

TD avec le logiciel  - Fiche 6.6

# Avifaune de Tarentaise : Introduction

## 1. Correspondances multiples et variables de milieu

Des données originales de Hubert Tournier, Université de Savoie et Philippe Lebreton, Université Lyon 1 sont disponibles dans la liste 'tarentais'e. Elles sont diffusées avec l'autorisation des auteurs. Deux ouvrages resituent la problématique de ces études et donnent des résultats essentiels :

Lebreton, Ph., Lebrun, Ph., Martinot, J.P., Miquet, A. & Tournier, H. (1999) Approche écologique de l'avifaune de la Vanoise. *Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise* : 21, 7-304.

Lebreton, Ph. & Martinot, J.P. (1998) *Oiseaux de Vanoise. Guide de l'ornithologue en montagne*. Libris, Grenoble. 1-240.

```
>data(tarentaise)
> names(tarentaise)
[1] "ecol"      "frnames" "alti"     "envir"    "traits"
```

L'objet est une liste de 5 composantes, respectivement 'ecol' (data.frame 376 relevés pour 98 espèces), 'frnames' (vecteur des 98 noms français des espèces), 'alti' (vecteur donnant l'altitude des 376 relevés), 'envir' (data.frame donnant 14 variables de l'environnement) et 'traits' (data.frame donnant 29 variables biologiques sur les 98 espèces ).

```
> mil <- tarentaise$envir
> summary(mil)
      alti      phot      roch      habi      eau      neig      pent      arbrp      arbrf
A1500 : 36      1: 44      0:208    0:305    0:281    0:303    0: 11    0:277    0:234
A2250 : 31      2: 74      1:103    1: 51     1: 95     1: 48     1: 65     1: 46     1:128
A1950 : 31      3:127     2: 38     2: 20                2: 25     2:158     2: 39     2: 14
A0750 : 31      4: 69     3: 27                3: 98     3: 14
A2400 : 30      5: 62                4: 44
A2100 : 29
(Other):188
arbup  arbuf   buip    buif    herb
0:305  0:158    0:319   0:165   0: 10
1: 71  1:148    1: 57   1:153   1: 47
      2: 70                2: 44   2:147
      3: 14    3:172

> summary(mil$alti)
A0600 A0750 A0900 A1050 A1200 A1350 A1500 A1650 A1800 A1950 A2100 A2250 A2400
  17    31    24    21    24    25    36    25    28    31    29    31    30
A2550
  24
```

*A/ les stratifications fondamentales :*

**1 l'altitude.** L'objet 'tarentaise\$alti' contient la valeur de la variable en m. On l'a partagée en 14 classes de 150 m d'amplitude (hormis la dernière) à partir de 1/]600 m, 750 m] jusqu'à 14/]2550 m, 2900 m]. On voit que l'échantillonnage est soigneusement stratifié sur cette variable.

```
> summary(tarentaise$alti)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   640   1210   1730   1710   2220   2880

> summary(tarentaise$envir$alti)
A0600 A0750 A0900 A1050 A1200 A1350 A1500 A1650 A1800 A1950 A2100 A2250 A2400 A2550
   17    31    24    21    24    25    36    25    28    31    29    31    30    24
```

**2 l'indice photique.** L'orientation est une variable d'essence qualitative à 9 modalités 1/N 2/NE, 3/E, 4/SE, 5/S, 6/SW, 7/W, 8/NW, 9/Sans (horizontal). La variable recouvre la dichotomie fondamentale Adret-Ubac. On l'utilisera sous forme de l'indice photique qui vaut 1 pour l'orientation Nord, 2 pour les orientations NW et NE, 3 pour les orientations W, E et les stations horizontales, 4 pour les orientations SW et SE et 5 pour l'orientation Sud. La stratification sur cette variable est également volontaire :

```
> summary(tarentaise$envir$phot)
  1  2  3  4  5
44 74 127 69 62
```

*B/ le paysage physique :*

```
> names(tarentaise$envir)
 [1] "alti" "phot" "roch" "habi" "eau" "neig" "pent" "arbrp" "arbrf"
[10] "arbup" "arbuf" "buiip" "buiif" "herb"
```

**3 l'abondance des rochers (0/ [0, 5%[, 1/]5%, 20%], 2/]20%, 50%], 3/]50%, 100%])**

```
> summary(tarentaise$envir$roch)
 0  1  2  3
208 103 38 27
```

**4 l'abondance des habitations (0 absent, 1, 2 maximum)**

```
> summary(tarentaise$envir$habi)
 0  1  2
305 51 20
```

**5 la présence d'eau libre (0 absent, 1 présent)**

```
> summary(tarentaise$envir$eau)
 0  1
281 95
```

**6 le recouvrement de la neige et des névés (0/ [0, 5%[, 1/]5%, 20%], 3/]20%, 100%])**

```
> summary(tarentaise$envir$neig)
 0  1  2
303 48 25
```

**7 la pente en classes ordonnées (0/ nulle, 1/]1%, 10%], 2/]10%, 30%], 3/]30%, 60%], 4/]60%, 100%])**

```
> summary(tarentaise$envir$pent)
 0  1  2  3  4
11 65 158 98 44
```

*C/ le paysage végétal :*

```
> names(tarentaise$envir)
 [1] "alti" "phot" "roch" "habi" "eau" "neig" "pent" "arbrp" "arbrf"
[10] "arbup" "arbuf" "buiip" "buiif" "herb"
```

**8 le recouvrement de la strate arborée (0 absent, 1, 2, 3 maximum) à feuillage persistant**

```
> summary(tarentaise$envir$arbrp)
 0  1  2  3
277 46 39 14
```

**9 le recouvrement de la strate arborée (0 absent, 1, 2 maximum) à feuillage décidu**

```
> summary(tarentaise$envir$arbrf)
 0  1  2
234 128 14
```

**10 le recouvrement de la strate arbustive (0 absent, 1 présent) à feuillage persistant**

```
> summary(tarentaise$envir$arbup)
 0  1
305 71
```

**11 le recouvrement de la strate arbustive (0 absent, 1, 2 maximum) à feuillage décidu**

```
> summary(tarentaise$envir$arbuf)
 0  1  2
158 148 70
```

**12 le recouvrement de la strate buissonnante (0 absent, 1 présent) à feuillage persistant**

```
> summary(tarentaise$envir$buip)
 0  1
319 57
```

**13 le recouvrement de la strate buissonnante (0 absent, 1, 2, 3 maximum) à feuillage décidu**

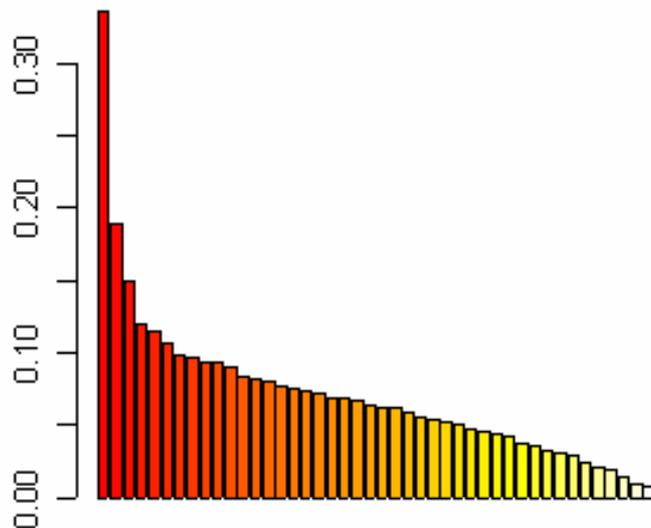
```
> summary(tarentaise$envir$buif)
 0  1  2  3
165 153 44 14
```

**14 le recouvrement de la strate herbacée (0 absent, 1, 2 maximum)**

```
> summary(tarentaise$envir$herb)
 0  1  2  3
10 47 147 172
```

Faire l'analyse des correspondances multiples de ce tableau :

```
> mca1 <- dudi.acm(mil)
[1] "Select the number of axes\n"
1: 3
```



```
> mca1
Duality diagramm
class: acm dudi
$call: dudi.acm(df = mil)

$nf: 3 axis-components saved
$rank: 44
eigen values: 0.3365 0.1895 0.1498 0.1194 0.1115 ...
  vector length mode  content
1 $cw    58      numeric column weights
2 $lw   376      numeric row weights
3 $eig   44      numeric eigen values

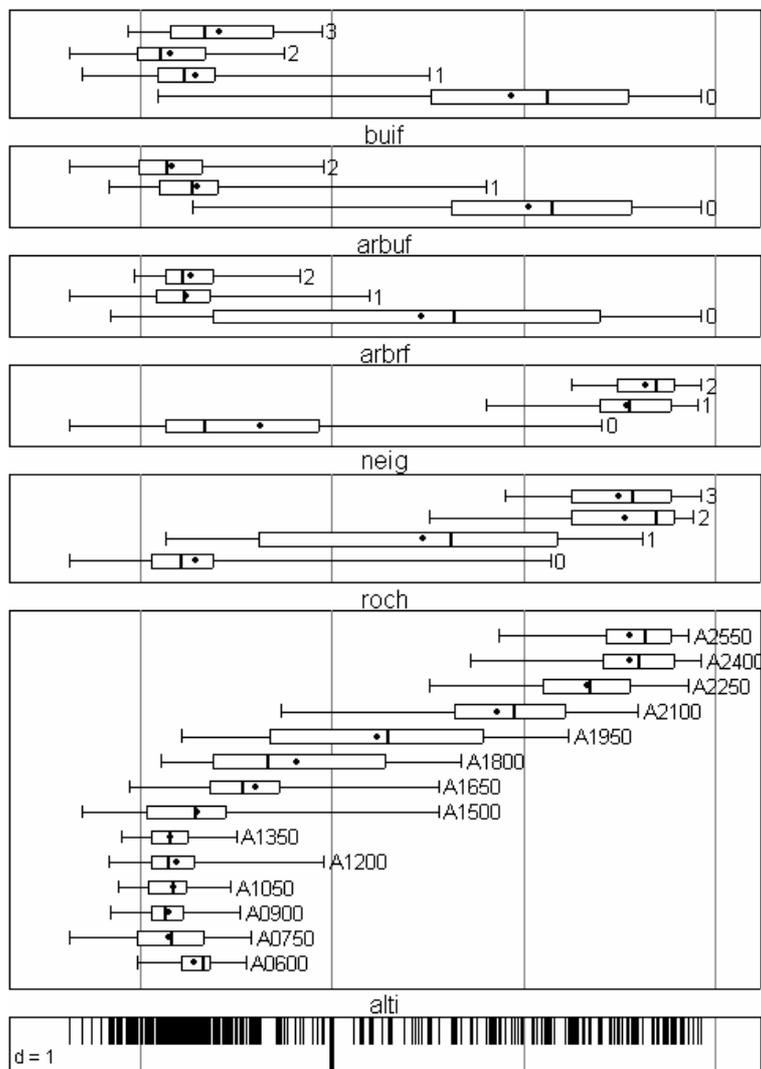
  data.frame nrow ncol content
1 $tab     376   58  modified array
2 $li      376    3   row coordinates
3 $ll      376    3   row normed scores
4 $co      58    3   column coordinates
5 $cl      58    3   column normed scores
other elements: cr
```

On regarde les rapports de corrélation :

```
> round(mca1$cr, dig=2)
      RS1 RS2 RS3
alti  0.87 0.33 0.46
phot  0.09 0.22 0.15
roch  0.74 0.01 0.39
habi  0.06 0.16 0.12
eau   0.00 0.02 0.07
neig  0.60 0.00 0.13
pent  0.11 0.24 0.05
arbrp 0.21 0.44 0.05
arbrf 0.35 0.19 0.03
arbup 0.14 0.46 0.00
arbuf 0.77 0.01 0.06
buip  0.03 0.24 0.08
buif  0.69 0.01 0.09
herb  0.04 0.32 0.41
```

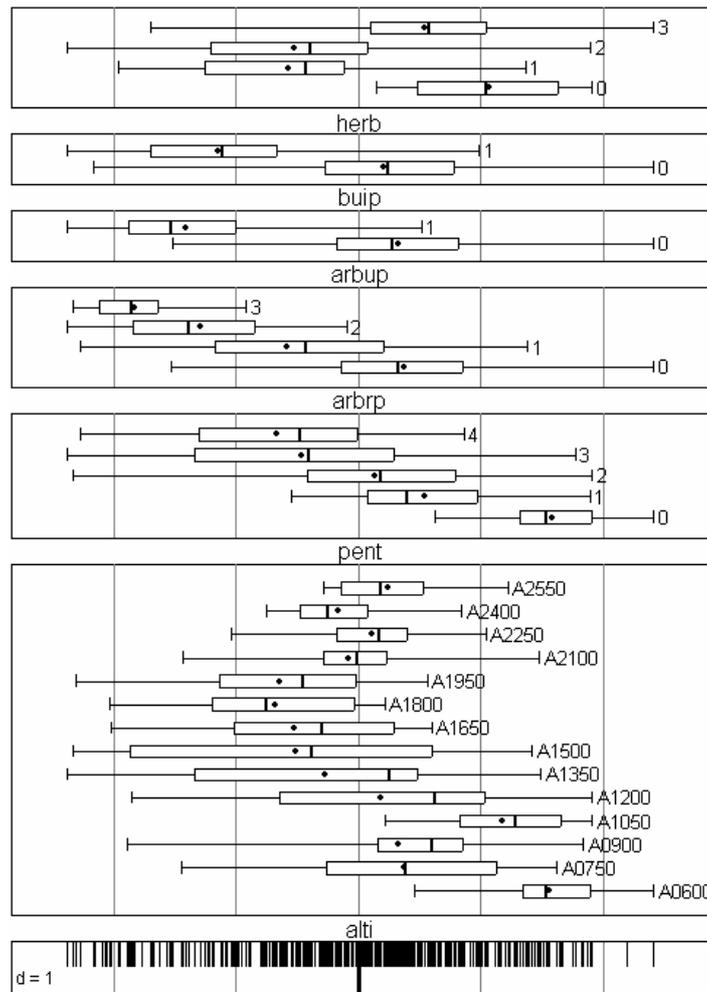
Le premier facteur concerne l'altitude, les rochers, la neige et la végétation feuillue.

```
> score.boxplot(mca1$ll[1,], mil[, c(1, 3, 6, 9, 11, 13)])
```

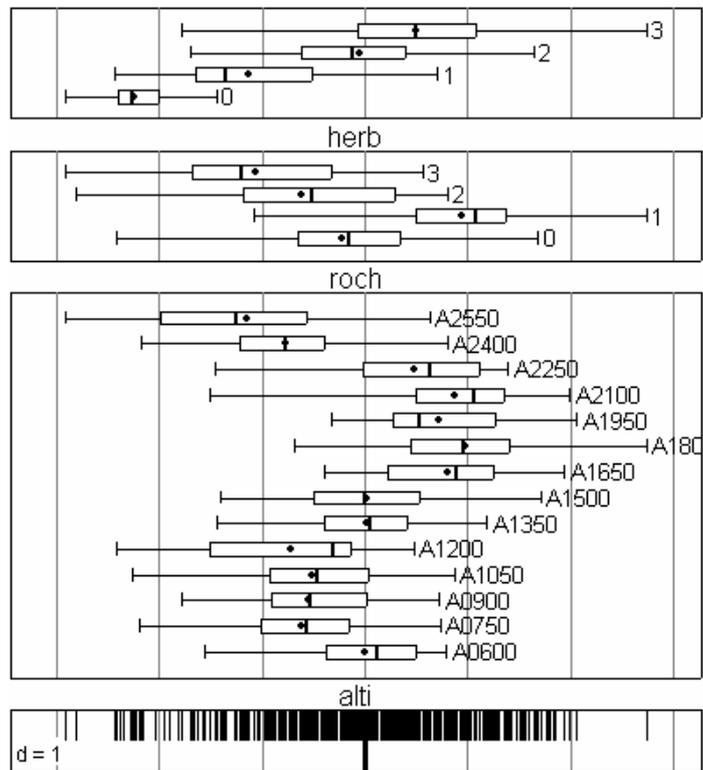


Il décrit l'originalité de l'étage alpin. Le second facteur est centré sur les mesures de la végétation persistante :

```
> score.boxplot(mca1$ll[2,], mil[, c(1, 7, 8, 10, 12, 14)])
```

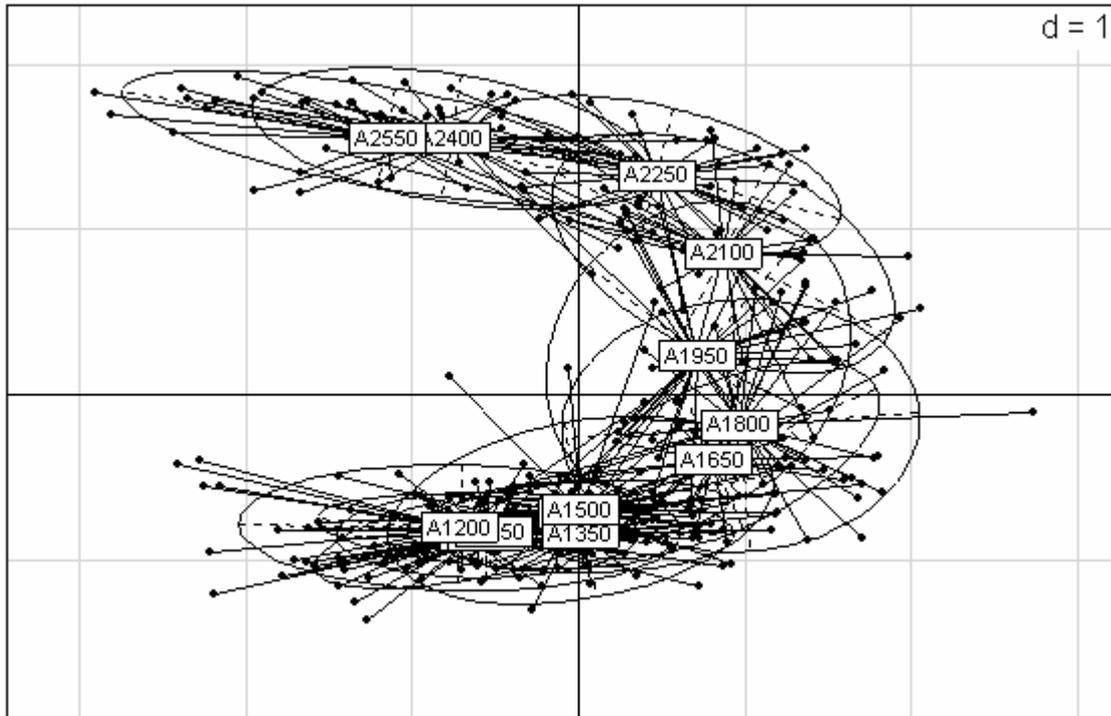


```
> score.boxplot(mca1$ll[,3],mil[,c(1,3,14)])
```

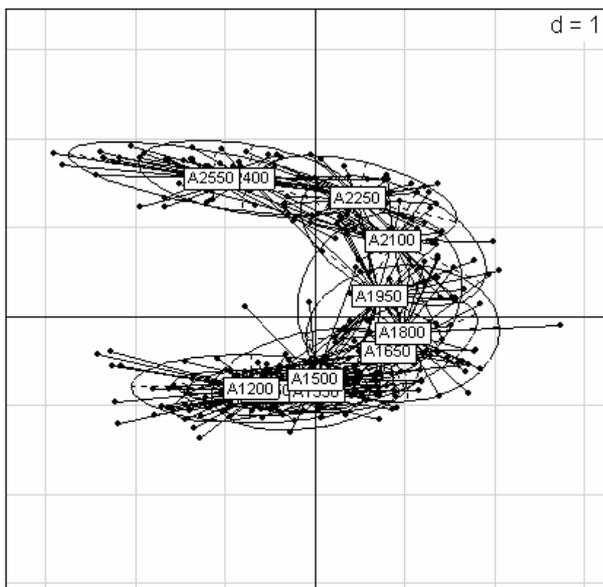


On repère le retour du fait identifié sur le premier axe :

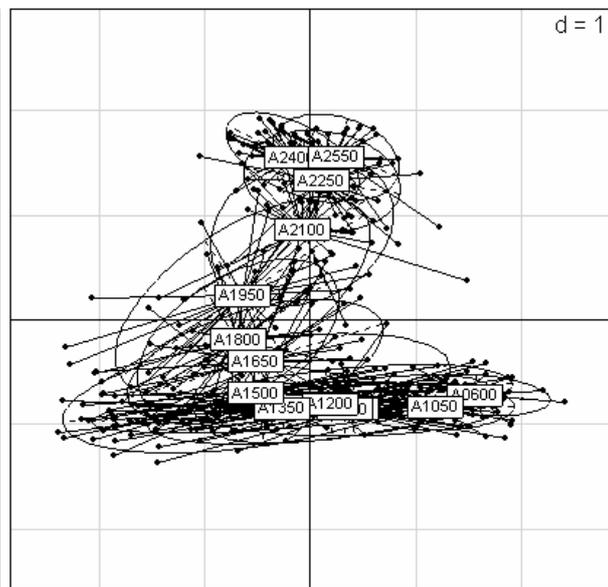
```
> s.class(mcal$ll[,c(3,1)],mil[,1],clab=0.7)
```



Ceci semble être un cas d'école d'effet Guttman. On pourrait croire la structure mésologique de dimension 2. L'ensemble des relevés se trouve sur une figure à 3 dimensions.



3/1

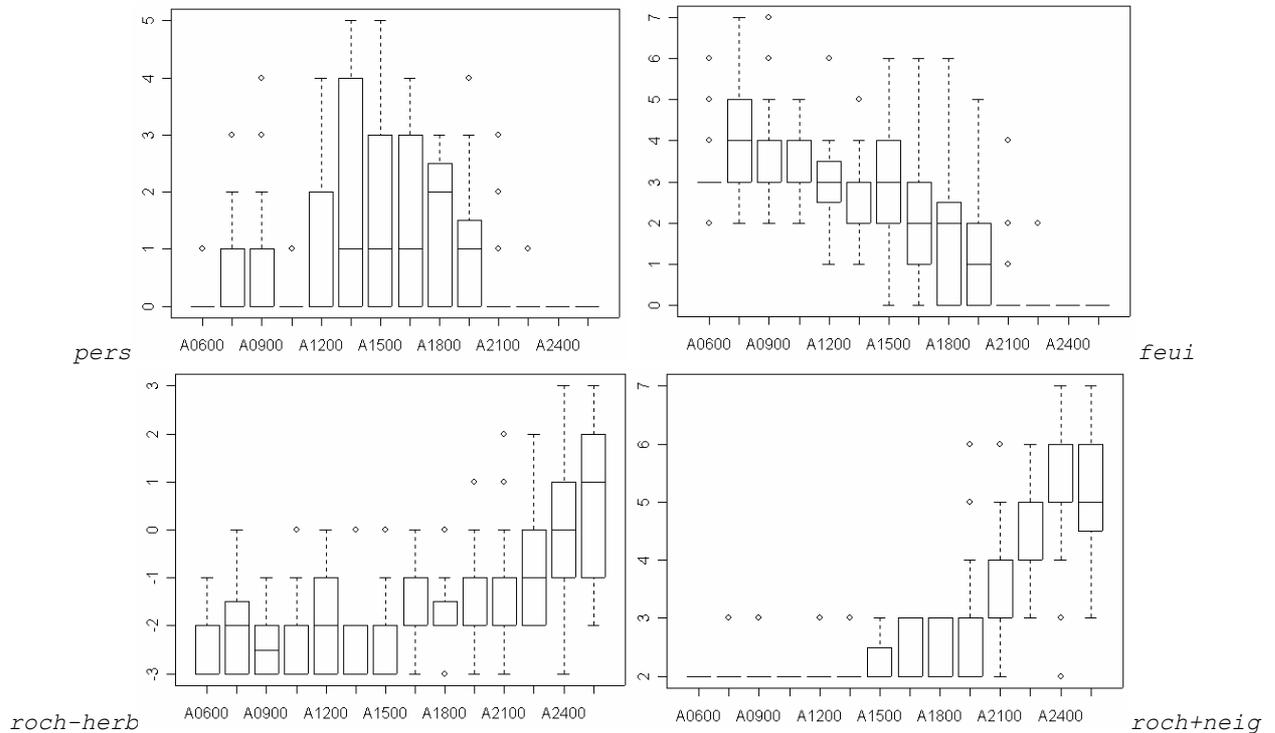


2/1

*Il y a trois gradients partiels 600->1500 (étage montagnard) / 1650->2100 (étage subalpin) / 2250->2700 (étage alpin-nival) articulés.*

La première partie est décrite sur l'axe 2 et se résume à l'implantation progressive des résineux dans toutes les strates. La seconde partie est décrite par l'axe 1 et se résume à la disparition progressive des feuillus dans toutes les strates. La troisième est décrite par l'axe 3 et se résume au passage progressif de la strate herbacée à l'ambiance minérale.

```
> pers <- as.numeric(mil$arbrp)+as.numeric(mil$arbuf)+as.numeric(mil$buip)-3
> boxplot(pers~mil$alti)
> feui <- as.numeric(mil$arbrf)+as.numeric(mil$arbuf)+as.numeric(mil$buif)-3
> boxplot(feui~mil$alti)
> mine <- as.numeric(mil$roch)-as.numeric(mil$herb)
> boxplot(mine~mil$alti)
```



```
> mine1 <- as.numeric(mil$roch)+as.numeric(mil$neig)
> boxplot(mine1~mil$alti)
```

On est donc devant une difficulté. La structure est un Z pour lequel la branche horizontale du haut serait perpendiculaire à la feuille de papier. On hésite entre 3 pôles, 3 gradients partiels ou 6 étages (un inférieur et un supérieur dans chaque morceau) !

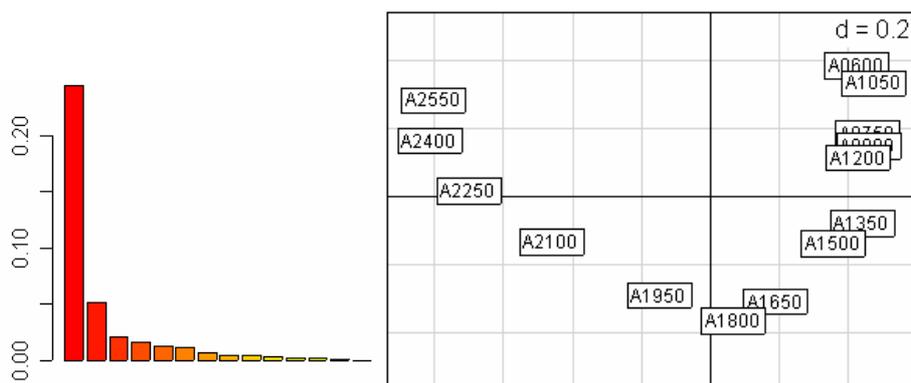
```
> mil <- tarentaise$envir
> A <- data.frame(mil$alti)
> names(A) <- "alti"
> mil0 <- mil[,-1]
> altmil <- acm.burt(mil0,A)
> names(altmil) <- levels(mil$alti)
> altmil
```

	A0600	A0750	A0900	A1050	A1200	A1350	A1500	A1650	A1800	A1950	A2100	A2250	A2400	A2550
phot.X1	1	3	2	4	7	4	7	2	3	3	1	2	2	3
phot.X2	2	9	8	3	1	7	10	3	5	6	8	4	7	1
phot.X3	7	6	2	6	6	5	11	9	9	11	11	15	14	15
phot.X4	2	5	4	4	2	4	3	8	7	9	8	7	5	1
phot.X5	5	8	8	4	8	5	5	3	4	2	1	3	2	4
roch.X0	17	29	22	21	22	23	27	13	16	12	4	0	2	0
roch.X1	0	2	2	0	2	2	9	12	12	12	18	17	7	8
roch.X2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	11	13	7
roch.X3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	3	8	9
habi.X0	12	22	17	12	20	18	25	18	25	29	27	29	29	22
habi.X1	3	7	3	3	1	5	10	7	3	2	2	2	1	2
habi.X2	2	2	4	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
eau.X0	11	26	16	16	21	17	26	16	19	22	23	25	26	17
eau.X1	6	5	8	5	3	8	10	9	9	9	6	6	4	7

neig.X0	17	31	24	21	24	25	36	25	28	30	19	12	6	5
neig.X1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	15	15	9
neig.X2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	9	10
-----														
pent.X0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	2
pent.X1	6	7	0	2	3	1	7	4	3	4	6	7	9	6
pent.X2	6	13	12	11	14	17	16	14	15	12	9	7	7	5
pent.X3	1	9	10	7	5	7	8	5	7	10	8	6	6	9
pent.X4	0	0	2	1	2	0	4	2	3	5	5	10	8	2
-----														
arbrp.X0	16	22	17	<b>18</b>	15	11	15	14	12	24	28	31	30	24
arbrp.X1	1	5	5	<b>3</b>	4	7	5	1	10	4	1	0	0	0
arbrp.X2	0	4	1	<b>0</b>	3	3	10	9	6	3	0	0	0	0
arbrp.X3	0	0	1	<b>0</b>	2	4	6	1	0	0	0	0	0	0
-----														
arbrf.X0	3	5	6	2	8	15	22	19	18	24	27	31	30	24
arbrf.X1	13	22	17	19	15	10	12	4	9	5	2	0	0	0
arbrf.X2	1	4	1	0	1	0	2	2	1	2	0	0	0	0
-----														
arbup.X0	17	25	20	20	15	17	22	16	21	22	25	31	30	24
arbup.X1	0	6	4	1	9	8	14	9	7	9	4	0	0	0
-----														
arbuf.X0	0	0	0	1	1	1	4	7	14	21	25	30	30	24
arbuf.X1	13	15	14	14	17	19	20	13	11	7	4	1	0	0
arbuf.X2	4	16	10	6	6	5	12	5	3	3	0	0	0	0
-----														
buip.X0	17	29	21	20	21	20	31	19	15	19	24	29	30	24
buip.X1	0	2	3	1	3	5	5	6	13	12	5	2	0	0
-----														
buif.X0	1	2	3	2	3	2	4	4	16	19	25	30	30	24
buif.X1	13	19	12	16	16	19	22	15	7	10	3	1	0	0
buif.X2	3	8	7	3	4	4	9	4	2	0	0	0	0	0
buif.X3	0	2	2	0	1	0	1	2	3	2	1	0	0	0
-----														
herb.X0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	4
herb.X1	1	8	4	1	3	0	2	3	2	2	2	4	7	8
herb.X2	4	9	7	4	6	12	15	12	16	18	10	10	17	7
herb.X3	12	14	13	15	12	12	19	10	10	11	17	17	5	5

```
> coa2 <- dudi.coa(altmil)
[1] "Select the number of axes\n"
1: 2

> fau <- tarentaise$ecol
> altifau <- t(apply(fau,2,function(x) tapply(x,mil$alti,sum)))
```

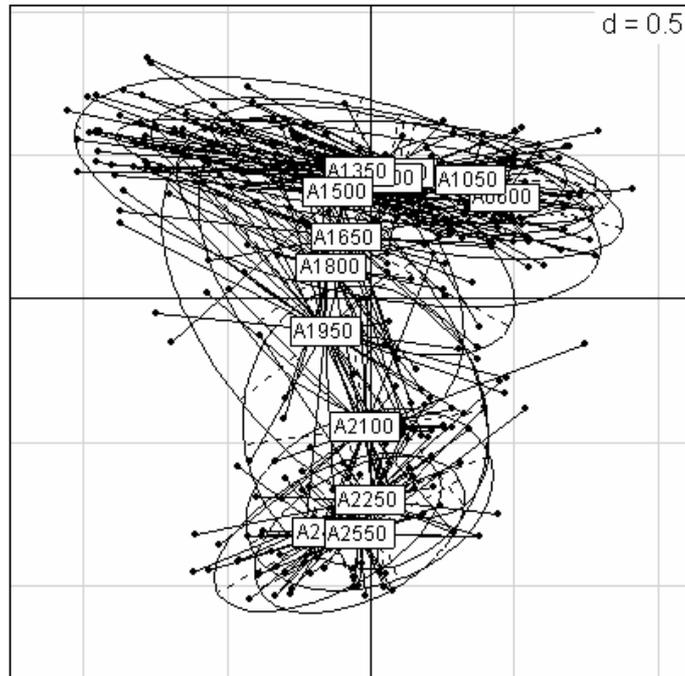


```
> s.label(coa2$co,clab=0.75)
```

Cette expérience ne nous apprend rien de nouveau sur les données. Sur les méthodes d'ordination, elle souligne qu'un effet dit "Guttman" est rarement un artefact, car nous savons ici que le long du gradient d'altitude les raisons de l'ordination changent. Ce gradient n'est d'ailleurs pas si évident car l'erreur de placement des tranches **750-900** et **900-1050**, ou ce qui est équivalent celle de la tranche **1050\_1200** est systématique.

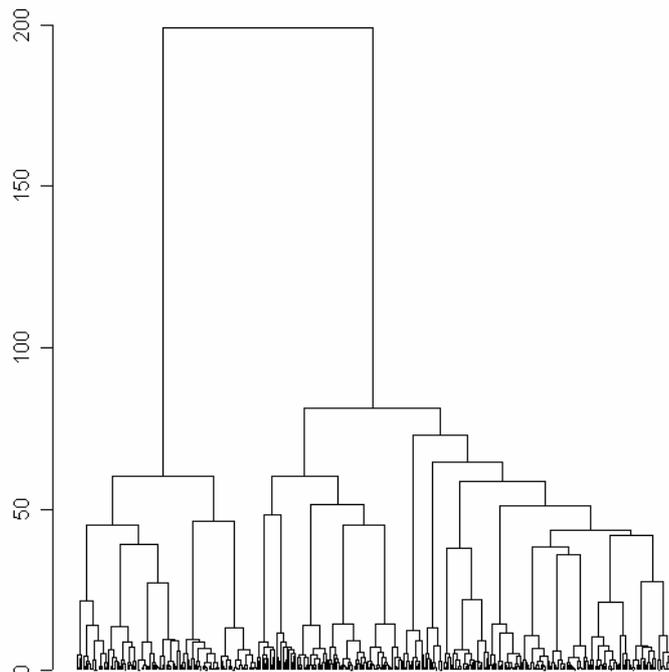
Autre expérience qui ne manque pas de sel : au lieu de privilégier l'altitude pour exprimer la variation inter-strates, on peut éliminer carrément l'altitude de l'analyse :

```
> mca2 <- dudi.mca(mil0)
[1] "Select the number of axes\n"
1: 3
> s.class(mca2$li,mil$alti,xax=2,yax=1,clab=0.75)
```

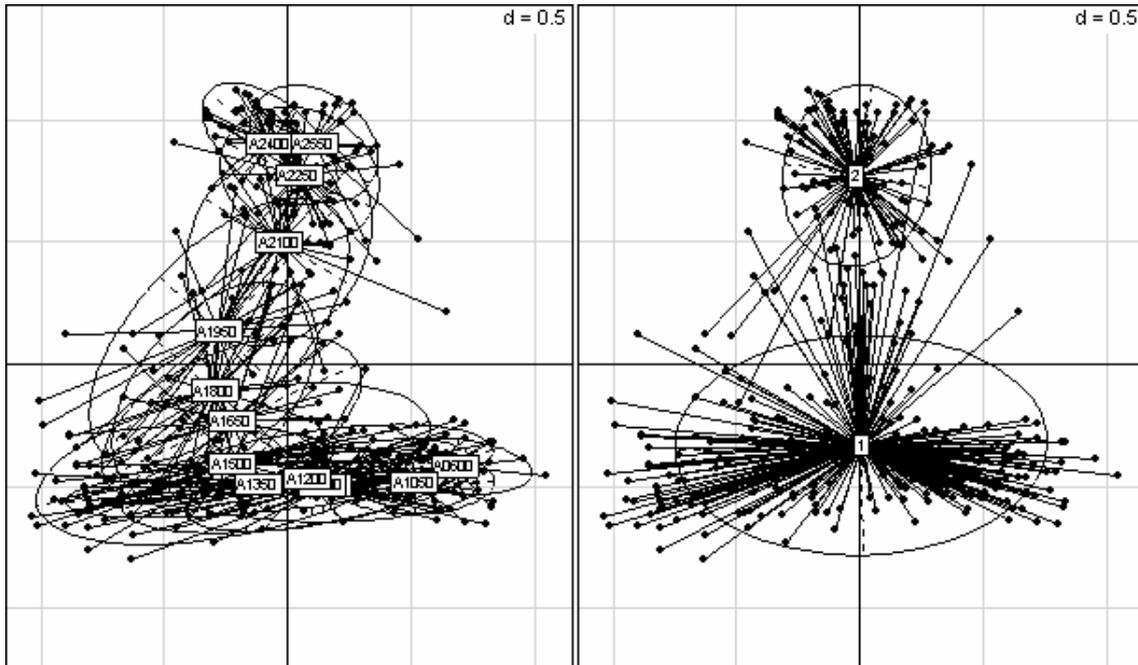


Sachant que le sens d'un axe est aléatoire, rien n'a changé. L'ambiguïté est patente. L'essentiel des variations de milieu se fait de manière stratifiée verticalement. Mais ceci fait de l'altitude plus un moyen d'expression qu'un facteur écologique.

```
> library(mva)
> d01 <- dist.dudi(mca1)
> hc01 <- hclust(d01^2,"ward")
> plot(hc01,hang=-1,lab=F)
```



```
> par(mfrow=c(1,2))
> s.class(mca1$li,mil$alti,xax=2,yax=1,clab=0.75)
> s.class(mca1$li,factor(cutree(hc01,k=2)),xax=2,yax=1,clab=0.75)
```



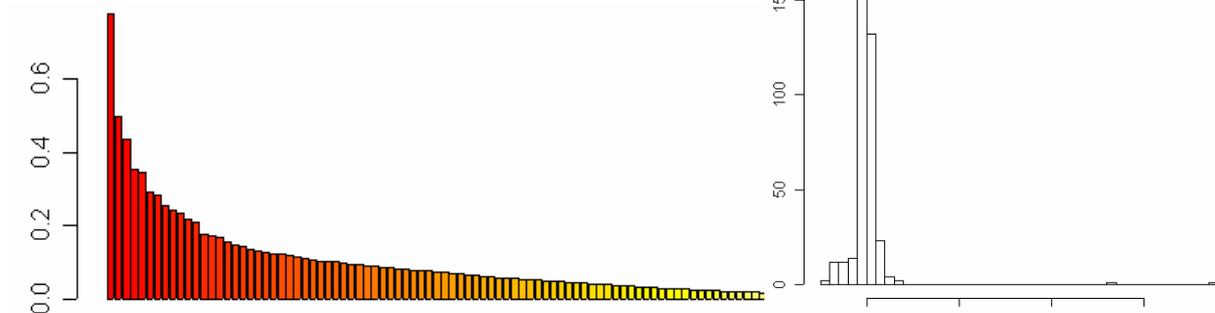
Attention : une partition sur une carte factorielle n'est pas redondante. Elle exprime le point de vue de la distance dans l'espace, alors que la carte renseigne sur la distance dans le plan (distance projetée). On peut opter pour un assemblage de deux ordinations.

```
> table(cutree(hc01,k=2),mil$alti)
  A0600 A0750 A0900 A1050 A1200 A1350 A1500 A1650 A1800 A1950 A2100 A2250
1     17     31     24     21     24     25     36     25     28     27     2     1
2      0      0      0      0      0      0      0      0      0      4     27    30
A2400 A2550
1      0      2
2     30     22
```

On attendra l'analyse du tableau d'avifaune pour trancher.

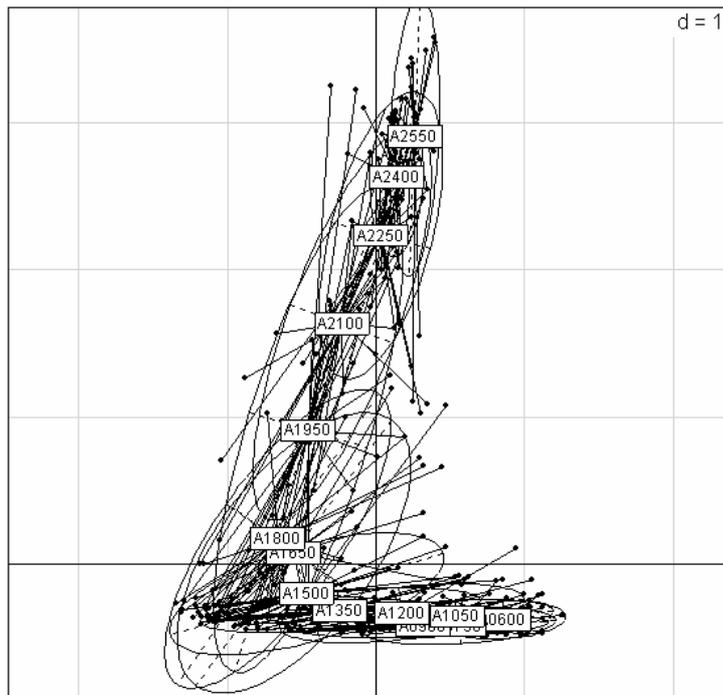
## 2. Correspondances simples et tableau d'avifaune

```
> coa <- dudi.coa(tarentaise$ecol)
[1] "Select the number of axes\n"
1: 3
```

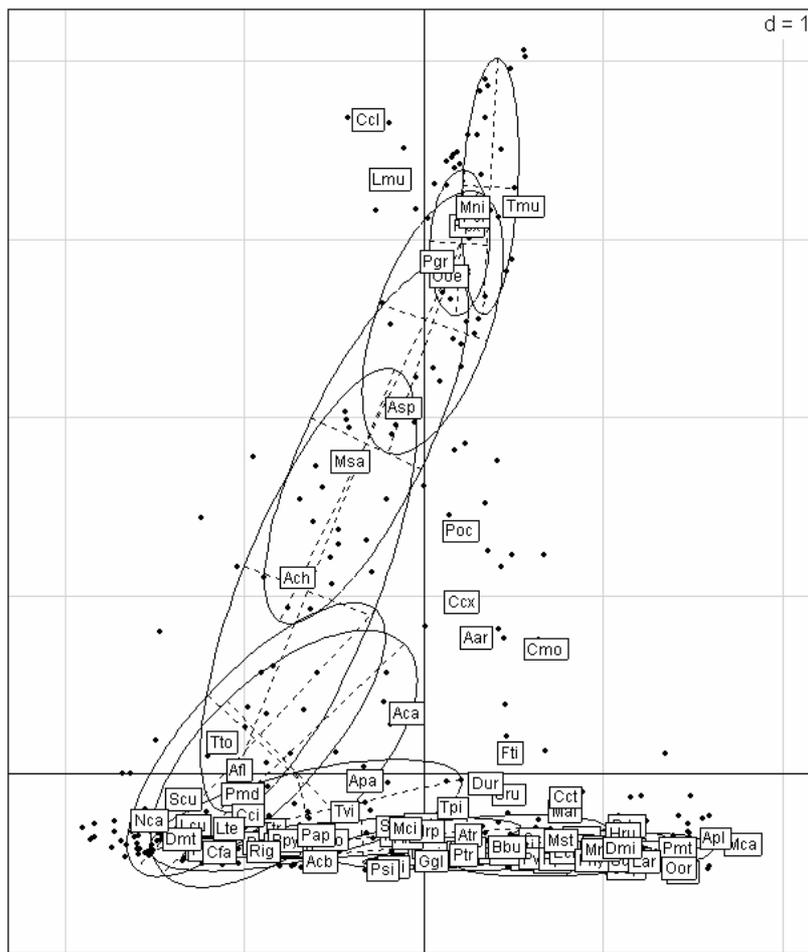


```
> hist(coa$li[,3],nclass=40) #l'axe 3 n'a pas de sens
```

```
> s.class(coa$li,mil$alti,xax=2,yax=1,clab=0.75)
```



```
> s.class(coa$l1,mil$alti,xax=2,yax=1,clab=0,cell=1,cstar=0)
> s.label(coa$co,2,1,clab=0.75,add.plot=T)
```



*La figure de référence*

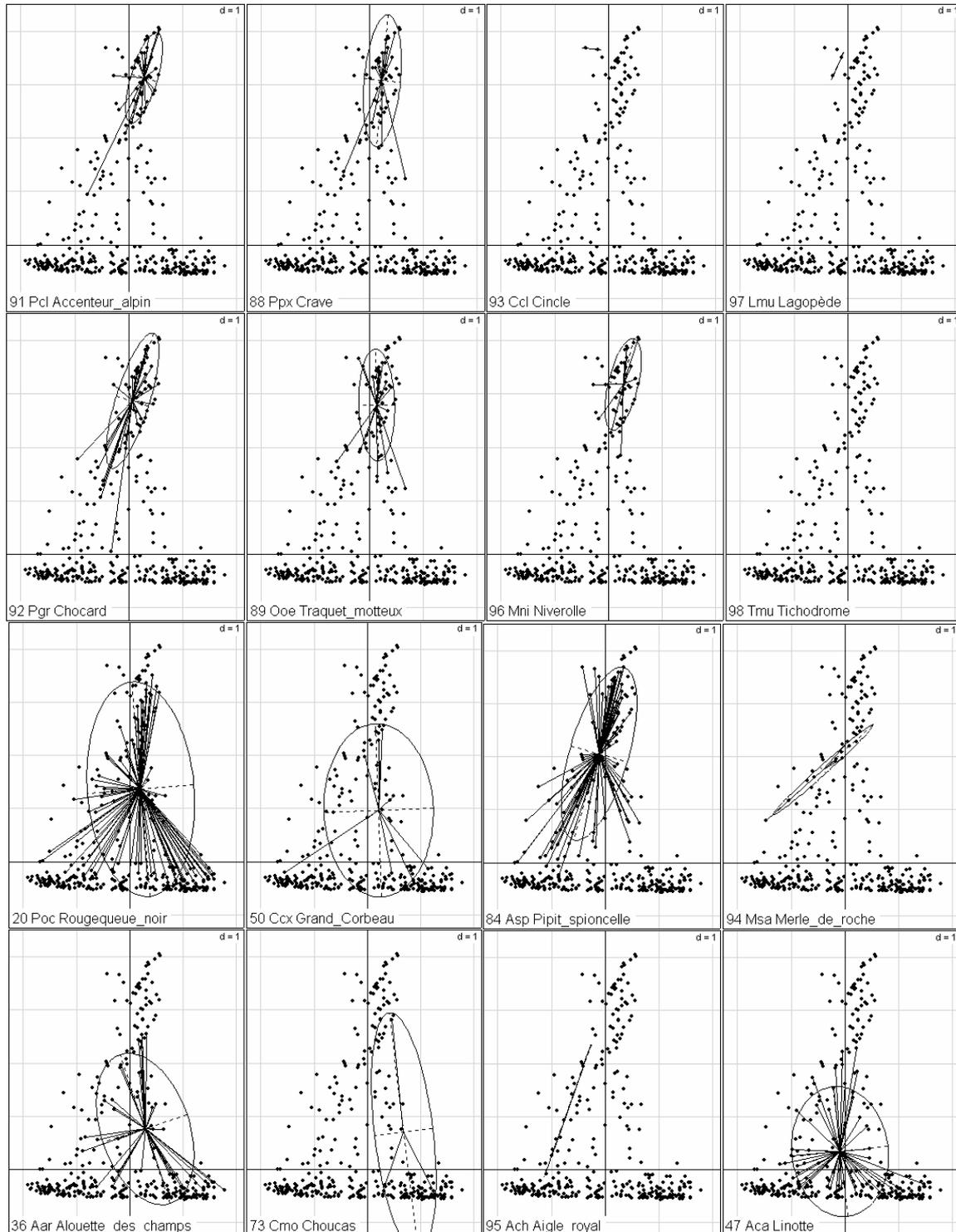
```
> nomcomplet <- paste(1:98,names(tarentaise$ecol), tarentaise$frnames)
> nomcomplet
```

[1] "1 Mal Berger._grise"	"2 Cca Chardonneret"
[3] "3 Svu Etourneau"	"4 Sat Fauvette_à_tête_noire"
[5] "5 Cbr Grimp._des_jardins"	"6 Aap Martinet_noir"
[7] "7 Tme Merle_noir"	"8 Pma Més._charbonnière"
[9] "9 Dmj Pic_épeiche"	"10 Lco Pie-Grièche_Ecorcheur"
[11] "11 Fco Pinson_des_arbres"	"12 Lmg Rossignol"
[13] "13 Pph Rougequeue_Fr._Bl."	"14 Sca Serin_cini"
[15] "15 Seu Sittelle"	"16 Jto Torcol"
[17] "17 Cch Verdier"	"18 Pce Mésange_bleue"
[19] "19 Pdo Moineau_domestique"	"20 Poc Rougequeue_noir"
[21] "21 Cco Grosbec"	"22 Pat Mésange_noire"
[23] "23 Eru Rougegorge"	"24 Hru Hirondelle_de_cheminée"
[25] "25 Pmo Mésange_boréale"	"26 Ttr Troglodyte"
[27] "27 Eho Bruant_ortolan"	"28 Ccr Corneille"
[29] "29 Sbo Fauvette_des_jardins"	"30 Tvi Grive_draine"
[31] "31 Eci Bruant_fou"	"32 Ecl Bruant_zizi"
[33] "33 Pbo Pouillot_de_Bonelli"	"34 Ccn Coucou"
[35] "35 Sru Traquet_tarier"	"36 Aar Alouette_des_champs"
[37] "37 Mca Bruant_proyer"	"38 Apl Colvert"
[39] "39 Fti Faucon_crécerelle"	"40 Tpi Grive_litorne"
[41] "41 Uep Huppe"	"42 Pmt Moineau_friquet"
[43] "43 Pvi Pic_vert"	"44 Atr Pipit_des_arbres"
[45] "45 Pco Pouillot_véloce"	"46 Tph Grive_musicienne"
[47] "47 Aca Linotte"	"48 Apa Verderolle"
[49] "49 Ppa Mésange_nonnette"	"50 Ccx Grand_Corbeau"
[51] "51 Dur Hirondelle_de_fenêtre"	"52 Ppy Bouvreuil"
[53] "53 Rre Roitelet_huppé"	"54 Rig Roitelet_tr.-bandeau"
[55] "55 Sco Fauvette_grisette"	"56 Sto Traquet_pâtre"
[57] "57 Ect Bruant_jaune"	"58 Oor Loriot"
[59] "59 Ggl Geai"	"60 Mst Gobemouche_gris"
[61] "61 Fhy Gobemouche_noir"	"62 Pcr Mésange_huppée"
[63] "63 Lar Alouette_lulu"	"64 Bbu Buse"
[65] "65 Ani Epervier"	"66 Ppi Pie"
[67] "67 Pmd Accenteur_mouchet"	"68 Acb Més._à_longue_queue"
[69] "69 Psi Pouillot_siffleur"	"70 Ptr Pouillot_fitis"
[71] "71 Mmi Milan_noir"	"72 Lcu Beccroisé"
[73] "73 Cmo Choucas"	"74 Cfa Grimp._des_bois"
[75] "75 Dmi Pic_épeichette"	"76 Cct Caille"
[77] "77 Cpl Pigeon_ramier"	"78 Hrp Hirondelle_de_rochers"
[79] "79 Cci Venturon"	"80 Afl Sizerin"
[81] "81 Pap Bondrée"	"82 Dmt Pic_noir"
[83] "83 Tto Merle_à_plastron"	"84 Asp Pipit_spioncelle"
[85] "85 Mci Berger._des_ruisseaux"	"86 Lte Tétrasyre"
[87] "87 Scu Fauvette_babillarde"	"88 Ppx Crave"
[89] "89 Ooe Traquet_motteux"	"90 Nca Cassenoix"
[91] "91 Pcl Accenteur_alpin"	"92 Pgr Chocard"
[93] "93 Ccl Cincle"	"94 Msa Merle_de_roche"
[95] "95 Ach Aigle_royal"	"96 Mni Niverolle"
[97] "97 Lmu Lagopède"	"98 Tmu Tichodrome"

La figure de référence montre que, du point de vue de l'avifaune, la question de la stratification verticale se pose en deux termes radicalement différents. 8 espèces sont dans l'étage alpin-nival. 8 espèces ont une amplitude large (disons des raisons personnelles d'être en haut et en bas) et 82 espèces s'ordonnent sur un gradient strict qui est beaucoup plus concerné par les problèmes de végétation que par l'altitude dont c'est un sous-produit. Tout avait été dit en 1983 (Broyer, J., P. Lebreton, and H. Tournier. 1983. Les enseignements d'un transect ornithologique en Maurienne. IX - Etude de l'avifaune du Parc National de la Vanoise. II - contribution à l'étude des relations avifaune/altitude. Travaux scientifiques du Parc national de la Vanoise XIII:183-210. p.208) :

*L'étage alpin-nival se caractérise par des espèces aviennes originales comme par certains traits plus globaux de l'avifaune : faible nombre d'espèces, biomasse spécifique et indice de sédentarité moyens relativement élevés. Tout concorde à faire de cet étage un milieu hautement spécialisé, phénomène évidemment lié à des conditions spécifiques particulièrement sévères.*

La présence de ce milieu hautement spécialisé **au-dessus** d'un étage plus complexe crée une sorte de jeu de mots. Dans l'étage boisé l'altitude fait varier la température et la pluviométrie, donc l'environnement végétal, en particulier l'abondance des feuillus et des résineux, ce qui fait varier la liste faunistique. Le "au-dessus" introduit une continuité entre deux logiques très différentes. Ces analyses montrent des articulations numériques entre des mécaniques étrangères. Quand l'altitude augmente, la liste des variables environnementales qui évoluent change : avec elle le lien avifaune-milieu. Les espèces à distribution bimodale d'un côté, le jeu des effets de versants de l'autre, créent une continuité apparente dans l'ensemble.



```
par(mfrow=c(2,2))
u <- c(84,94,95,47)
for (i in (u)) {
  s.distri(coa$l1,data.frame(tarentaise$ecol[,i]),xax=2,yax=1,
    csub=1.5,sub=nomcomplet[i])
}
```

à suivre ...