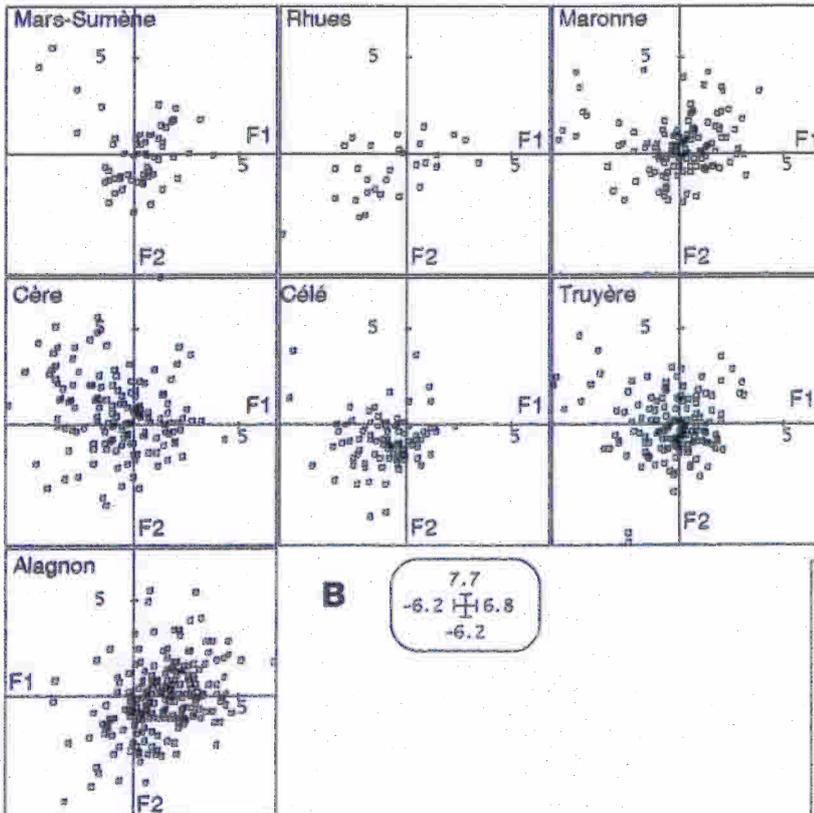
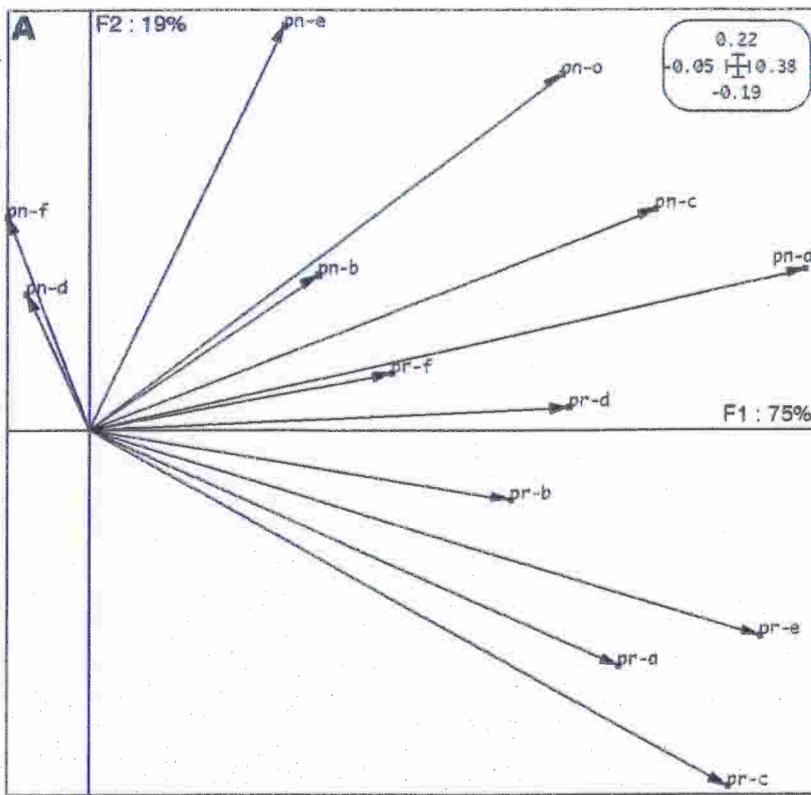


Fig. 4: Analyse inter sous-bassins du jeu de données ponctuation

A : représentation des variables dans le plan F1F2

B : représentation des individus dans le plan F1F2 pour chaque sous-bassin (chaque petit carré représente une truite)

C : représentation des individus dans le plan F1F2, les sept sous-bassins sont représentés sur une même figure par la moyenne des coordonnées des truites du sous-bassin sur les axes F1F2 de cette analyse.

## **2. Echelle des sous-bassins versants**

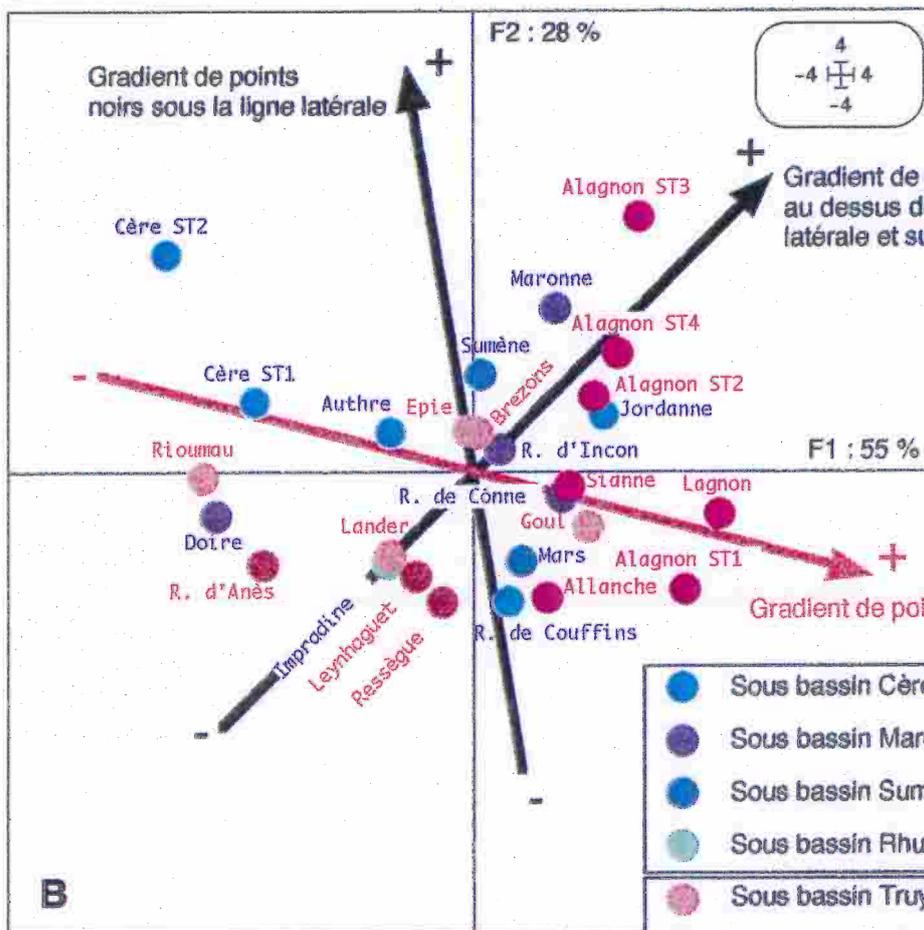
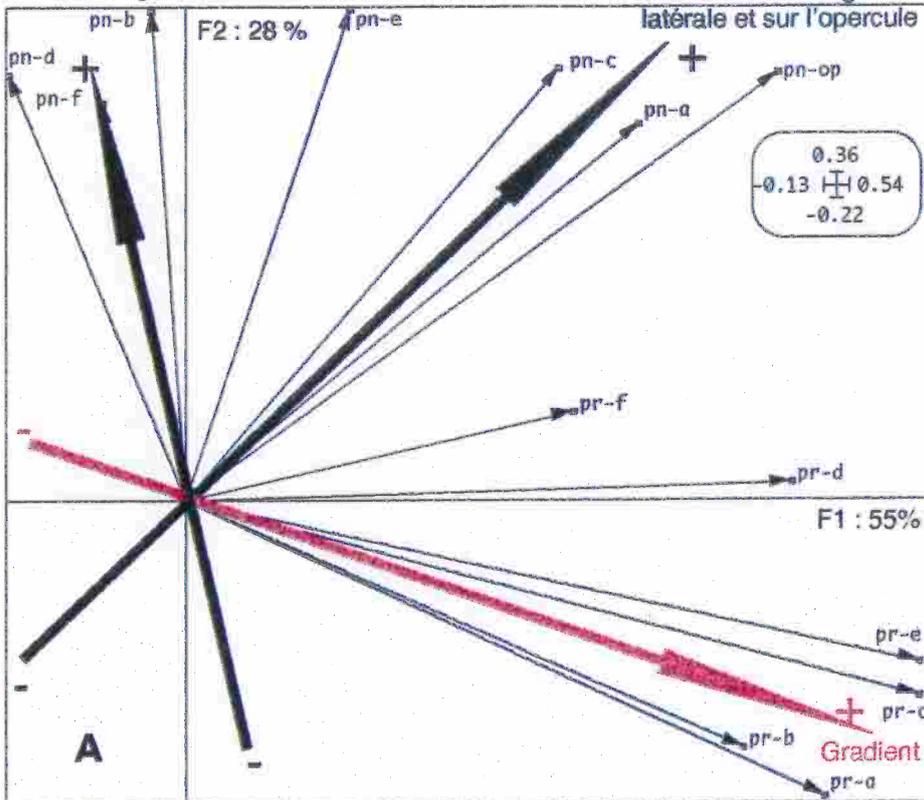
L'inertie de l'analyse inter sous-bassin versant du jeu de données ponctuation représente 8 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

L'essentiel de l'information contenue dans cette analyse est résumé par les deux premiers axes de l'analyse (F1 : 75 % ; F2 : 19 %). Le premier axe (F1) est toujours un gradient de ponctuation générale des poissons (ponctuation rouge comme noire) alors que le deuxième axe (F2) va opposer des poissons proportionnellement plutôt bien ponctués de noir (vers le haut de la figure) à des truites proportionnellement plutôt bien ponctuées de rouge (vers le bas de la figure, voir fig. 4A).

Par rapport à l'analyse précédente, l'axe F1 oppose les truites du sous-bassin Alagnon (seul sous-bassin du bassin versant de l'Allier de notre jeu de données), très ponctuées de rouge comme de noir, aux truites du sous-bassin Célé, peu ponctuées globalement et particulièrement peu ponctuées de noir (voir fig. 4B et 4C). L'axe F2 oppose quant à lui globalement les truites du bassin-versant Dordogne (sous-bassin Cère, Maronne et Sumène-Mars), proportionnellement plus ponctuées de noir, aux truites du bassin versant Lot (sous-bassin Célé et Truyère), proportionnellement moins ponctuées de noir. Il faut noter toutefois l'exception notable des truites du sous-bassin Rhues (Impradine) proches par leur ponctuation moyenne de celles du Célé.

Gradient de points noirs sous la ligne latérale

Gradient de points noirs au dessus de la ligne latérale et sur l'opercule



●	Sous bassin Cère	Bassin Versant DORDOGNE
●	Sous bassin Maronne	
●	Sous bassin Sumène-Mars	
●	Sous bassin Rhues	Bassin Versant LOT
●	Sous bassin Truyère	
●	Sous bassin Célé	Bassin Versant ALLIER
●	Sous bassin Alagnon	

Fig. 5 : Analyse inter stations de la variation de la ponctuation

A - représentation des variables dans le plan F1F2

B - répartition des individus dans le plan F1F2, chaque cercle de couleur représente la position moyenne de l'ensemble des trente truites de la station

### **3. Echelle des stations**

Cette échelle d'analyse correspond également le plus souvent à l'échelle des cours d'eau, à l'exception de la rivière Cère sur laquelle nous avons 2 stations d'échantillonnage et de la rivière Alagnon sur laquelle nous avons 4 stations d'échantillonnage.

L'inertie de l'analyse inter rivière du jeu de données ponctuation représente 23 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

L'essentiel de l'information contenue dans cette analyse est résumé par les deux premiers axes de l'analyse (F1 : 55 % ; F2 : 28 %).

Le premier axe (F1) est ici encore un gradient de ponctuation générale, mais les variables de ponctuation rouge prennent une plus grande importance dans la construction de ce premier axe. Le deuxième axe (F2) est pratiquement maintenant un gradient de ponctuation noire avec deux composantes : une composante truites bien ponctuées de noir sous la ligne latérale (vers le haut et sur la gauche de la figure, variables PN-F, PN-D et PN-B) et une composante truites bien ponctuées de noir au dessus de la ligne latérale et sur l'opercule (vers le haut et la droite de la figure, variable PN-C, PN-A, PN-E et PN-OP) (voir fig. 5A).

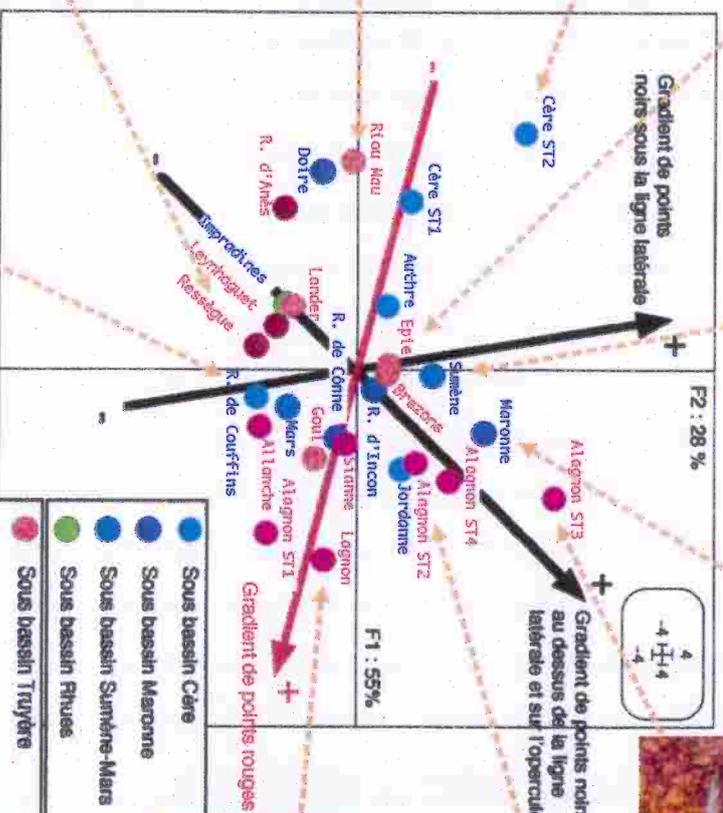
En confirmation des analyses précédentes, nous trouvons ici une opposition très nette entre les positions moyennes des truites des stations du bassin Allier-Alagnon et celles du bassin Lot (sous-bassin Célé et Truyère). Les truites des cours d'eau du bassin versant Dordogne ont des positions moyennes intermédiaires (Fig. 5B, planche photographique et Fig. 5C).

Les truites des cours d'eau du bassin-versant Allier sont fortement ponctuées de noir comme de rouge. Nous pouvons toutefois noter une différence de ponctuation sur ce bassin entre la rivière Alagnon aux truites très ponctuées de rouge et de noir et ses affluents (Sianne, Lagnon et Allanche) aux truites fortement ponctuées de rouge mais plus modérément ponctuées de noir que celles de l'Alagnon.

Les truites du sous-bassin Célé (Ruisseau d'Anès, Ressègue et Leynhaguet) sont peu ponctuées de noir comme de rouge et remarquablement homogènes entre elles en ce qui concerne la Ressègue et le Leynhaguet (Fig. 5C). Celles du sous-bassin Truyère (Riou-Mau, Lander, Epie, Brezons, Goul) sont peu à moyennement ponctuées de rouge comme de noir.

Parmi les cours d'eau appartenant au bassin versant de la Dordogne, nous pouvons noter sur la figure 5B la position particulière des truites de la Cère (Cère ST1 et ST2), très peu ponctuées de rouge et bien ponctuées de noir, notamment sous la ligne latérale.

# VARIABILITE MORPHOLOGIQUE DES TRUITES DES COURS D'EAU DU CANTAL



●	Sous bassin Cère	Bassin Versant DORDOGNE
●	Sous bassin Maronne	Bassin Versant LOT
●	Sous bassin Sumène-Mars	Bassin Versant ALLIER
●	Sous bassin Rhues	
●	Sous bassin Truyère	
●	Sous bassin Câté	
●	Sous bassin Alagnon	



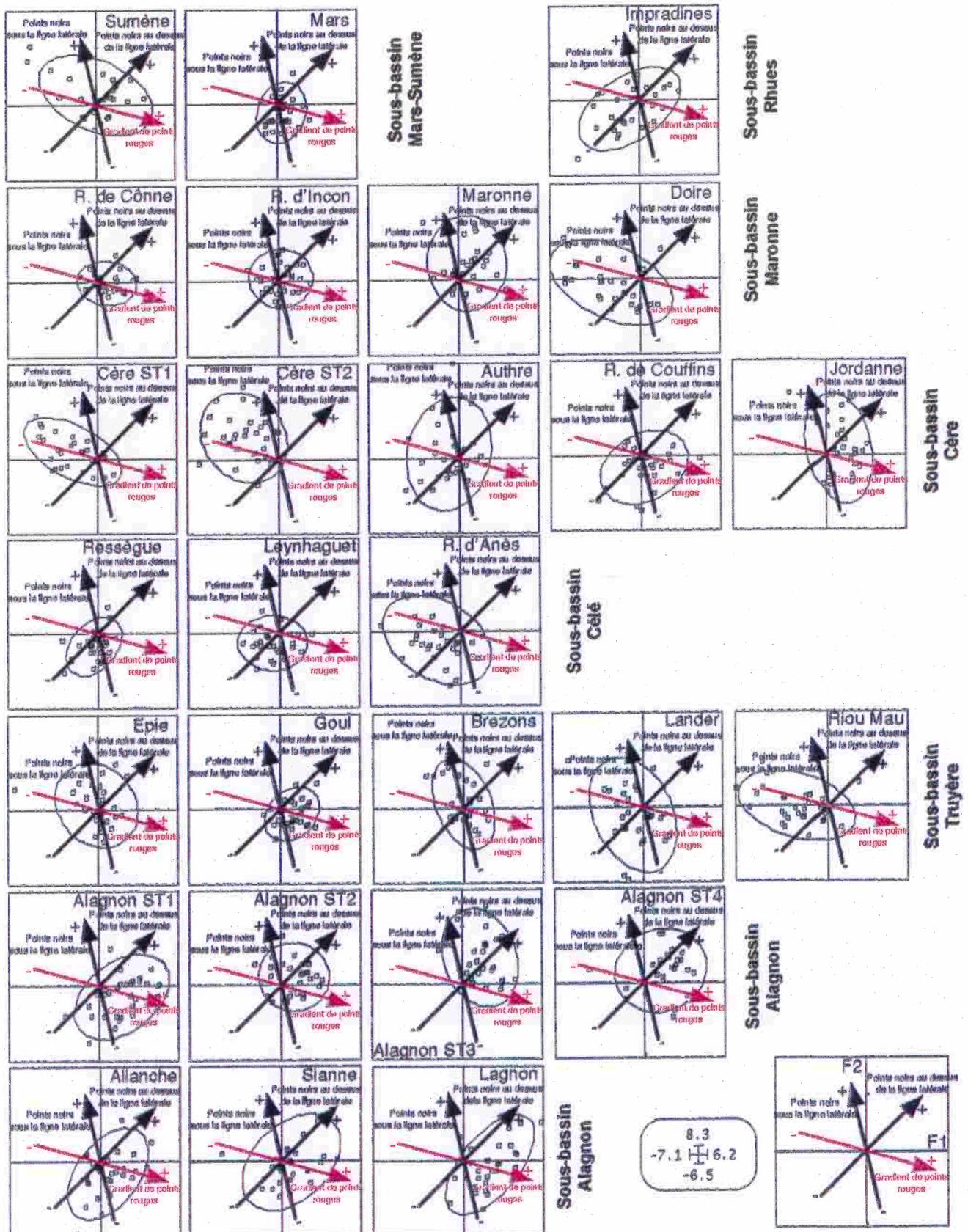


Fig. 5C: Analyse inter stations de la ponctuation.

Sur la figure 5B, toutes les stations étudiées étaient représentées sur la même figure, 1 cercle de couleur représentant la position moyenne de toutes les truites de la station. Sur cette figure 5C, nous avons en fait 27 fois la figure 1B, avec à chaque fois une seule des stations étudiées, ce qui permet de représenter chacune des truites analysées (les petits carrés) et ainsi d'avoir une image de la variabilité morphologique des truites à l'intérieur d'une même station.

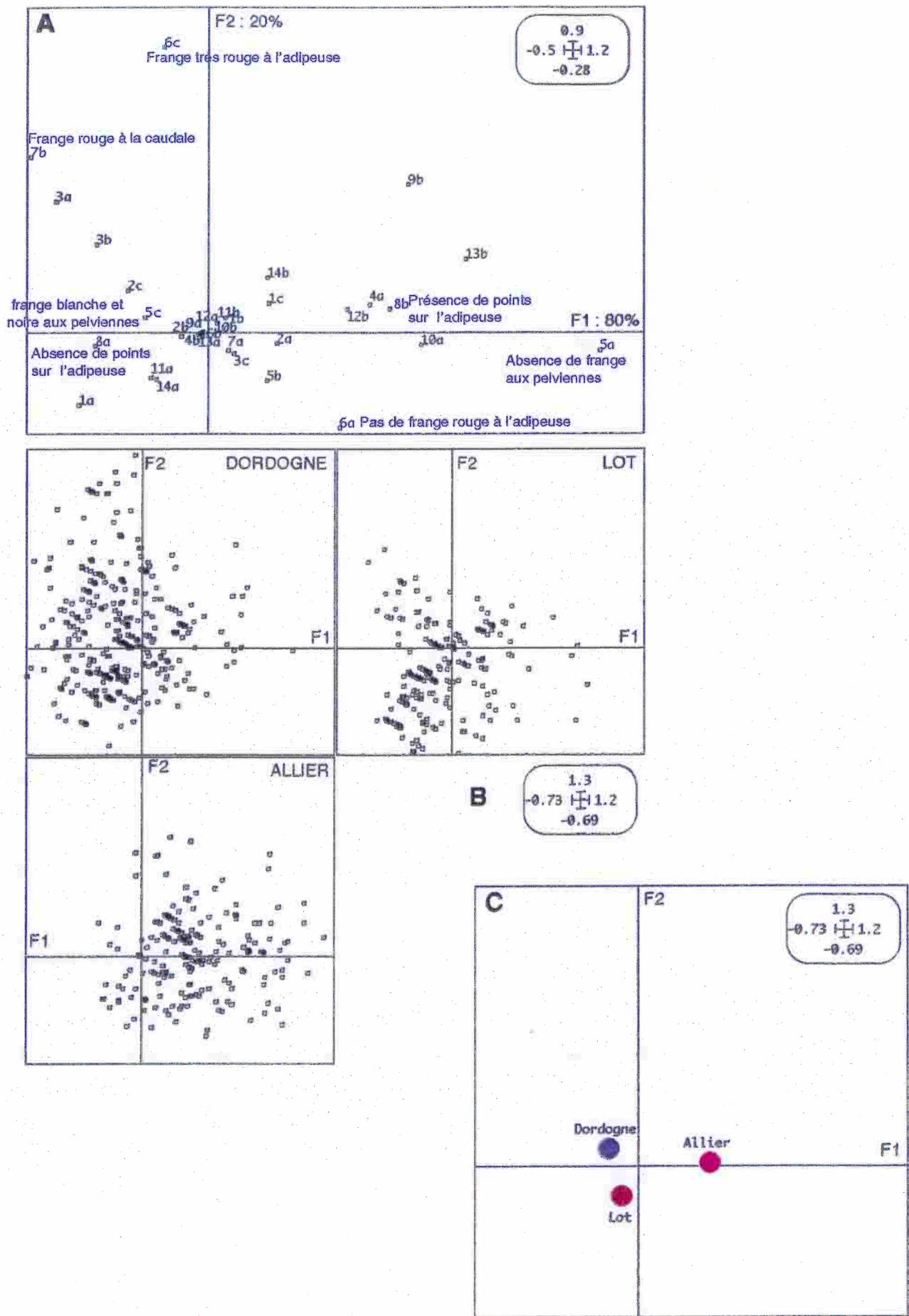


Fig. 6 : Analyse inter bassins-versants du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs:

A : représentation des variables dans le plan F1F2

B : représentation des individus dans le plan F1F2 pour chaque bassin-versant (chaque petit carré représente une truite)

C : représentation des individus dans le plan F1F2, les trois bassins-versants sont représentés sur une même figure par la moyenne des coordonnées des truites du bassin sur les axes F1F2 de cette analyse.

## **B. Caractères ornementaux qualitatifs**

### **1. Echelle des bassins versants**

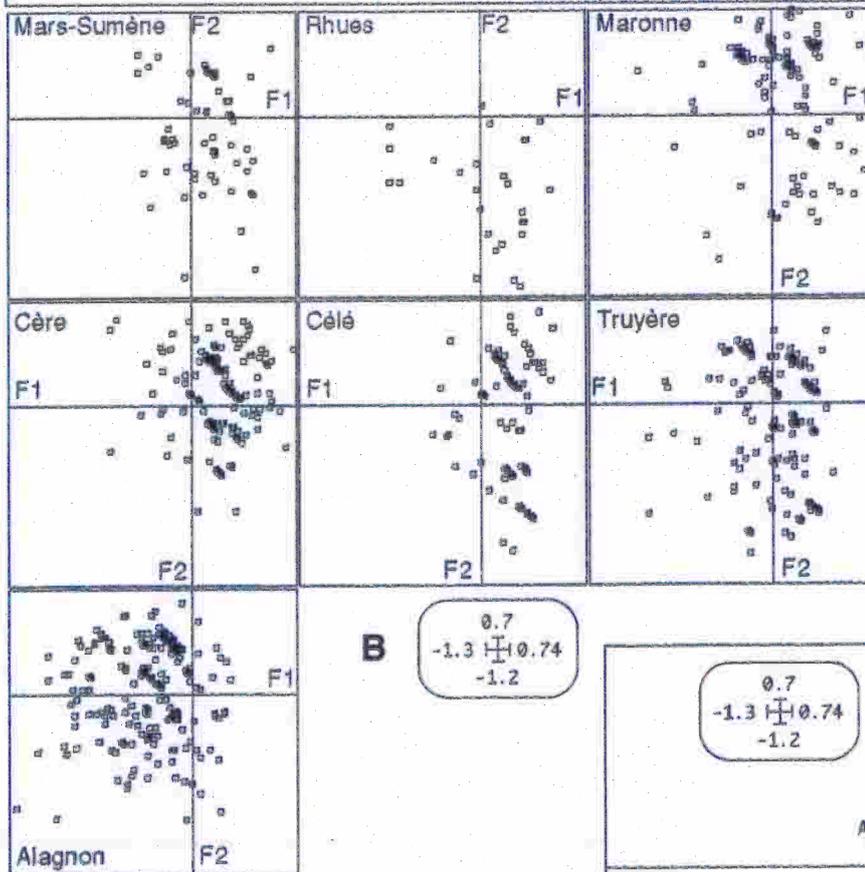
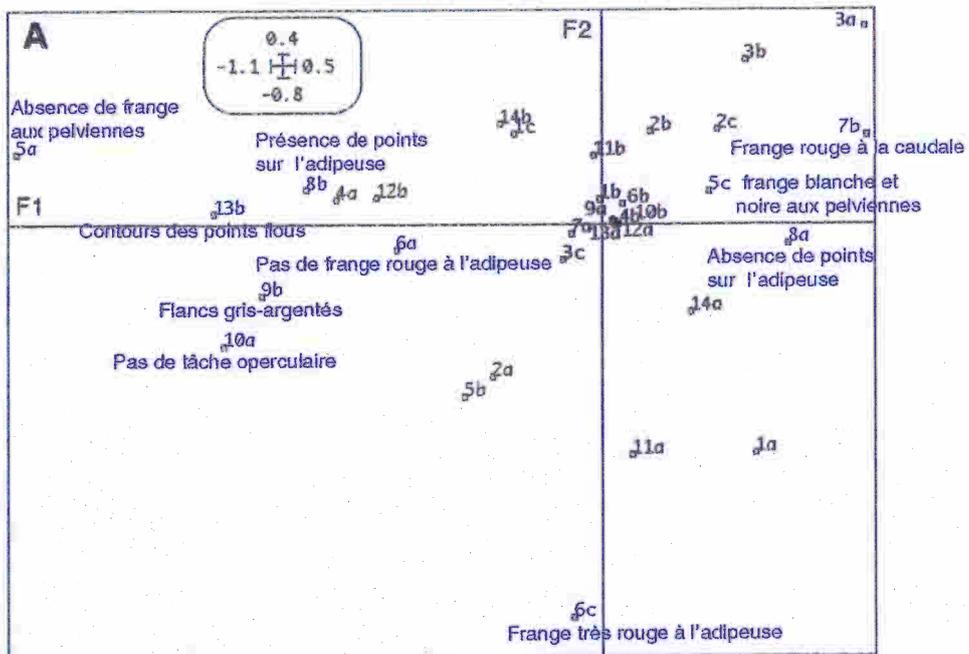
L'inertie de l'analyse inter bassin-versant du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs représente 3.3 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

Toute l'information de cette analyse est synthétisée sur les deux axes (F1 : 80 % ; F2 : 20 %).

L'axe F1 est formé essentiellement par les variables 5 et 8, c'est à dire la présence ou l'absence aux nageoires pelviennes de liseré blanc et noir ainsi que la présence ou l'absence de points sur l'adipeuse. L'axe F2 est formé essentiellement par les variables 6 et 7, c'est à dire par la présence ou l'absence aux nageoires caudale et adipeuse d'une frange rouge à très rouge (Fig. 6A).

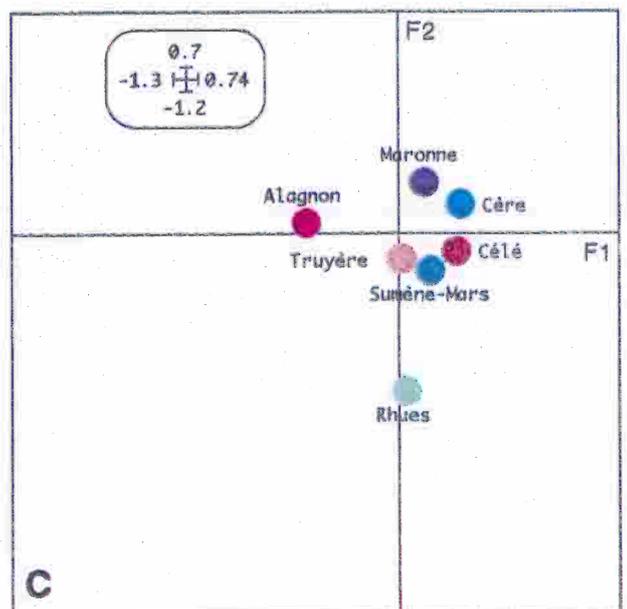
Le long de l'axe F1, on retrouve une opposition nette entre les truites du bassin-versant Allier et celles des bassins-versants Lot et Dordogne. Les truites de l'Allier sont assez fréquemment dépourvues de frange blanche et noire aux nageoires pelviennes mais possèdent par contre souvent des points sur l'adipeuse. Les truites des bassins-versants Lot et Dordogne au contraire possèdent fréquemment ces liserés blancs et noirs aux pelviennes mais moins fréquemment des points sur l'adipeuse (Fig. 6B et 6C).

Le long de l'axe F2, on peut noter une différence entre les truites du bassin-versant Dordogne, présentant fréquemment des franges rouges à très rouges au niveau des nageoires adipeuse et caudale et celles du bassin-versant Lot, présentant moins souvent ces caractères (Fig. 6B et 6C).



**B**

0.7  
-1.3 ± 0.74  
-1.2



● Sous bassin Cère	Bassin Versant DORDOGNE
● Sous bassin Maronne	
● Sous bassin Sumène-Mars	
● Sous bassin Rhues	Bassin Versant LOT
● Sous bassin Truyère	
● Sous bassin Célé	Bassin Versant ALLIER
● Sous bassin Alagnon	

Fig. 7 : Analyse inter sous-bassins du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs

A : représentation des variables dans le plan F1F2

B : représentation des individus dans le plan F1F2 pour chaque sous-bassin (chaque petit carré représente une truite)

C : représentation des individus dans le plan F1F2, les sept sous-bassins sont représentés sur une même figure par la moyenne des coordonnées des truites du sous-bassin sur les axes F1F2 de cette analyse.

## 2. Echelle des sous-bassins versants

L'inertie de l'analyse inter sous-bassin versant du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs représente 6 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

L'essentiel de l'information contenue dans cette analyse est synthétisée par les deux premiers axes (F1 : 50 % ; F2 : 22 %).

L'axe F1 est formé principalement par les variables 5, 7, 8, 9, 10 et 13, c'est à dire par la présence ou non de liserés blancs et noirs aux nageoires pelviennes, de franges rouges à la caudale, de points sur l'adipeuse, par la présence ou non de la tâche operculaire ainsi que par la couleur des flancs des poissons (brun-jaune ou gris-argenté) et la définition du contour des points (points nets ou aux contours mal définis) (voir Fig. 7A). Il faut noter ici que les critères absence de tâche operculaire, flancs argentés et contours des points mal définis sont assez caractéristiques de poissons de pisciculture qui ont tendance à smoltifier (Lascaux *et al.*, 2002).

L'axe F2 est formé essentiellement par la variable 6, c'est à dire par la présence ou non de frange rouge à l'adipeuse (Fig. 7A).

En ce qui concerne la distribution des individus dans le plan F1F2 de l'analyse, on notera en confirmation de l'analyse précédente, la distinction sur l'axe F1 des truites du sous-bassin Alagnon (Allier) par rapport aux truites des autres sous-bassins. Ces truites du sous-bassin Alagnon sont celles qui présentent le moins fréquemment de liserés blancs et noirs aux pelviennes et au contraire le plus fréquemment des points sur l'adipeuse. C'est également dans ce sous-bassin que l'on rencontre le plus de truites sans tâche operculaire, aux flancs argentés et aux contours de points peu nets donc des truites dont on peut soupçonner une origine domestique (Fig. 7B et 7C). Cela représente cependant un petit nombre de poissons sur les 811 analysés comme nous le verrons dans la suite de ce rapport.

Les truites du sous-bassin Rhue (1 seul cours d'eau, l'Impradine) se distinguent aussi des truites de l'ensemble des autres sous-bassins le long de l'axe F2 de l'analyse. Ces poissons possèdent plus fréquemment que les truites des autres sous-bassins des franges rouges marquées à l'adipeuse (Fig. 7B et 7C).

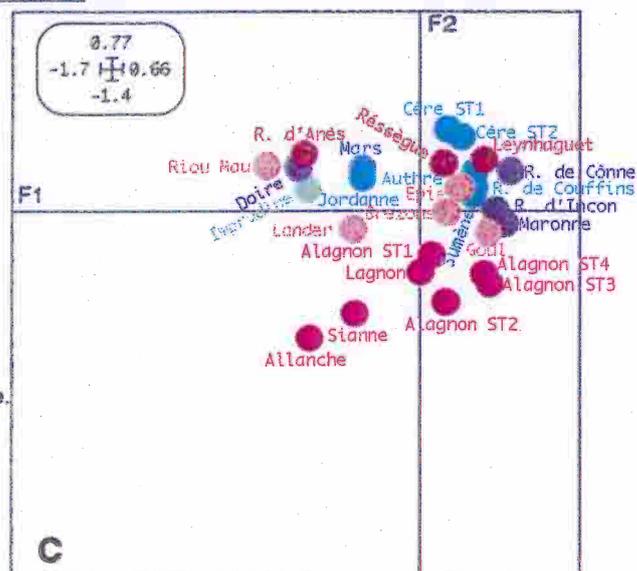
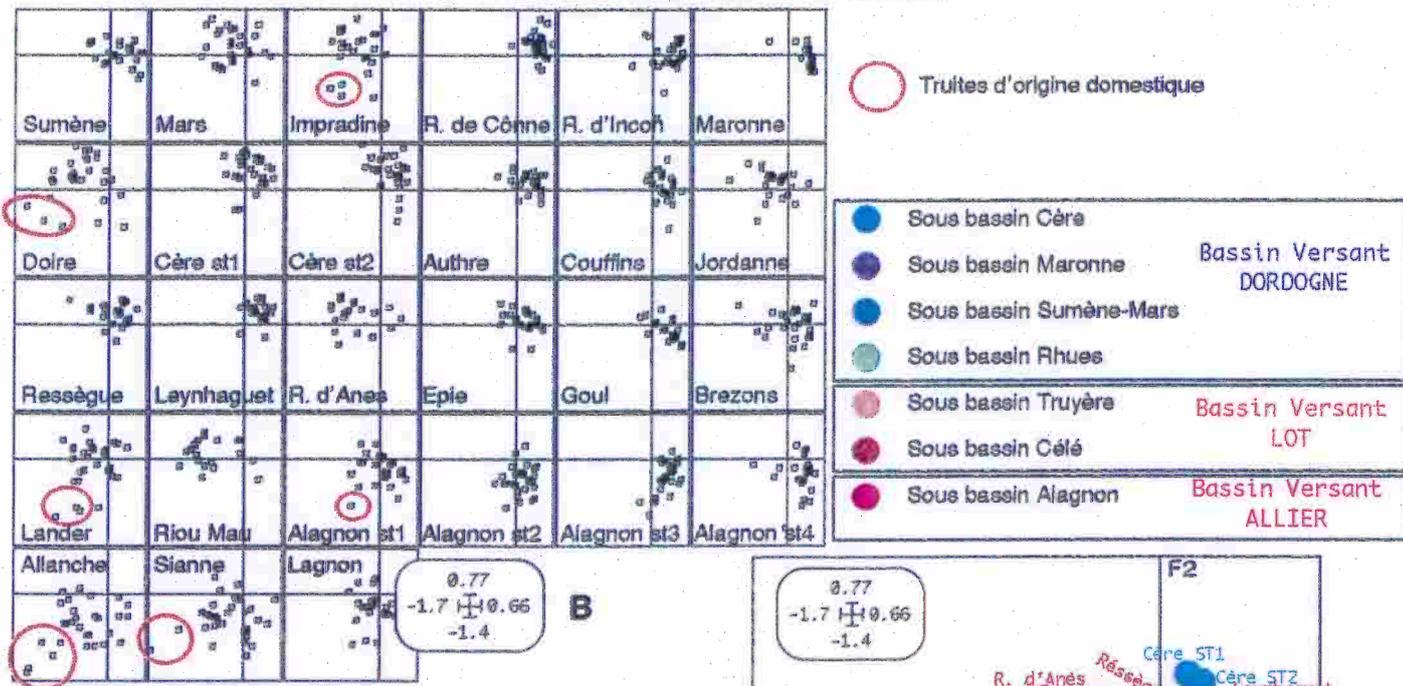
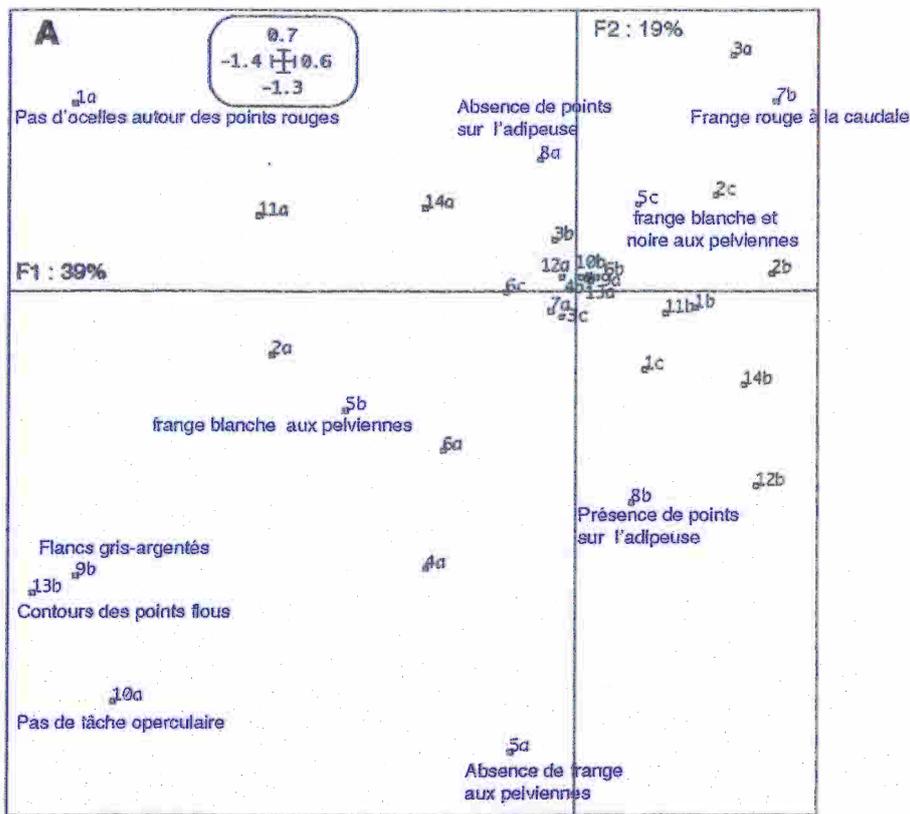


Fig. 8 : Analyse inter rivières (stations) du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs  
 A : représentation des variables dans le plan F1F2  
 B : représentation des individus dans le plan F1F2 pour chaque rivière (chaque petit carré représente une truite)  
 C : représentation des individus dans le plan F1F2, les vingt-sept stations sont représentées sur une même figure par la moyenne des coordonnées des truites de la station sur les axes F1F2 de cette analyse.

### 3. Echelle des stations

L'inertie de l'analyse inter rivière du jeu de données caractères ornementaux qualitatifs représente 18.4 % de l'inertie globale du jeu de données. Ceci est hautement significatif (test par permutations  $p < 0.001$ ).

L'essentiel de l'information contenue dans cette analyse est synthétisée par les deux premiers axes (F1 : 39 % ; F2 : 19 %).

L'axe F1 est formé principalement par les variables 1, 7, 9, 10 et 13, c'est à dire par la présence ou non d'ocelles autour des points rouges, de franges rouges à la caudale, par la présence ou non de la tâche operculaire ainsi que par la couleur des flancs des poissons (brun-jaune ou gris-argenté) et par la définition du contour des points (points nets ou aux contours mal définis) (Fig. 8A).

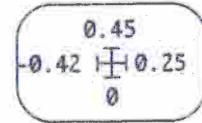
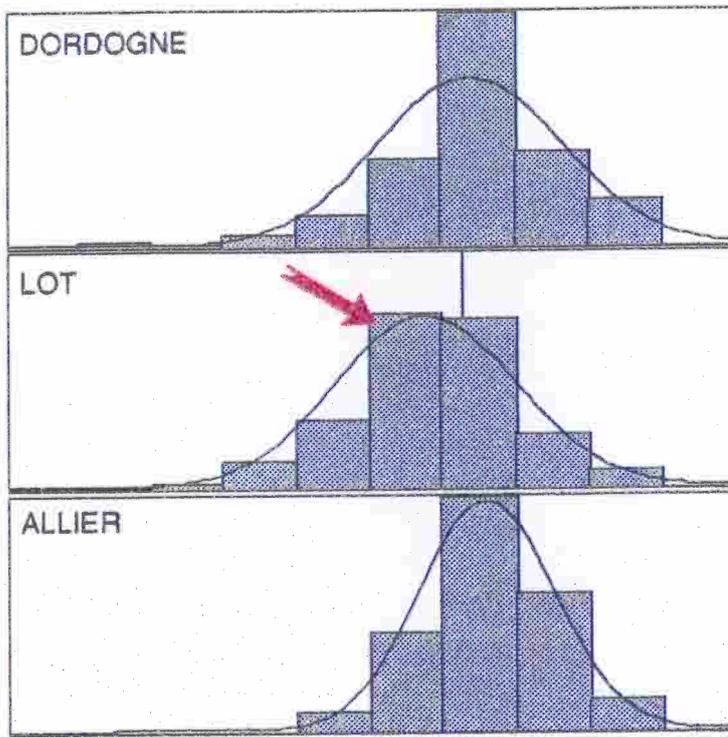
L'axe F2 est formé essentiellement par la variable 5, 8, 9, 10 et 13, c'est à dire par la présence ou non de liserés blanc et noir aux nageoires pelviennes, de points sur l'adipeuse, par la présence ou non de la tâche operculaire ainsi que par la couleur des flancs des poissons (brun-jaune ou gris-argenté) et par la définition du contour des points (points nets ou aux contours mal définis) (Fig. 8A).

On notera ici encore la séparation nette entre les truites du bassin-versant de l'Allier (en rose sur la Fig. 8C) et les truites des autres bassins.

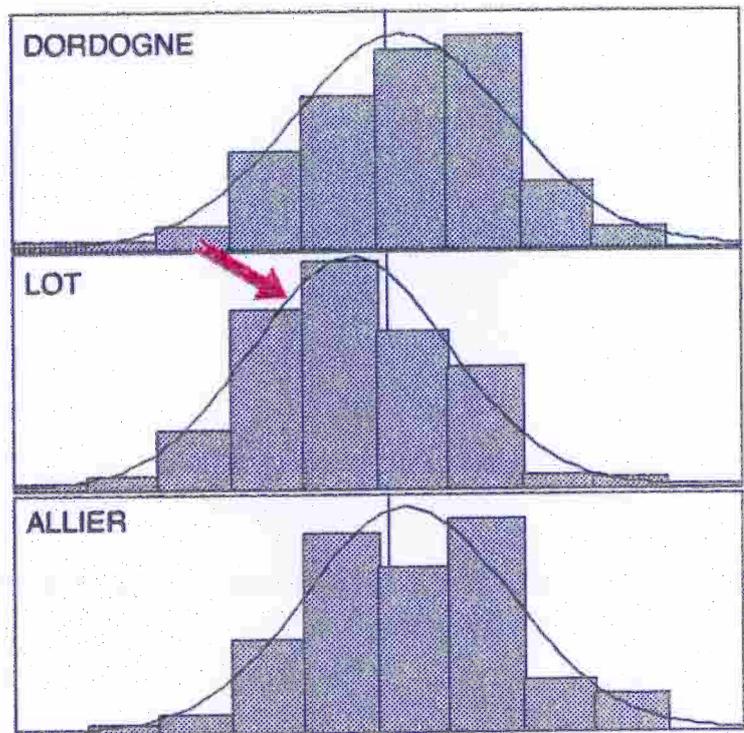
Le plan F1F2 isole en fait dans son quart inférieur gauche les poissons qui présentent des critères ornementaux qualitatifs proches de poissons domestiques (qui ont une forte tendance à la smoltification), à savoir une absence de tâche operculaire, des flancs argentés et des points aux contours mal définis (Fig. 8B). Ce sont 3 poissons de l'Impradine, 3 poissons de la Doire, 3 poissons du Lander, 1 de l'Alagnon St1, 5 poissons de l'Allanche et 2 de la Sianne. Ces 17 truites (sur 811) ont donc très probablement une origine domestique récente<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> A ces quelques truites très typées « domestiques », il faut ajouter quelques autres poissons présentant des caractères domestiques moins nets mais qui laissent tout de même supposer que ce ne sont pas des poissons « sauvages ». Le diagnostic, qualitatif, sur le nombre de poissons domestiques dans la population étudiée est fait station par station dans les fiches descriptives de chaque population de truite annexées à ce rapport.



**A**



**B**

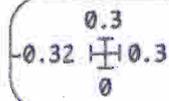


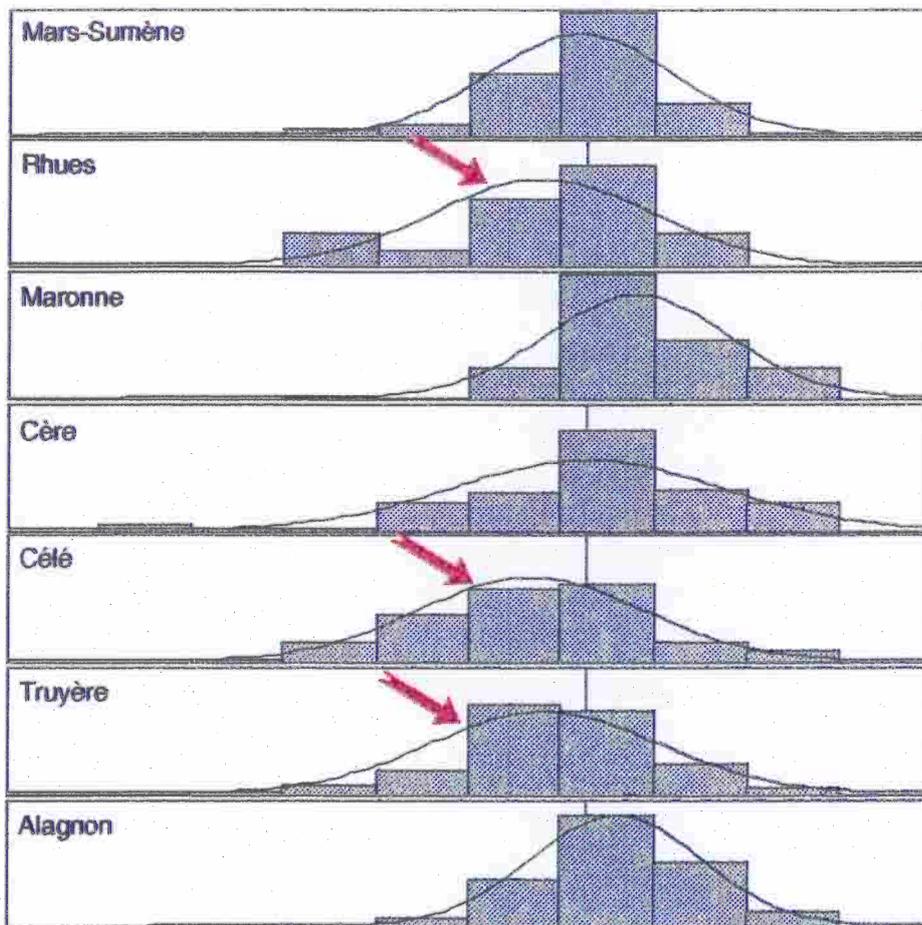
Fig. 9 : Analyse de la variation de la taille des points en fonction des bassins-versants  
 Distribution des résidus de la régression taille des points - taille des poissons  
 Vers la gauche des figures, on trouve exprimé en pourcentage les poissons à points plus petits que la moyenne; au centre des figures, les poissons à points moyens et à droite des figures, les poissons à points plus gros que la moyenne.  
 A : taille des points rouges  
 B : taille des points noirs

## **C. Taille des points**

### **1. Echelle des bassins versants**

La variation de la taille des points est très significative à l'échelle des bassins versants (ANOVA1,  $p < 0.001$ ).

Les truites du bassin versant Lot possèdent de plus petits points rouges ainsi que des plus petits points noirs par rapport aux truites du bassin versant Dordogne et par rapport à celles du bassin versant Allier (fig. 9A et 9B).



0.5  
-0.42 | 0.25  
0

**A**

**B**

0.48  
-0.32 | 0.3  
0

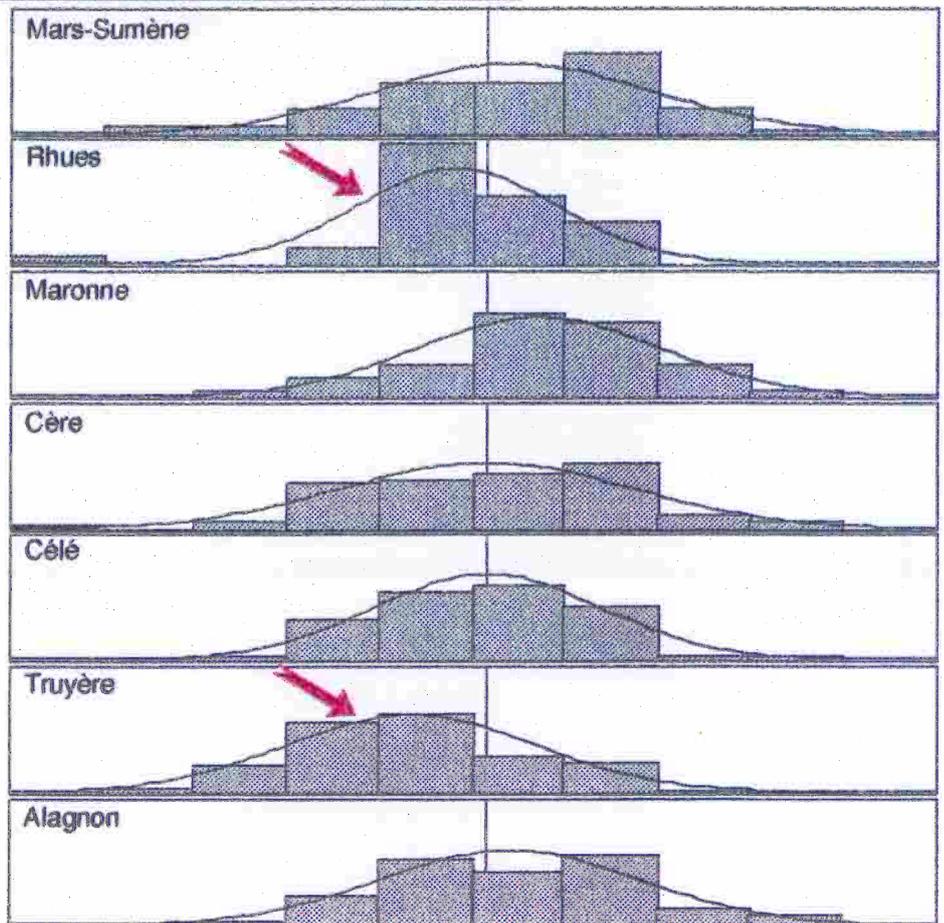


Fig. 10 : Analyse de la variation de la taille des points en fonction des sous-bassins

Distribution des résidus de la régression taille des points - taille des poissons

Vers la gauche des figures, on trouve exprimé en pourcentage les poissons à points plus petits que la moyenne; au centre des figures, les poissons à points moyens et à droite des figures, les poissons à points plus gros que la moyenne.

A : taille des points rouges

B : taille des points noirs

## **2. Echelle des sous-bassins versants**

La variation de la taille des points est très significative à l'échelle des sous-bassins versants (ANOVA1,  $p < 0.001$ ).

En ce qui concerne la ponctuation rouge, on pourra noter, par rapport à l'analyse précédente, l'originalité, à l'intérieur du bassin Dordogne, des truites du sous-bassin Rhues (Impradine) à petits points rouges se rapprochant des truites du bassin-versant Lot (sous-bassin Célé et Truyère, Fig. 10A).

Pour le diamètre des points noirs, on notera, une fois encore, à l'intérieur du bassin Dordogne, l'originalité des truites de l'Impradine aux points noirs plus petits. On notera également, dans le bassin du Lot cette fois que les truites du sous bassin Truyère ont des points noirs plus petits que les truites du sous bassin Célé (Fig. 10B).

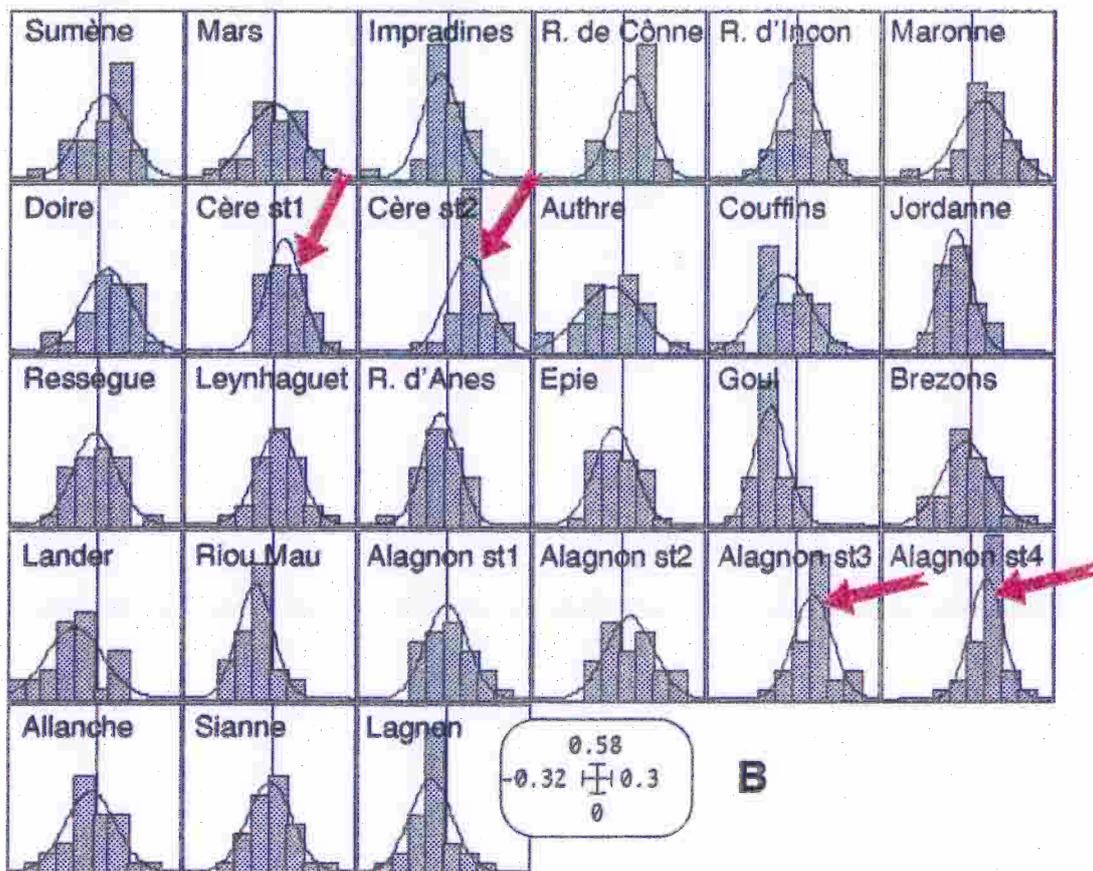
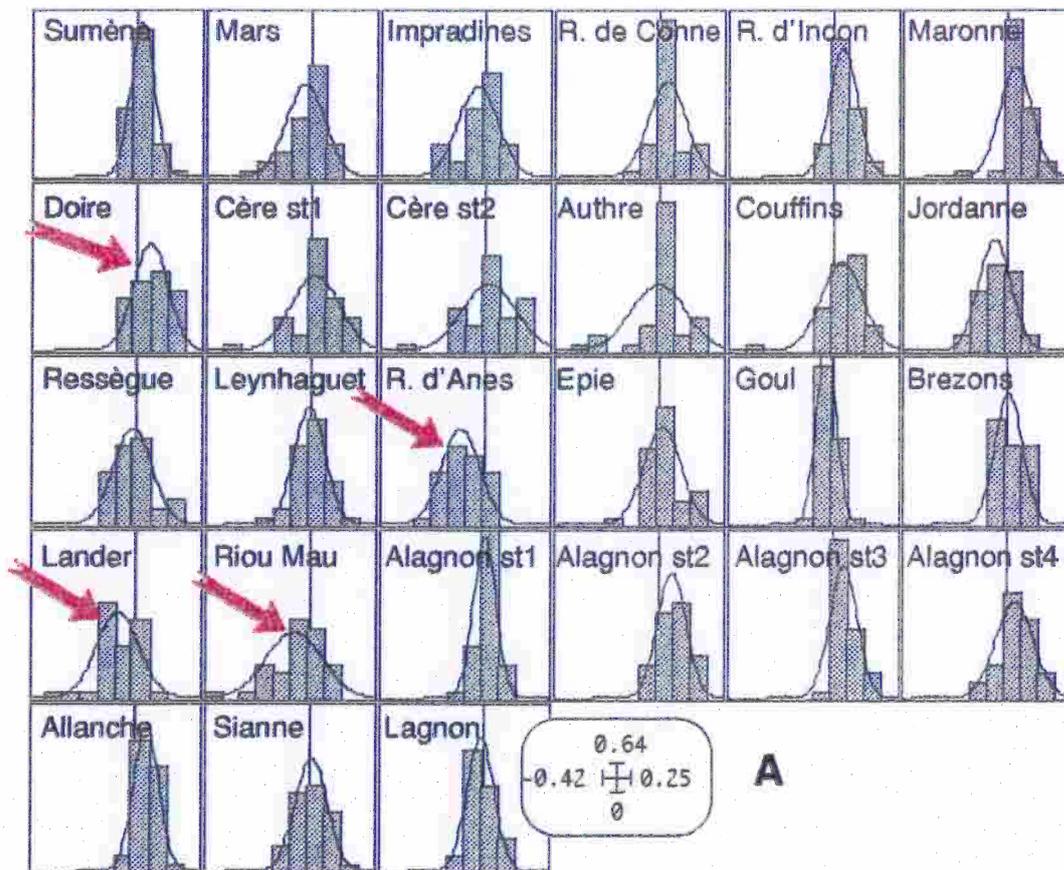


Fig. 11 : Analyse de la variation de la taille des points en fonction des rivières (stations)

Distribution des résidus de la régression taille des points - taille des poissons

Vers la gauche des figures, on trouve exprimé en pourcentage les poissons à points plus petits que la moyenne; au centre des figures, les poissons à points moyens et à droite des figures, les poissons à points plus gros que la moyenne.

A : taille des points rouges

B : taille des points noirs

### **3. Echelle des stations**

La variation de la taille des points est très significative à l'échelle des rivières (ANOVA1,  $p < 0.001$ ).

#### ▪ Taille des points rouges (fig. 11A)

Par rapport aux analyses précédentes, on notera sur le sous bassin Maronne, l'originalité des truites de la Doire aux gros points rouges (par rapport aux autres stations de ce sous bassin à savoir ruisseau d'Incon, ruisseau de Cône et Maronne).

Sur le sous bassin Cère, on peut signaler les truites de la Jordanne aux points rouges légèrement plus petits que sur les autres stations (Cère St1, Cère St2, Authre et Couffins).

Sur le sous bassin Célé, les truites du ruisseau d'Anès présentent des points rouges plus petits que celles de la Ressègue et celles du Leynhaguet. Pour le sous bassins Truyère, les truites de Lander et du Riou Mau présentent des points rouges de plus petite taille encore que les truites de l'Épie, du Goul ou du Brezons.

Sur le sous bassin Alagnon, les truites sont homogènes quant à la taille des points rouges (de taille moyenne).

#### ▪ Taille des points noirs (fig. 11B)

On n'observe pas, en ce qui concerne la taille des points noirs, de distinction nette entre les truites des rivières des sous bassins Mars-Sumène et Maronne. En revanche sur le sous bassin Cère, les truites de la rivière principale, à savoir la Cère, présentent des points noirs de grande taille alors qu'au contraire sur les affluents de la Cère (Authre, Couffins, Jordanne), les truites possèdent plutôt des points noirs de taille inférieure à la moyenne.

Sur le sous bassin Célé, il n'y a pas de distinction nette entre les truites des différentes stations (points moyens à petits), ni sur le sous bassins Truyère (où toutes les truites possèdent des points noirs de relativement petite taille).

Sur le bassin de l'Alagnon, on retrouve en ce qui concerne la taille des points noirs le même schéma que sur la Cère avec une rivière principale (l'Alagnon) aux truites à points noirs d'assez grande taille et des affluents (Allanche, Sianne et Lagnon) aux truites à plus petits points noirs.

## IV. SYNTHÈSE-DISCUSSION

La variabilité de la morphologie des truites des cours d'eau du département du Cantal que nous avons analysé s'organise essentiellement suivant une logique naturelle. Les résultats obtenus par Lascaux *et al.* (2000) sont confirmés et précisés.

### A. Variation morphologique des truites du Cantal : une logique géographique

La ponctuation des truites et leurs caractères ornementaux varient de manière très significative en fonction des trois échelles d'espace géographique que nous avons testé [bassin-versant, sous-bassin et rivière (station)], avec deux niveaux clés : le bassin-versant et le sous-bassin.

A la suite de ces analyses, nous pouvons ainsi reconnaître deux morphotypes très différents de truites sauvages dans les cours d'eau du Cantal. Le premier morphotype est constitué par les truites vivant dans les affluents du Célé dans la région de Maurs : c'est le morphotype « Célé ». Le deuxième morphotype est constitué par les truites vivant dans l'Alagnon et ses affluents en amont de Massiac : c'est le morphotype « Alagnon ».

#### 1. Le morphotype « Célé »

Les truites du bassin du Célé sont **peu ponctuées de petits points rouges et de points noirs petits à moyens**. Elles présentent pratiquement toujours un liseré blanc et noir aux nageoires dorsale, anale et pelviennes. L'adipéuse est très fréquemment (9 fois sur 10) bordée de rouge et la tâche operculaire est toujours présente. Ces truites possèdent rarement une frange rouge à la caudale (2 fois sur 10) et des points sur l'adipéuse (1 fois sur 10).

#### 2. Le morphotype « Alagnon »

Les truites du bassin de l'Alagnon sont **fortement ponctuées de points noirs et rouges de taille moyenne**<sup>4</sup>. Elles présentent pratiquement toujours un liseré blanc et noir aux nageoires

---

<sup>4</sup> En ce qui concerne la taille des points, nous pouvons garder en mémoire sur ce bassin que les truites de la rivière principale, l'Alagnon, ont des points noirs plus gros que les truites des affluents.

dorsale et anale. Par contre, **cette frange blanche et noire est relativement moins fréquente aux pelviennes (1 fois sur 2). L'adipeuse est très fréquemment bordée de rouge (8 fois sur 10). Elle est fréquemment ponctuée (1 fois sur 2).** La tâche operculaire est presque toujours présente. Ces truites de l'Alagnon présentent enfin quelquefois des tâches sur la caudale (2 fois sur 10).

Les truites du bassin de la Truyère et celles du bassin de la Dordogne présentent des morphologies intermédiaires entre le morphotype « Célé » et le morphotype « Alagnon ». Elles sont donc morphologiquement relativement proches les unes des autres mais un certain nombre de critères permettent tout de même de les différencier. Ces critères s'organisent également selon une logique géographique.

### **3. Les truites du bassin Truyère**

Elles sont **peu à moyennement ponctuées de petits points noirs et rouges.** Les critères qualitatifs qu'elles présentent sont classiques, frange blanche et noire très fréquente à l'anale et à la dorsale, fréquente aux pelviennes (7 fois sur 10), frange rouge quasiment constante à l'adipeuse (9 fois sur 10) et tâche operculaire constante. Elles présentent aussi quelquefois des tâches sur la caudale (1 fois sur 10), ainsi que des points sur l'adipeuse (3 fois sur 10).

### **4. Les truites du bassin Dordogne**

Elles sont **dans l'ensemble moyennement ponctuées de points noirs comme de points rouges.** On distinguera cependant une **tendance sous-bassin Cère**, avec des truites plutôt moins ponctuées de rouge et plus ponctuées de noir sous la ligne latérale, et **une tendance sous-bassin Maronne**, avec des truites un peu plus ponctuées de rouge et plus ponctuées de noir au dessus de la ligne latérale. Les points des truites de bassin Dordogne sont de taille moyenne à l'exception des truites à gros points rouges de la Doire et celles à gros points noirs de la Cère. Les critères qualitatifs sont chez ces truites encore assez classiques, c'est à dire des franges blanches et noires très fréquentes à l'anale, à la dorsale et aux pelviennes (8 fois sur 10), frange rouge quasiment constante à l'adipeuse (9 fois sur 10) et tâche operculaire constante. On notera toutefois chez ces poissons la présence de tâches sur la caudale (1 fois



Truites du bassin Dordogne



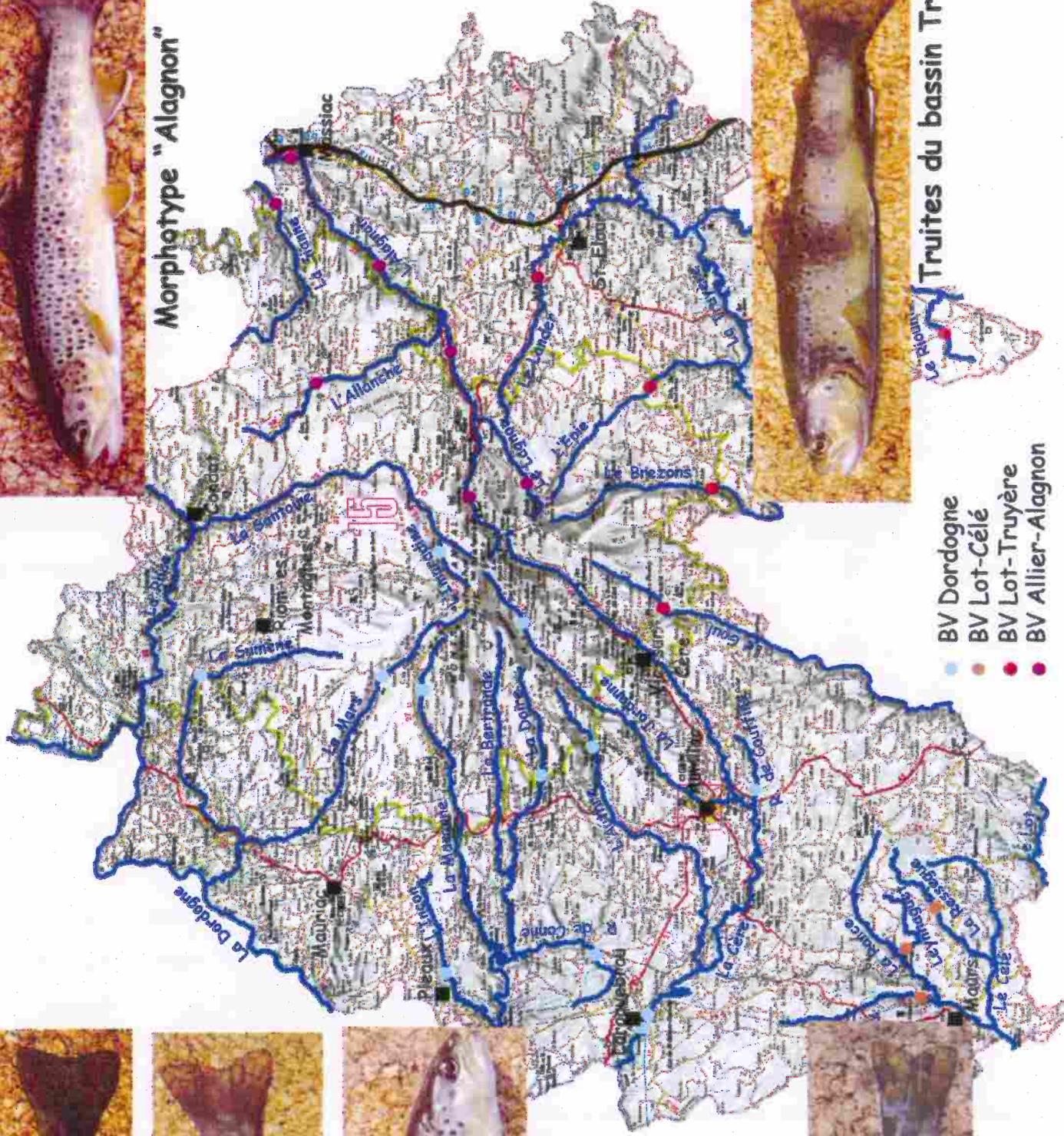
Morphotype "Célé"



Morphotype "Alagnon"



Truites du bassin Truyè



- BV Dordogne
- BV Lot-Célé
- BV Lot-Truyère
- BV Allier-Alagnon

sur 10), de points sur l'adipeuse (3 fois sur 10), ainsi que la présence d'une frange rouge à la caudale (3 fois sur 10).

Les truites de l'Impradine (sous-bassin Rhues) ont montré une originalité (pour des truites du bassin Dordogne) dans toutes les analyses que nous avons effectuées (ponctuation, caractères ornementaux, taille des points). Cependant, d'autres échantillons du bassin des Rhues seront toutefois nécessaires avant de pouvoir conclure à une forme morphologique de truite sur ce sous-bassin.

Maintenant que nous avons examiné les variations d'origine naturelle de la morphologie des truites du Cantal, que doit-on penser de l'influence des déversements de poissons domestiques, effectués afin de soutenir l'activité halieutique, sur ces populations de truites?

## **B. Impacts des repeuplements sur les populations de truites sauvages**

### Variabilité morphologique : la différence truite sauvage – truite domestique

Dans des ruisseaux de tête de bassin versant, la circulation des poissons n'est pas aisée, les affluents sont peu nombreux, les contraintes du milieu sont fortes et identiques pour tout le stock de reproducteur de la population de truite, par ailleurs de taille relativement réduite.

On imagine assez bien que ces conditions puissent conduire à une certaine homogénéité de la population de truites, homogénéité qui s'exprimera également sur la morphologie des poissons et dans le cas qui nous intéresse notamment sur la ponctuation. Au fur et à mesure que l'on va descendre dans la vallée et que le cours d'eau va s'élargir, devenir moins pentu, recevoir des affluents, il est raisonnable de penser que la diversité de la population de truites va grandir (augmentation de la taille du milieu, déplacements plus faciles).

En pisciculture, la situation est très différente. Au moment de la reproduction, **artificielle**, le mélange entre poissons d'origines diverses est intense et en tout état de cause, beaucoup plus important que celui qui pourrait avoir lieu dans un petit cours d'eau du haut bassin de la Dordogne ou de la Truyère.

En conséquence de quoi, on a des poissons domestiques très hétérogènes entre eux mais très homogènes d'une pisciculture à l'autre puisque les pratiques sont à peu près les mêmes et les échanges de poissons fréquents.

Par contre dans le milieu naturel, on aura plutôt tendance à avoir des poissons qui se ressemblent au sein d'une même population et qui, par contre, diffèrent assez nettement des poissons de la rivière voisine.

Au cours des alevinages, on va mettre nos poissons domestiques très différents de l'un à l'autre dans le milieu naturel, dans des ruisseaux de montagne où les truites sauvages se ressemblent beaucoup entre elles pour un même cours d'eau. On va ainsi augmenter artificiellement la diversité de la population de truite. Appliqué à la morphologie des poissons, on peut donc s'attendre à une augmentation de la variabilité de la ponctuation par apport de poissons domestiques.

Les repeuplements ont été effectués jusqu'à présent sur tous les types de cours d'eau, sans tenir compte des différences de bassins-versants. S'ils avaient été efficaces, nous devrions avoir des populations de truites homogènes entre-elles, quelle que soit la situation géographique, et très variables à l'intérieur de la population (variabilité inter-population faible et variabilité intra-population forte). Or, nous sommes très précisément dans le cas contraire, avec en ce qui concerne la ponctuation une variabilité intra-population très faible pour certains cours d'eau (Leynhaguet, Ressègue, Goul, Brezons, Alagnon St2, Mars, ruisseau de Cône et ruisseau d'Incon, revoir fig. 5C) et une variabilité inter-population qui répond très clairement à la logique des bassins-versants.

**Les déversements de poissons domestiques récents (nous avons pu repérer seulement 17 poissons sur 811 qui provenaient de pisciculture) et plus anciens ont eu, selon toutes vraisemblances, peu d'influence sur les populations de truites analysées dans cette étude. Ces truites sont donc, pour l'essentiel, des truites sauvages qui ont évolué naturellement dans les cours d'eau cantalous depuis au moins 10 000 ans (fin de la dernière glaciation).**

## V. CONCLUSIONS

Au terme de cette analyse de la variabilité de la ponctuation et des caractères ornementaux des truites peuplant les cours d'eau du Cantal, nous avons pu identifier quatre groupes morphologiques de truites correspondant à de grands ensembles géographiques : les truites des affluents du Célé, les truites des affluents de la Truyère, les truites des affluents de la Dordogne (avec une tendance morphologique Cère et une autre Maronne) et enfin les truites de l'Alagnon et de ses affluents. Deux de ces groupes sont très originaux et très différents l'un de l'autre (morphotype « Célé » et morphotype « Alagnon »).

**D'origine naturelle, cette diversité des populations de truites du Cantal constitue un patrimoine biologique inestimable. La seule solution pour la préserver consiste à protéger des agressions les milieux qui fonctionnent bien et à restaurer ceux qui peuvent l'être, ce qui nécessitera souvent de la part des gestionnaires, des actions et des interventions à une échelle globale (et non plus à une échelle locale).**

**Maintenant clairement identifié, le « patrimoine truite » du Cantal pourra être mieux protégé et mis en valeur par les gestionnaires de ces cours d'eau et particulièrement par les représentants des pêcheurs.**

## VI. BIBLIOGRAPHIE

- Alm, G.** (1948). Influence of heredity and environment on various forms of Trout. *Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, **29**, 29-34.
- Berrebi, P.** (1997). Biodiversité génétique des truites fario des bassins de l'Adour, la Nivelle et l'Untxin ; marqueurs allozymiques. Rapport de janvier 1997, Université Montpellier II, Montpellier, 27 p.
- Blanc, J. M., Chevassus, B. et Krieg, F.** (1994). Inheritance of the number of red spots on the skin of the brown trout. *Aquat. Living Resour.*, **7**, 133-136.
- Blanc, J. M., Poisson, H. et Vibert, R.** (1982). Variabilité génétique de la ponctuation noire sur la truitelle fario (*Salmo trutta* L.). *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **14**, (2), 225-236.
- Dolédéc, S. et Chessel, D.** (1987). Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique. I. Description d'un plan d'observation complet par projection de variables. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, **8**, 3, 403-426.
- Dolédéc, S. et Chessel, D.** (1989). Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique. II. Prise en compte et élimination d'effets dans un tableau faunistique. *Acta Oecologica, Oecol. Gener.*, **10**, 3, 207-232.
- Hotelling, H.** (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, **24**, 417-441, 498-520.
- Lascaux, J.M.** (1996). Analyse de la variabilité morphologique de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans les cours d'eau du bassin pyrénéen méditerranéen. Thèse de doctorat de l'INP/ENSA Toulouse.
- Lascaux, J.M.** (1999). Analyse du phénotype de trois souches de truites issues de géniteurs sauvages et conservées à la pisciculture de Thiézac (Cantal). Rapport E.CO.G.E.A., 15 p + annexes.
- Lascaux, J.M., Lagarrigue, T. et Firmignac, F.** (2000). Analyse de la variabilité morphologique de la truite commune dans les cours d'eau du Cantal. Rapport E.CO.G.E.A., 25 p + annexes.
- Lascaux, J.M., Lagarrigue, T., Delacoste, M., Abad, N. et Firmignac, F.** (2002). Etude des populations de truites communes des cours d'eau de haute montagne du département des Hautes-Pyrénées. Analyse de leur variabilité morphologique. Rapport E.CO.G.E.A., 41p.
- Richard, A.** (1998). Gestion piscicole, interventions sur les populations de poissons, repeuplement des cours d'eau salmonicoles. Collection Mise au point, Conseil Supérieur de la Pêche.
- Skaala, Ø. et Jorstad, K. E.** (1987). Fine-spotted brown trout (*Salmo trutta*): its phenotypic description and biochemical genetic variation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 1775-1779.

- Skaala, Ø. et Jorstad, K. E.** (1988). Inheritance of the fine-spotted pigmentation pattern of brown trout. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **35**, 295-304.
- Tenenhaus, M. et Young, F. W.** (1985). An analysis and synthesis of multiple correspondence analysis, optimal scaling, dual scaling, homogeneity analysis and other methods for quantifying categorical multivariate data. *Psychometrika*, **50** (1), 91-119.
- Thioulouse, J., Dolédec, S., Chessel, D. et Olivier, J.M.** (1994). ADE Software : multivariate analysis and graphical display of environmental data. In : *Software per l'ambiente*. (Guariso, G. et Rizzoli, A., Eds).pp. 57-62, Patron Editore, Bologna.
- Yoccoz, N. G. et Chessel, D.** (1988). Ordination sous contraintes de relevés d'avifaune : éliminations d'effets dans un plan d'observations à deux facteurs. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **t 307, série III**, 189-194.