

# TD5 : téléphones mobiles.

## 1 Introduction

La revue « 60 Millions de consommateurs » à présenté dans son numéro de novembre 2001 une étude sur les téléphones mobiles aboutissant à un tableau comportant un nombre important de caractéristiques touchant à l'utilisation de ces appareils. Une part de ces caractéristiques représentent des observations correspondant à des mesures objectives, associées le plus souvent à des jugements de valeur exprimés sur une échelle comportant cinq degrés.

Dans le but de fournir une cartographie de ces appareils pouvant servir à les différencier selon le maximum de ces critères il a été construit un tableau de données ci dessous, retenant les variables jugées les plus pertinentes :

```
> mobiles2
```

	Commodite	Acoustiq	TpsCharge	AutoVeille	Autoconv	PuisGSM	SensiGSM	SensiDCS
Philips	5	3	5	5	5	5	3	3
Nokia3310	4	4	2	5	5	4	4	4
Nokia6210	4	3	3	5	5	4	4	4
Sony	5	4	4	4	2	4	4	4
SiemensSL45	5	3	5	5	1	4	4	4
EricssonT20	3	4	3	5	5	3	3	3
SiemensS35i	4	4	3	5	2	4	4	4
Alcatel304	3	4	4	5	2	5	3	3
Samsung	4	3	4	3	2	5	3	3
Trium	3	3	4	5	2	5	4	4
Motorola	3	4	3	5	2	4	4	4
Panasonic	4	4	5	4	3	3	1	2
Alcatel501	4	2	4	5	2	5	2	3
Ericsson2628	3	3	1	3	3	4	3	4
Sagem	3	3	3	5	3	3	1	2

Les appareils testés sont donc au nombre de 15 ; le numéro de modèle n'a été précisé que lorsque plusieurs téléphones d'une même marque sont présents. On ne donne volontairement pas d'explication sur le sens des variables, même si certaines sont simples à deviner : *l'analyse sera faite sur les propriétés numériques des variables, pas leur interprétation.*

Pour pouvoir utiliser l'ACP normée les degrés de l'échelle de jugement ont été transformés en notes allant de 1 à 5. Pour toutes ces données, les valeurs les plus grandes sont considérées comme meilleures.

On donne ci-dessous la matrice de corrélation des 8 variables :

```
> round(cor(mobiles2), digits=2)
```

	Commodite	Acoustiq	TpsCharge	AutoVeille	Autoconv	PuisGSM	SensiGSM	SensiDCS
Commodite	1.00	-0.12	0.54	-0.03	-0.01	0.17	0.21	0.15
Acoustiq	-0.12	1.00	-0.12	0.06	0.11	-0.43	0.23	0.09
TpsCharge	0.54	-0.12	1.00	0.19	-0.30	0.25	-0.18	-0.36
AutoVeille	-0.03	0.06	0.19	1.00	0.18	-0.03	0.16	0.05
Autoconv	-0.01	0.11	-0.30	0.18	1.00	-0.27	-0.04	-0.11
PuisGSM	0.17	-0.43	0.25	-0.03	-0.27	1.00	0.34	0.29
SensiGSM	0.21	0.23	-0.18	0.16	-0.04	0.34	1.00	0.93
SensiDCS	0.15	0.09	-0.36	0.05	-0.11	0.29	0.93	1.00

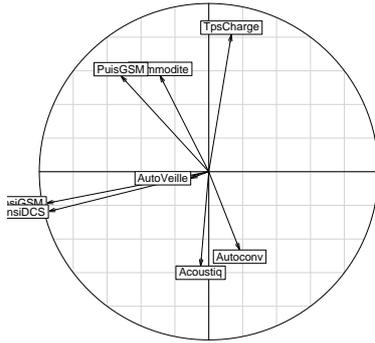
**Question 1.** *Quel est le couple de variables qui sont les plus corrélées entre elles ? Les moins corrélées entre elles ? Quelles sont les variables les plus opposées ?*

## 2 Une première analyse en composantes principales

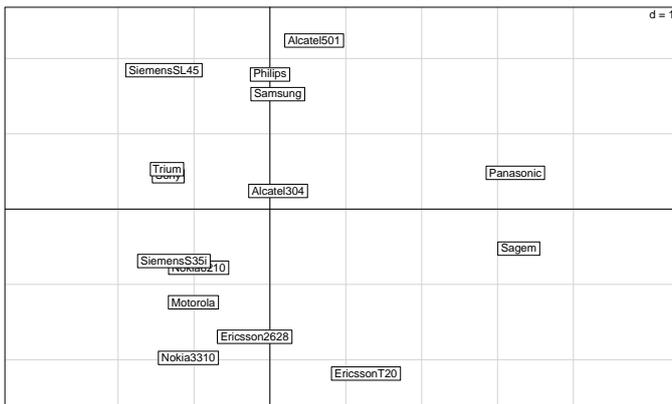
On fait une analyse en composantes principales des données centrées-réduites. On obtient les valeurs propres suivantes :

```
> round(pca2$eig, digits=2)
[1] 2.23 1.94 1.30 1.01 0.89 0.47 0.13 0.02
```

On représente ci-dessous le cercle des corrélations du premier plan principal (axe 1 en abscisse, axe 2 en ordonnée), accompagné du tableau des corrélations entre les variables et les 5 premiers facteurs, la projection des individus sur le premier plan principal et les contributions (en 10000ièmes) de ces individus aux 5 premiers facteurs :



```
> round(pca2$co,digits=2)
      Comp1 Comp2 Comp3 Comp4 Comp5
Commodite -0.29  0.57 -0.46  0.23  0.52
Acoustiq  -0.05 -0.56 -0.44  0.58 -0.19
TpsCharge  0.13  0.82 -0.45  0.17 -0.14
AutoVeille -0.11 -0.04 -0.66 -0.53 -0.49
Autoconv   0.18 -0.47 -0.38 -0.47  0.56
PuisGSM    -0.52  0.57  0.30 -0.31 -0.07
SensiGSM   -0.96 -0.19 -0.14  0.04 -0.01
SensiDCS   -0.95 -0.24  0.07  0.02  0.04
```



```
> inertia.dudi(pca2,ro=T)$row.abs
      Axis1 Axis2 Axis3 Axis4 Axis5
Philips      0 1096 1115  905 1342
Nokia3310    345 1340  389  178  519
Nokia6210    263  208  188 1118  793
Sony         536   65  161 2330  346
SiemensSL45  583 1168  381  327   65
EricssonT20  479 1637  549   66    0
SiemensS35i  478  163  118  302  311
Alcatel304     3   20   4    1 2090
Samsung       3  800 1687  513  543
Trium         549   96  243  461 1234
Motorola      303  526   2   90 1429
Panasonic    3127   80  356 1753   49
Alcatel501    102 1720  436 1634   49
Ericsson2628  12  987 4341   29  965
Sagem        3215   95   29  295  266
```

**Question 2.** Faire une représentation en histogramme des valeurs propres. Combien de composantes principales faut-il retenir ? Quel est le pourcentage d'inertie totale expliquée par le sous-espace principal correspondant ? Si on ne retient que le premier plan principal, quel est le ratio expliqué ?

**Question 3.** Quelles sont les variables qui déterminent la première composante principale ? La proximité des ces variables sur le cercle est-elle cohérente avec ce que l'on sait des données d'origine ?

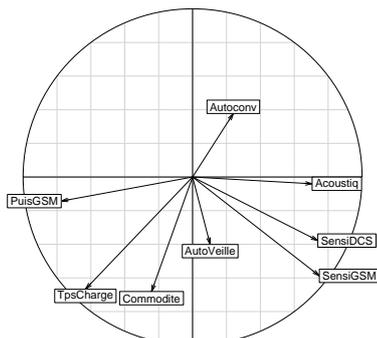
**Question 4.** Quels sont les individus qui déterminent le plus la première composante principale ? Quelle est leur contribution ?

**Question 5.** Quel est le lien entre les variables de la question 3 et les individus de la question 4 ?

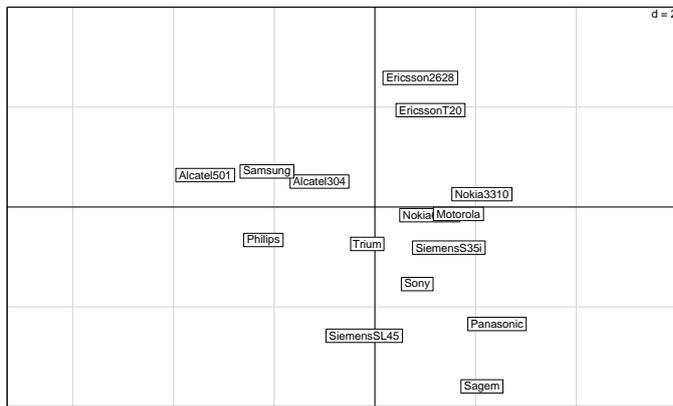
### 3 Une nouvelle ACP

On décide de faire une nouvelle analyse en composantes principales sur les variables centrées-réduites en passant les téléphones mobiles « perturbateurs » en éléments supplémentaires. On donne ci-dessous les mêmes données que dans la section précédente (valeurs propres, corrélations entre variables et facteurs, projection des individus sur le premier plan principal et contributions des individus aux facteurs) :

```
> round(pca3$eig, digits=2)
[1] 2.73 1.72 1.32 0.93 0.68 0.43 0.17 0.02
```



```
> round(pca3$co, digits=2)
      Comp1 Comp2 Comp3 Comp4 Comp5
Commodite -0.24 -0.68  0.12 -0.63  0.19
Acoustiq   0.71 -0.04  0.21  0.32  0.55
TpsCharge  -0.63 -0.67  0.22  0.13  0.18
AutoVeille  0.10 -0.40  0.70  0.41 -0.36
Autoconv   0.24  0.38  0.70 -0.45 -0.16
PuisGSM    -0.78 -0.14 -0.22  0.20 -0.19
SensiGSM   0.75 -0.59 -0.11  0.02 -0.06
SensiDCS   0.74 -0.38 -0.42 -0.12 -0.34
```



```
> inertia.dudi(pca3,ro=T)$row.abs
```

	Axis1	Axis2	Axis3	Axis4	Axis5
Philips	1382	195	1920	922	3
Nokia3310	1273	29	431	318	166
Nokia6210	334	12	324	865	1712
Sony	199	1064	320	563	2008
SiemensSL45	13	2968	118	93	1
EricssonT20	344	1679	2626	40	837
SiemensS35i	608	295	29	181	60
Alcatel304	341	116	96	3310	557
Samsung	1295	226	1160	217	1473
Trium	6	244	358	1306	1922
Motorola	776	9	73	1425	6
Alcatel501	3200	182	6	4	1104
Ericsson2628	229	2981	2539	758	150

On ajoute à ces données la table des cosinus carrés (en 10000ièmes) de l'angle entre les individus et les 5 premiers axes principaux :

```
> abs(inertia.dudi(pca3,ro=T)$row.rel)
```

	Axis1	Axis2	Axis3	Axis4	Axis5	con.tra
Philips	4699	418	3162	1069	2	1004
Nokia3310	6658	97	1091	566	218	653
Nokia6210	2605	59	1224	2295	3342	438
Sony	1144	3855	891	1102	2893	594
SiemensSL45	54	7997	243	135	1	799
EricssonT20	1061	3267	3923	42	647	1106
SiemensS35i	6209	1901	144	630	153	334
Alcatel304	1850	395	252	6119	757	629
Samsung	4940	544	2143	282	1409	895
Trium	44	1058	1191	3056	3307	497
Motorola	5929	41	270	3709	11	447
Alcatel501	8060	289	7	4	697	1355
Ericsson2628	627	5147	3366	707	103	1247

**Question 6.** Expliquer en quoi la nouvelle analyse est différente de la précédente et pourquoi elle est utile. Est-ce qu'il sera toujours possible d'interpréter les données des éléments supprimés ?

**Question 7.** Combien de valeurs propres faut-il retenir, et quelles proportion d'inertie totale cela représente-t-il ?

**Question 8.** Pour chacune des trois premières composantes principales, donner les variables qui les caractérisent le plus.

**Question 9.** Si on se réfère à la projection des individus sur le premier plan principal, où pense-t-on trouver ceux qui ont des notes supérieures à la moyenne pour *PuisGSM* ? et pour *TpsCharge* ?

**Question 10.** Comment mesure-t-on la qualité de la représentation d'un individu par un axe principal ? Quels sont les deux individus les plus mal représentés sur le premier axe principal ?

**Question 11.** Comment mesure-t-on la qualité de la représentation d'un individu par un sous-espace principal ? Quels sont les deux individus les plus mal représentés par les 3 premiers axes principaux ?

**Question 12.** Que peut-on dire de la position des deux éléments supplémentaires sur la projection des individus ? Peut-on en déduire qu'ils sont bien représentés par le sous espace  $F_3$  correspondant aux 3 premiers axes ? On s'aidera des données suivantes, qui récapitulent leurs coordonnées sur les axes principaux :

```
> round(pca3sup$lisup, digits=2)
```

	Axis1	Axis2	Axis3	Axis4	Axis5	Axis6	Axis7	Axis8
Panasonic	2.43	-2.34	1.99	0.12	3.52	2.43	0.03	0.92
Sagem	2.13	-3.59	2.04	-0.52	1.15	3.08	-0.36	-0.20