

# Niveau scolaire d'une classe de 6e

*Taniel Rémi*

*16/09/2019*

## Introduction

Dans cette étude, nous nous intéresserons aux résultats d'une classe de 6e composée de 27 élèves sur les 14 disciplines suivantes :

- ORTH: Orthographe
- GRAM: Grammaire
- EXPR: Expression écrite
- RECI: Récitation
- MATH: Mathématiques
- ANGL: Anglais
- HIST: Histoire
- BIOL: Biologie
- EDMU: Education musicale
- ARTS: Arts plastiques
- TECH: Technologie
- EPS: Education Physique et Sportive
- GEO: Géographie
- EXPO: Exposé

## Partie 1 : Importation et visualisation des données

Nos données sont sauvegardées au format CSV dans le fichiers notes, nous commencons donc par importer les données dans la variable `data` grâce à la fonction suivante :

```
data <- read.table("/home/remi/Documents/Cours/AD/data/notes.csv", sep = ";", dec = ",", header = TRUE)
```

On visualise les types de nos données et la forme de celles-ci grâce à la fonction `str` appliquée à notre variable :

```
str(data)

## 'data.frame': 27 obs. of 15 variables:
## $ eleves: Factor w/ 27 levels "EL01","EL02",...: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
## $ ORTH : num 13 6.5 14 13 15 5 12 8.5 15.5 20 ...
## $ GRAM : num 10 8 6.5 7.5 7.5 8 6.5 2.5 7.5 14.5 ...
## $ EXPR : num 2 8.5 8 9 10 5.5 9 9 12.5 16.5 ...
## $ RECI : num 4 14 5 5 14 6.5 16 13 16 10 ...
## $ MATH : num 9 13 11 10 12 16 18 12 15 18 ...
## $ ANGL : num 9 7 8 10.5 11 12 13.5 9.5 13 16.5 ...
## $ HIST : num 8 11 9.5 10 9 9 9 12 12 15 ...
## $ BIOL : num 7 8.5 8 16 11 7 10 13.5 13.5 10.5 ...
## $ EDMU : num 7.5 16 18.5 16 16.5 13.5 15 16.5 17 18 ...
## $ ARTS : num 1.5 4 9.5 11.5 13.5 5 11 8 14 13.5 ...
## $ TECH : int 14 18 14 0 16 16 16 13 15 12 ...
## $ EPS : num 10 18 16.5 11.5 13 12.5 13.5 12 16 14.5 ...
## $ GEO : num 10.5 16 14 15 15.5 ...
## $ EXPO : num 13 15 13 18 17 17.5 18 17 17 15 ...
```

Notre jeu de données contient 27 observations, représentant nos 27 élèves, pour 15 variables, représentant les matières. On remarque qu'à part la première colonne qui est le numéro de l'élève, toutes les autres variables sont quantitatives, et représentent la moyenne dans chaque matière pour un élève donné.

On décide de reformater les données pour supprimer la variable `eleves` et donner des identifiants de lignes à nos données, dans notre cas on prendra le numéro de l'élèves en question :

```
rownames(data) <- data$eleves
data <- data[,-1]
```

Notre jeu de données devient alors :

```
head(data)

##      ORTH GRAM EXPR RECI MATH ANGL HIST BIOL EDMU ARTS TECH  EPS   GEO
## EL01 13.0 10.0  2.0  4.0    9  9.0  8.0  7.0  7.5  1.5   14 10.0 10.50
## EL02  6.5  8.0  8.5 14.0   13  7.0 11.0  8.5 16.0  4.0   18 18.0 16.00
## EL03 14.0  6.5  8.0  5.0   11  8.0  9.5  8.0 18.5  9.5   14 16.5 14.00
## EL04 13.0  7.5  9.0  5.0   10 10.5 10.0 16.0 16.0 11.5    0 11.5 15.00
## EL05 15.0  7.5 10.0 14.0   12 11.0  9.0 11.0 16.5 13.5   16 13.0 15.51
## EL06  5.0  8.0  5.5  6.5   16 12.0  9.0  7.0 13.5  5.0   16 12.5 13.00
##      EXPO
## EL01 13.0
## EL02 15.0
## EL03 13.0
## EL04 18.0
## EL05 17.0
## EL06 17.5
```

## Partie 2 : Mise en oeuvre de l'ACP

Pour réaliser l'ACP et les prochaines questions, nous allons avoir besoin des librairies suivantes :

```
library(FactoMineR)
library(Hmisc)

## Loading required package: lattice
## Loading required package: survival
## Loading required package: Formula
## Loading required package: ggplot2
##
## Attaching package: 'Hmisc'
## The following objects are masked from 'package:base':
##
##      format.pval, units
```

Puis on range les résultats de l'ACP (valeurs propres, coordonnées, contribution) dans la variable `data.pca`, dans notre cas, nous ne gardons que les 6 premières dimensions pour notre analyse et on souhaite que les graphiques ne soient pas générés lors de l'appel de la fonction :

```
data.pca <- FactoMineR::PCA(data, scale.unit = TRUE, ncp = 6, graph = FALSE)
```

Les valeurs propres des différentes dimensions sont stockés dans la variable :

```
data.pca$eig
```

```
##          eigenvalue percentage of variance
## comp 1  4.77570045          34.1121461
## comp 2  2.39238450          17.0884607
## comp 3  1.49934217          10.7095870
## comp 4  1.34084173           9.5774409
## comp 5  1.12670192           8.0478709
## comp 6  0.72038480           5.1456057
## comp 7  0.59919071           4.2799337
## comp 8  0.42748490           3.0534636
## comp 9  0.39040787           2.7886277
## comp 10 0.25931678           1.8522627
## comp 11 0.18210022           1.3007158
## comp 12 0.12552548           0.8966105
## comp 13 0.09728799           0.6949142
## comp 14 0.06333049           0.4523606
##          cumulative percentage of variance
## comp 1          34.11215
## comp 2          51.20061
## comp 3          61.91019
## comp 4          71.48763
## comp 5          79.53551
## comp 6          84.68111
## comp 7          88.96104
## comp 8          92.01451
## comp 9          94.80314
## comp 10         96.65540
## comp 11         97.95611
## comp 12         98.85273
## comp 13         99.54764
## comp 14        100.00000
```

On remarque que la somme des valeurs propres est égale au nombre de variables soit 14 dans notre cas :

```
sum(data.pca$eig[,1])
```

```
## [1] 14
```

Les contributions, cos2 et coordonnées en fonction des dimensions sont stockés pour les variables dans la variable :

```
data.pca$var
```

```
## $coord
##          Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4      Dim.5
## ORTH  0.650378590 -0.49271901  0.173647652 -0.10480943  0.14895341
## GRAM  0.417388795 -0.48575680 -0.071743415 -0.01051370  0.50581332
## EXPR  0.874166811  0.01540502  0.046797227  0.04371614  0.14884945
## RECI  0.247299110  0.59505913 -0.371423503  0.02016356  0.39197929
## MATH  0.733273680 -0.17286351 -0.306912714  0.42772948 -0.08498142
## ANGL  0.660960956 -0.58211516 -0.178752583  0.06388966 -0.09975141
## HIST  0.698144175 -0.30880357  0.072665513  0.34374243 -0.12739816
## BIOL  0.598226171  0.29312427  0.324794825 -0.44434410 -0.34799317
## EDMU  0.644856795  0.53510937  0.097359762 -0.09289748  0.29956935
## ARTS  0.758076081  0.33115891  0.006050377 -0.36129256  0.08037631
```

```

## TECH 0.009501976 0.51511927 -0.466209076 0.56544225 -0.12534130
## EPS 0.043328615 0.43201931 0.601812160 0.37873765 0.35484197
## GEO 0.447322427 0.22075833 0.540616973 0.38354653 -0.41420069
## EXPO 0.583734627 0.33551118 -0.453503335 -0.27451089 -0.33011273
##          Dim.6
## ORTH 0.08838310
## GRAM -0.44518048
## EXPR -0.05330594
## RECI 0.44483606
## MATH 0.07701079
## ANGL 0.26335740
## HIST 0.13551033
## BIOL 0.05707330
## EDMU -0.26901889
## ARTS -0.02499440
## TECH -0.25414480
## EPS 0.21985650
## GEO -0.16485812
## EXPO -0.06048296
##
## $cor
##          Dim.1          Dim.2          Dim.3          Dim.4          Dim.5
## ORTH 0.650378590 -0.49271901 0.173647652 -0.10480943 0.14895341
## GRAM 0.417388795 -0.48575680 -0.071743415 -0.01051370 0.50581332
## EXPR 0.874166811 0.01540502 0.046797227 0.04371614 0.14884945
## RECI 0.247299110 0.59505913 -0.371423503 0.02016356 0.39197929
## MATH 0.733273680 -0.17286351 -0.306912714 0.42772948 -0.08498142
## ANGL 0.660960956 -0.58211516 -0.178752583 0.06388966 -0.09975141
## HIST 0.698144175 -0.30880357 0.072665513 0.34374243 -0.12739816
## BIOL 0.598226171 0.29312427 0.324794825 -0.44434410 -0.34799317
## EDMU 0.644856795 0.53510937 0.097359762 -0.09289748 0.29956935
## ARTS 0.758076081 0.33115891 0.006050377 -0.36129256 0.08037631
## TECH 0.009501976 0.51511927 -0.466209076 0.56544225 -0.12534130
## EPS 0.043328615 0.43201931 0.601812160 0.37873765 0.35484197
## GEO 0.447322427 0.22075833 0.540616973 0.38354653 -0.41420069
## EXPO 0.583734627 0.33551118 -0.453503335 -0.27451089 -0.33011273
##          Dim.6
## ORTH 0.08838310
## GRAM -0.44518048
## EXPR -0.05330594
## RECI 0.44483606
## MATH 0.07701079
## ANGL 0.26335740
## HIST 0.13551033
## BIOL 0.05707330
## EDMU -0.26901889
## ARTS -0.02499440
## TECH -0.25414480
## EPS 0.21985650
## GEO -0.16485812
## EXPO -0.06048296
##
## $cos2
##          Dim.1          Dim.2          Dim.3          Dim.4          Dim.5

```

```

## ORTH 4.229923e-01 0.2427720217 3.015351e-02 0.0109850169 0.022187119
## GRAM 1.742134e-01 0.2359596680 5.147118e-03 0.0001105378 0.255847113
## EXPR 7.641676e-01 0.0002373146 2.189980e-03 0.0019111006 0.022156159
## RECI 6.115685e-02 0.3540953710 1.379554e-01 0.0004065693 0.153647766
## MATH 5.376903e-01 0.0298817942 9.419541e-02 0.1829525118 0.007221842
## ANGL 4.368694e-01 0.3388580549 3.195249e-02 0.0040818887 0.009950343
## HIST 4.874053e-01 0.0953596459 5.280277e-03 0.1181588583 0.016230290
## BIOL 3.578746e-01 0.0859218394 1.054917e-01 0.1974416771 0.121099246
## EDMU 4.158403e-01 0.2863420326 9.478923e-03 0.0086299409 0.089741798
## ARTS 5.746793e-01 0.1096662218 3.660706e-05 0.1305323137 0.006460351
## TECH 9.028755e-05 0.2653478631 2.173509e-01 0.3197249347 0.015710442
## EPS 1.877369e-03 0.1866406803 3.621779e-01 0.1434422081 0.125912825
## GEO 2.000974e-01 0.0487342381 2.922667e-01 0.1471079399 0.171562210
## EXPO 3.407461e-01 0.1125677514 2.056653e-01 0.0753562303 0.108974416
##
## Dim.6
## ORTH 0.0078115731
## GRAM 0.1981856560
## EXPR 0.0028415229
## RECI 0.1978791194
## MATH 0.0059306617
## ANGL 0.0693571217
## HIST 0.0183630508
## BIOL 0.0032573611
## EDMU 0.0723711628
## ARTS 0.0006247203
## TECH 0.0645895797
## EPS 0.0483368825
## GEO 0.0271781991
## EXPO 0.0036581890
##
## $contrib
## Dim.1 Dim.2 Dim.3 Dim.4 Dim.5
## ORTH 8.857178434 10.147700841 2.011115774 0.819262759 1.9692093
## GRAM 3.647913177 9.862949216 0.343291721 0.008243911 22.7076131
## EXPR 16.001163011 0.009919583 0.146062754 0.142529916 1.9664615
## RECI 1.280583878 14.800939040 9.201063052 0.030321946 13.6369489
## MATH 11.258878062 1.249038115 6.282449446 13.644601594 0.6409718
## ANGL 9.147755175 14.164029878 2.131100334 0.304427329 0.8831389
## HIST 10.205943479 3.985966555 0.352172894 8.812289759 1.4405132
## BIOL 7.493655757 3.591472838 7.035864125 14.725203802 10.7481175
## EDMU 8.707419780 11.968896845 0.632205474 0.643621144 7.9649991
## ARTS 12.033404324 4.583971428 0.002441541 9.735102286 0.5733860
## TECH 0.001890561 11.091355234 14.496417584 23.845091334 1.3943743
## EPS 0.039310859 7.801449997 24.155785266 10.697922436 11.1753449
## GEO 4.189905868 2.037057095 19.492996119 10.971312784 15.2269386
## EXPO 7.134997636 4.705253336 13.717033917 5.620069002 9.6719828
##
## Dim.6
## ORTH 1.08436118
## GRAM 27.51108242
## EXPR 0.39444515
## RECI 27.46853062
## MATH 0.82326303
## ANGL 9.62778805
## HIST 2.54906139

```

```
## BIOL 0.45216960
## EDMU 10.04618126
## ARTS 0.08672036
## TECH 8.96598313
## EPS 6.70986985
## GEO 3.77273356
## EXPO 0.50781041
```

Et pour les individus, on retrouvera ces informations dans la variable :

```
data.pca$ind
```

```
## $coord
##          Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4      Dim.5
## EL01 -3.46829286 -2.48905999 -0.49957922 -0.25311118 -0.70752120
## EL02 -0.40191364  1.59959535  0.32345688  2.12961303  0.55734015
## EL03 -0.34236081  0.32431321  1.43507459  0.34376495  0.36094107
## EL04  0.85381133 -0.91935307  1.91208115 -2.75008233 -1.13000180
## EL05  1.38506473  1.03014005 -0.24547556 -0.33046869  0.22643087
## EL06 -0.95508698 -0.60747266 -1.22508238  1.15938901 -0.98668811
## EL07  1.54604173  0.70394630 -1.47838488  0.76257176 -0.03404613
## EL08  0.38010204  1.25010046 -0.07265920 -0.20194924 -1.28114818
## EL09  3.09058348  0.99216038  0.06237004  0.42533512  0.51023530
## EL10  4.89577183 -2.16036642 -0.03871588  0.98136354  1.66102013
## EL11  0.62866206  1.10747236 -0.77589172  0.74472643 -0.53960637
## EL12 -5.20192545 -0.03860811  0.98309591  1.68562562  0.37433423
## EL13  2.04130576 -3.01489363 -2.41830474  0.27125287  0.05004161
## EL14  0.23707859 -0.49588860 -0.05745386 -0.13193469 -0.43422187
## EL15  0.45278279  0.82767360  0.20619226  0.45545321  0.31083342
## EL16  0.10294777  2.06956018 -0.05958381 -1.35583168  0.42031642
## EL17 -1.23724876 -1.94525898 -0.86516985  0.75199310 -2.28472639
## EL18 -0.61564506  1.04015369  1.25960897 -0.13112976  0.96784128
## EL19 -0.05471845  1.90574677  0.07198054 -0.84315114  0.48848331
## EL20 -1.62753070 -0.13933938 -1.37484496  0.41280516 -0.38579499
## EL21  4.02799308 -1.83948153  0.33260278 -0.70791315  0.69090872
## EL22 -1.51564911  1.94171309 -0.76022375  0.09491130 -0.29644147
## EL23 -2.44084796 -3.28178895  2.99408964  0.64609910  1.53904412
## EL24 -3.80357455 -0.26329880 -2.49914378 -3.08917430  2.45981603
## EL25  0.79038760 -0.08048834  1.48678253 -1.66840034 -2.27477030
## EL26  0.27328828  1.79774298  0.64500275  0.66848215  0.53294601
## EL27  0.95897328  0.68498009  0.65817557 -0.07023984 -0.79556585
##          Dim.6
## EL01 -0.89783568
## EL02  0.10794789
## EL03 -0.89395179
## EL04 -0.20334673
## EL05  0.15437482
## EL06 -0.56630333
## EL07  1.29780438
## EL08  1.17929414
## EL09  1.28110311
## EL10 -0.18151976
## EL11  0.11331997
## EL12 -1.16582477
## EL13 -1.08675580
```

```

## EL14 0.07705216
## EL15 -0.51543107
## EL16 -1.50206943
## EL17 1.07276587
## EL18 -0.22421974
## EL19 -0.07624169
## EL20 -0.32282267
## EL21 -0.59716576
## EL22 1.12900234
## EL23 1.84259692
## EL24 0.86012090
## EL25 0.13492274
## EL26 -0.55856027
## EL27 -0.45825676
##
## $cos2
##          Dim.1          Dim.2          Dim.3          Dim.4          Dim.5
## EL01 0.4939871802 2.544221e-01 1.024927e-02 0.002630915 0.0205571576
## EL02 0.0153995953 2.439294e-01 9.974166e-03 0.432359700 0.0296131412
## EL03 0.0166886948 1.497558e-02 2.932265e-01 0.016825868 0.0185492724
## EL04 0.0479934437 5.564457e-02 2.406970e-01 0.497908429 0.0840652212
## EL05 0.3600361353 1.991583e-01 1.130896e-02 0.020495881 0.0096222628
## EL06 0.1129788331 4.570510e-02 1.858839e-01 0.166482884 0.1205788198
## EL07 0.2632166806 5.456951e-02 2.406833e-01 0.064037213 0.0001276458
## EL08 0.0182880009 1.978134e-01 6.682624e-04 0.005162384 0.2077612553
## EL09 0.7087389345 7.304140e-02 2.886406e-04 0.013423563 0.0193172960
## EL10 0.7054236666 1.373607e-01 4.411496e-05 0.028344417 0.0812002716
## EL11 0.0578275144 1.794592e-01 8.808506e-02 0.081150940 0.0426043718
## EL12 0.7479313706 4.119938e-05 2.671316e-02 0.078533643 0.0038730455
## EL13 0.1890057468 4.122901e-01 2.652656e-01 0.003337395 0.0001135851
## EL14 0.0117306940 5.132244e-02 6.889338e-04 0.003632930 0.0393516013
## EL15 0.0661412413 2.210094e-01 1.371631e-02 0.066923717 0.0311707991
## EL16 0.0011253451 4.547869e-01 3.769713e-04 0.195192611 0.0187587770
## EL17 0.1047887060 2.590331e-01 5.123930e-02 0.038710443 0.3573294562
## EL18 0.0674655222 1.925822e-01 2.824181e-01 0.003060720 0.1667359971
## EL19 0.0004757406 5.770759e-01 8.232519e-04 0.112957071 0.0379142097
## EL20 0.3713275349 2.721739e-03 2.649758e-01 0.023888507 0.0208646900
## EL21 0.7298912794 1.522200e-01 4.976597e-03 0.022544505 0.0214744520
## EL22 0.2559401091 4.200598e-01 6.439081e-02 0.001003637 0.0097908168
## EL23 0.1827312433 3.303335e-01 2.749546e-01 0.012803527 0.0726496443
## EL24 0.3846758662 1.843354e-03 1.660709e-01 0.253744069 0.1608852874
## EL25 0.0524308493 5.437167e-04 1.855246e-01 0.233618481 0.4342919261
## EL26 0.0084552474 3.658807e-01 4.709854e-02 0.050589915 0.0321551650
## EL27 0.1868929233 9.535330e-02 8.803662e-02 0.001002644 0.1286269923
##
##          Dim.6
## EL01 0.0331038021
## EL02 0.0011108927
## EL03 0.1137843368
## EL04 0.0027222779
## EL05 0.0044725878
## EL06 0.0397200205
## EL07 0.1854767398
## EL08 0.1760394942
## EL09 0.1217793087

```

```

## EL10 0.0009697404
## EL11 0.0018789401
## EL12 0.0375664415
## EL13 0.0535701449
## EL14 0.0012391066
## EL15 0.0857104383
## EL16 0.2395696680
## EL17 0.0787789737
## EL18 0.0089488816
## EL19 0.0009236078
## EL20 0.0146092132
## EL21 0.0160424443
## EL22 0.1420138481
## EL23 0.1041338756
## EL24 0.0196711650
## EL25 0.0015278368
## EL26 0.0353203010
## EL27 0.0426773652

```

```
##
```

```
## $contrib
```

##	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
## EL01	9.328905241	9.59126708	0.616515806	0.17696256	1.645531171
## EL02	0.125275069	3.96118861	0.258445075	12.52737590	1.021099027
## EL03	0.090900704	0.16283004	5.087265764	0.32642387	0.428252390
## EL04	0.565357272	1.30848854	9.031255314	20.89056129	4.197449434
## EL05	1.487781989	1.64284957	0.148851085	0.30166113	0.168538244
## EL06	0.707432497	0.57129277	3.707371169	3.71293267	3.200272755
## EL07	1.853709107	0.76715711	5.398964876	1.60627596	0.003810331
## EL08	0.112046826	2.41932985	0.013041174	0.11265310	5.395428364
## EL09	7.407644214	1.52394402	0.009609208	0.49971364	0.855791960
## EL10	18.588377979	7.22537004	0.003702659	2.66022614	9.069367389
## EL11	0.306502245	1.89876424	1.487091590	1.53197702	0.957152954
## EL12	20.985890664	0.00230761	2.387411364	7.84839701	0.460623717
## EL13	3.231582745	14.07178676	14.446330034	0.20323916	0.008231703
## EL14	0.043589696	0.38069178	0.008154061	0.04808136	0.619798592
## EL15	0.158993355	1.06053122	0.105021975	0.57298895	0.317601550
## EL16	0.008219267	6.63073046	0.008769846	5.07773785	0.580737548
## EL17	1.187170818	5.85814498	1.849005639	1.56201943	17.159143162
## EL18	0.293940859	1.67494396	3.919286109	0.04749646	3.079182908
## EL19	0.002322024	5.62257996	0.012798694	1.96367488	0.784380256
## EL20	2.054270051	0.03005751	4.669204845	0.47070515	0.489260732
## EL21	12.582779600	5.23836937	0.273267018	1.38426323	1.569164771
## EL22	1.781543769	5.83680752	1.427638803	0.02488253	0.288871778
## EL23	4.620411054	16.67349157	22.144458992	1.15307352	7.786267887
## EL24	11.219745959	0.10732552	15.428296052	26.35988703	19.889893504
## EL25	0.484483948	0.01002931	5.460474394	7.68881226	17.009921121
## EL26	0.057921681	5.00334513	1.027681671	1.23435008	0.933670474
## EL27	0.713201366	0.72637544	1.070086782	0.01362780	2.080556279

```
##
```

##	Dim.6
## EL01	4.14443581
## EL02	0.05991010
## EL03	4.10865707
## EL04	0.21259158
## EL05	0.12252497



```
## EL06 1.64880738
## EL07 8.65944717
## EL08 7.15016355
## EL09 8.43800670
## EL10 0.16940238
## EL11 0.06602138
## EL12 6.98776437
## EL13 6.07205407
## EL14 0.03052399
## EL15 1.36588107
## EL16 11.59983228
## EL17 5.91672783
## EL18 0.25847549
## EL19 0.02988524
## EL20 0.53579634
## EL21 1.83341801
## EL22 6.55332005
## EL23 17.45550327
## EL24 3.80356377
## EL25 0.09359271
## EL26 1.60402736
## EL27 1.07966605
##
## $dist
##      EL01      EL02      EL03      EL04      EL05      EL06      EL07      EL08
## 4.934668 3.238755 2.650165 3.897364 2.308325 2.841479 3.013454 2.810717
##      EL09      EL10      EL11      EL12      EL13      EL14      EL15      EL16
## 3.671109 5.829028 2.614267 6.014967 4.695378 2.188923 1.760572 3.068839
##      EL17      EL18      EL19      EL20      EL21      EL22      EL23      EL24
## 3.822080 2.370224 2.508700 2.670857 4.714760 2.995915 5.709977 6.132598
##      EL25      EL26      EL27
## 3.451808 2.972062 2.218248
```

## Partie 3 : Analyse des résultats

### Question 2 : Tableau des statistiques sommaires

La tableau des statistiques sommaires est obtenu par la fonction :

```
summary(data)
```

```
##      ORTH      GRAM      EXPR      RECI
## Min.   : 0.00   Min.   : 2.000   Min.   : 2.000   Min.   : 4.00
## 1st Qu.: 5.75   1st Qu.: 6.500   1st Qu.: 7.500   1st Qu.: 6.50
## Median :11.00   Median : 7.500   Median : 9.000   Median :10.00
## Mean   :10.02   Mean   : 7.556   Mean   : 8.889   Mean   :10.07
## 3rd Qu.:14.00   3rd Qu.: 8.500   3rd Qu.:10.500   3rd Qu.:12.50
## Max.   :20.00   Max.   :14.500   Max.   :16.500   Max.   :16.00
##      MATH      ANGL      HIST      BIOL
## Min.   : 8.00   Min.   : 3.00   Min.   : 5.000   Min.   : 2.000
## 1st Qu.:10.00   1st Qu.: 8.75   1st Qu.: 7.750   1st Qu.: 7.000
## Median :12.00   Median :11.00   Median : 9.000   Median :10.000
## Mean   :12.57   Mean   :10.93   Mean   : 9.204   Mean   : 9.593
## 3rd Qu.:14.50   3rd Qu.:12.75   3rd Qu.:11.000   3rd Qu.:12.000
```

```
## Max. :18.00 Max. :17.00 Max. :15.000 Max. :17.000
## EDMU ARTS TECH EPS
## Min. : 7.00 Min. : 1.500 Min. : 0.00 Min. : 5.00
## 1st Qu.:13.75 1st Qu.: 6.750 1st Qu.:11.50 1st Qu.:11.00
## Median :16.00 Median : 9.000 Median :14.00 Median :13.50
## Mean :15.20 Mean : 9.019 Mean :12.63 Mean :13.07
## 3rd Qu.:17.50 3rd Qu.:12.500 3rd Qu.:16.00 3rd Qu.:15.25
## Max. :19.00 Max. :14.500 Max. :18.00 Max. :18.50
## GEO EXPO
## Min. : 0.00 Min. : 0.00
## 1st Qu.:13.00 1st Qu.:13.50
## Median :14.00 Median :15.00
## Mean :13.80 Mean :14.48
## 3rd Qu.:15.25 3rd Qu.:17.00
## Max. :18.00 Max. :18.00
```

Grâce à ce tableau, nous pouvons déduire les renseignements suivants :

- En grammaire (variable GRAM) 50% des élèves ont en dessous de 7,5, tandis que 50% des élèves ont plus de 15 de moyenne en exposé (variable EXPO).
- En orthographe (ORTH), les notes sont très hétérogènes (minimum 0 et maximum 20 de moyenne), comme en technologie (TECH) ou en géographie (GEO).
- Généralement la moyenne dans chacune des 14 matières est supérieure à 10, on peut donc déduire que la classe a plutôt un bon niveau.

### Question 3 : Coefficient de corrélation

Pour obtenir les différents coefficients de corrélation entre les différentes variables de notre jeu de données, on utilise la fonction `rcorr` se trouvant dans la librairie `Hmisc` :

```
Hmisc::rcorr(as.matrix(data))[1]$r
```

```
## ORTH GRAM EXPR RECI MATH
## ORTH 1.00000000 0.53193641 0.512491039 -0.06584006 0.37741318
## GRAM 0.53193641 1.00000000 0.354117977 -0.10403022 0.34116941
## EXPR 0.51249104 0.35411798 1.000000000 0.23620258 0.58934714
## RECI -0.06584006 -0.10403022 0.236202578 1.00000000 0.18054329
## MATH 0.37741318 0.34116941 0.589347137 0.18054329 1.00000000
## ANGL 0.65441947 0.40357186 0.538117448 -0.04141681 0.69692407
## HIST 0.54466302 0.29507903 0.591412881 -0.05760725 0.63763616
## BIOL 0.35035637 -0.02040237 0.401657962 0.13463036 0.11846745
## EDMU 0.18337932 0.20517943 0.634169061 0.41163083 0.27548988
## ARTS 0.30740988 0.14521896 0.724991566 0.32487576 0.37126688
## TECH -0.29362248 -0.16625700 0.003608444 0.34084641 0.20992505
## EPS -0.03960858 -0.09472332 0.026370611 0.23648194 -0.06024121
## GEO 0.16244818 -0.07176006 0.394955377 -0.11088774 0.32617140
## EXPO 0.14269742 0.05278196 0.314635869 0.32985689 0.41091247
## ANGL HIST BIOL EDMU ARTS
## ORTH 0.654419471 0.54466302 0.35035637 0.183379320 0.30740988
## GRAM 0.403571855 0.29507903 -0.02040237 0.205179429 0.14521896
## EXPR 0.538117448 0.59141288 0.40165796 0.634169061 0.72499157
## RECI -0.041416815 -0.05760725 0.13463036 0.411630831 0.32487576
## MATH 0.696924068 0.63763616 0.11846745 0.275489880 0.37126688
## ANGL 1.000000000 0.59218482 0.17154873 0.004124413 0.28688027
## HIST 0.592184818 1.00000000 0.25930812 0.221296794 0.26157530
## BIOL 0.171548732 0.25930812 1.00000000 0.455598901 0.58337642
```

```
## EDMU 0.004124413 0.22129679 0.45559890 1.000000000 0.70027355
## ARTS 0.286880270 0.26157530 0.58337642 0.700273555 1.00000000
## TECH -0.226097749 -0.01474255 -0.16504177 0.176027437 -0.05394396
## EPS -0.273408387 0.06731441 0.09803248 0.292349967 0.06551116
## GEO 0.134354152 0.32889942 0.46281961 0.322071990 0.23962044
## EXPO 0.253589128 0.25840339 0.56177062 0.432835103 0.57057209
##          TECH          EPS          GEO          EXPO
## ORTH -0.293622483 -0.03960858 0.16244818 0.14269742
## GRAM -0.166257002 -0.09472332 -0.07176006 0.05278196
## EXPR 0.003608444 0.02637061 0.39495538 0.31463587
## RECI 0.340846405 0.23648194 -0.11088774 0.32985689
## MATH 0.209925049 -0.06024121 0.32617140 0.41091247
## ANGL -0.226097749 -0.27340839 0.13435415 0.25358913
## HIST -0.014742553 0.06731441 0.32889942 0.25840339
## BIOL -0.165041767 0.09803248 0.46281961 0.56177062
## EDMU 0.176027437 0.29234997 0.32207199 0.43283510
## ARTS -0.053943960 0.06551116 0.23962044 0.57057209
## TECH 1.000000000 0.06968198 0.15458283 0.28872427
## EPS 0.069681976 1.00000000 0.34711802 -0.21845283
## GEO 0.154582835 0.34711802 1.00000000 0.09439988
## EXPO 0.288724270 -0.21845283 0.09439988 1.00000000
```

On remarque qu'il y a très peu de coefficient négatif entre les variables, et que ces coefficients sont relativement faible, les seuls coefficients de corrélation négatif ayant une valeur "correcte" sont ceux entre :

- L'orthographe et la technologie (-0.29)
- La grammaire et la technologie (-0.17)
- L'anglais et la technologie (-0.22)
- L'anglais et l'éducation physique et sportive (-0.27)
- La biologie et la technologie (-0.17)
- L'éducation physique et sportive et l'exposé (-0.22)

La technologie est souvent négativement corrélé avec les autres disciplines, cela n'est pas étonnant, en effet, cette matière est relativement à part et n'a pas de relation avec les autres, elle est très probablement peu travaillé par rapport aux autres.

Tout comme l'EPS qui n'a aucun rapport avec des matières comme l'anglais ou l'exposé, il n'est donc pas étonnant de voir un coefficient de corrélation négatif entre ces disciplines.

## Question 4 : Nombre de composantes principales à retenir

Pour rappel, on obtient les valeurs propres des dimensions grâce à la variable :

```
data.pca$eig
```

```
##          eigenvalue percentage of variance
## comp 1  4.77570045          34.1121461
## comp 2  2.39238450          17.0884607
## comp 3  1.49934217          10.7095870
## comp 4  1.34084173           9.5774409
## comp 5  1.12670192           8.0478709
## comp 6  0.72038480           5.1456057
## comp 7  0.59919071           4.2799337
## comp 8  0.42748490           3.0534636
## comp 9  0.39040787           2.7886277
## comp 10 0.25931678           1.8522627
## comp 11 0.18210022           1.3007158
```

```
## comp 12 0.12552548          0.8966105
## comp 13 0.09728799          0.6949142
## comp 14 0.06333049          0.4523606
##          cumulative percentage of variance
## comp 1          34.11215
## comp 2          51.20061
## comp 3          61.91019
## comp 4          71.48763
## comp 5          79.53551
## comp 6          84.68111
## comp 7          88.96104
## comp 8          92.01451
## comp 9          94.80314
## comp 10         96.65540
## comp 11         97.95611
## comp 12         98.85273
## comp 13         99.54764
## comp 14        100.00000
```

Il y a 3 critères pour déterminer le nombre d'axes à retenir pour notre analyse, ce sont :

- La part d'inertie cumulée supérieure à 80%
- La comparaison avec la moyenne
- La règle du coude (également appelée règle de Kaiser)

Nous allons pour chacun de ces critères, déterminer le nombre de composantes principales à retenir.

### Part d'inertie cumulée

Pour ce critère, nous devons additionner les valeurs propres des axes jusqu'à obtenir un pourcentage cumulé supérieur à 80%, grâce au tableau ci-dessus, nous pouvons retenir les 6 premières composantes qui à elles seules représentent un peu plus 84% de l'information totale.

### Comparaison avec la moyenne

Pour utiliser ce critère, on commence par calculer la moyenne des pourcentages des valeurs propres, obtenu grâce à :

```
mean(data.pca$eig[,2])
```

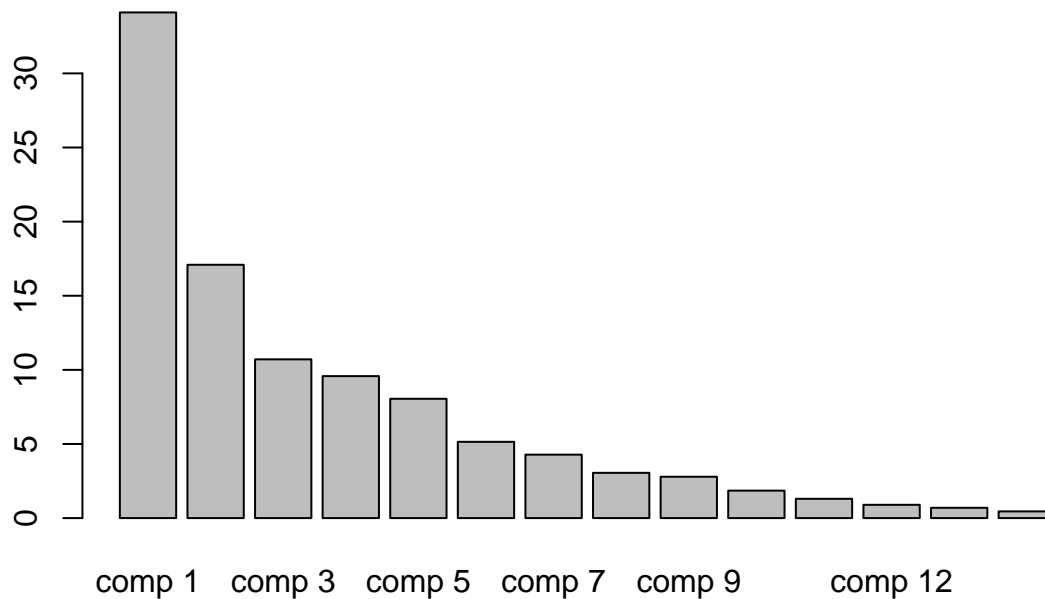
```
## [1] 7.142857
```

Puis nous retenons les composantes principales dont le pourcentage d'inertie est supérieur à cette moyenne, dans notre cas, nous pouvons retenir les 5 premières composantes principales en utilisant ce critère.

### Critère de coude

Pour utiliser ce critère, nous devons d'abord tracer le graphique suivant :

```
barplot(data.pca$eig[,2])
```



On recherche l'apparition d'un coude, sur notre graphique, le coude apparaît entre le 3e et 4e dimension, donc selon ce critère nous pouvons retenir 3 composantes principales.

## Conclusion

Nous décidons de retenir 5 composantes principales pour notre analyse.

## Question 5 : Interprétation des 3 premiers axes par rapport aux disciplines

On recupère les données (contribution, qualité de représentation et coordonnées) des disciplines sur les différentes dimensions grâce à la variable :

```
data.pca$var
```

```
## $coord
##          Dim.1      Dim.2      Dim.3      Dim.4      Dim.5
## ORTH 0.650378590 -0.49271901 0.173647652 -0.10480943 0.14895341
## GRAM 0.417388795 -0.48575680 -0.071743415 -0.01051370 0.50581332
## EXPR 0.874166811 0.01540502 0.046797227 0.04371614 0.14884945
## RECI 0.247299110 0.59505913 -0.371423503 0.02016356 0.39197929
## MATH 0.733273680 -0.17286351 -0.306912714 0.42772948 -0.08498142
## ANGL 0.660960956 -0.58211516 -0.178752583 0.06388966 -0.09975141
## HIST 0.698144175 -0.30880357 0.072665513 0.34374243 -0.12739816
## BIOL 0.598226171 0.29312427 0.324794825 -0.44434410 -0.34799317
## EDMU 0.644856795 0.53510937 0.097359762 -0.09289748 0.29956935
## ARTS 0.758076081 0.33115891 0.006050377 -0.36129256 0.08037631
## TECH 0.009501976 0.51511927 -0.466209076 0.56544225 -0.12534130
```

```

## EPS 0.043328615 0.43201931 0.601812160 0.37873765 0.35484197
## GEO 0.447322427 0.22075833 0.540616973 0.38354653 -0.41420069
## EXPO 0.583734627 0.33551118 -0.453503335 -0.27451089 -0.33011273
##          Dim.6
## ORTH 0.08838310
## GRAM -0.44518048
## EXPR -0.05330594
## RECI 0.44483606
## MATH 0.07701079
## ANGL 0.26335740
## HIST 0.13551033
## BIOL 0.05707330
## EDMU -0.26901889
## ARTS -0.02499440
## TECH -0.25414480
## EPS 0.21985650
## GEO -0.16485812
## EXPO -0.06048296
##
## $cor
##          Dim.1          Dim.2          Dim.3          Dim.4          Dim.5
## ORTH 0.650378590 -0.49271901 0.173647652 -0.10480943 0.14895341
## GRAM 0.417388795 -0.48575680 -0.071743415 -0.01051370 0.50581332
## EXPR 0.874166811 0.01540502 0.046797227 0.04371614 0.14884945
## RECI 0.247299110 0.59505913 -0.371423503 0.02016356 0.39197929
## MATH 0.733273680 -0.17286351 -0.306912714 0.42772948 -0.08498142
## ANGL 0.660960956 -0.58211516 -0.178752583 0.06388966 -0.09975141
## HIST 0.698144175 -0.30880357 0.072665513 0.34374243 -0.12739816
## BIOL 0.598226171 0.29312427 0.324794825 -0.44434410 -0.34799317
## EDMU 0.644856795 0.53510937 0.097359762 -0.09289748 0.29956935
## ARTS 0.758076081 0.33115891 0.006050377 -0.36129256 0.08037631
## TECH 0.009501976 0.51511927 -0.466209076 0.56544225 -0.12534130
## EPS 0.043328615 0.43201931 0.601812160 0.37873765 0.35484197
## GEO 0.447322427 0.22075833 0.540616973 0.38354653 -0.41420069
## EXPO 0.583734627 0.33551118 -0.453503335 -0.27451089 -0.33011273
##          Dim.6
## ORTH 0.08838310
## GRAM -0.44518048
## EXPR -0.05330594
## RECI 0.44483606
## MATH 0.07701079
## ANGL 0.26335740
## HIST 0.13551033
## BIOL 0.05707330
## EDMU -0.26901889
## ARTS -0.02499440
## TECH -0.25414480
## EPS 0.21985650
## GEO -0.16485812
## EXPO -0.06048296
##
## $cos2
##          Dim.1          Dim.2          Dim.3          Dim.4          Dim.5
## ORTH 4.229923e-01 0.2427720217 3.015351e-02 0.0109850169 0.022187119

```

```

## GRAM 1.742134e-01 0.2359596680 5.147118e-03 0.0001105378 0.255847113
## EXPR 7.641676e-01 0.0002373146 2.189980e-03 0.0019111006 0.022156159
## RECI 6.115685e-02 0.3540953710 1.379554e-01 0.0004065693 0.153647766
## MATH 5.376903e-01 0.0298817942 9.419541e-02 0.1829525118 0.007221842
## ANGL 4.368694e-01 0.3388580549 3.195249e-02 0.0040818887 0.009950343
## HIST 4.874053e-01 0.0953596459 5.280277e-03 0.1181588583 0.016230290
## BIOL 3.578746e-01 0.0859218394 1.054917e-01 0.1974416771 0.121099246
## EDMU 4.158403e-01 0.2863420326 9.478923e-03 0.0086299409 0.089741798
## ARTS 5.746793e-01 0.1096662218 3.660706e-05 0.1305323137 0.006460351
## TECH 9.028755e-05 0.2653478631 2.173509e-01 0.3197249347 0.015710442
## EPS 1.877369e-03 0.1866406803 3.621779e-01 0.1434422081 0.125912825
## GEO 2.000974e-01 0.0487342381 2.922667e-01 0.1471079399 0.171562210
## EXPO 3.407461e-01 0.1125677514 2.056653e-01 0.0753562303 0.108974416
##
## Dim.6
## ORTH 0.0078115731
## GRAM 0.1981856560
## EXPR 0.0028415229
## RECI 0.1978791194
## MATH 0.0059306617
## ANGL 0.0693571217
## HIST 0.0183630508
## BIOL 0.0032573611
## EDMU 0.0723711628
## ARTS 0.0006247203
## TECH 0.0645895797
## EPS 0.0483368825
## GEO 0.0271781991
## EXPO 0.0036581890
##
## $contrib
## Dim.1 Dim.2 Dim.3 Dim.4 Dim.5
## ORTH 8.857178434 10.147700841 2.011115774 0.819262759 1.9692093
## GRAM 3.647913177 9.862949216 0.343291721 0.008243911 22.7076131
## EXPR 16.001163011 0.009919583 0.146062754 0.142529916 1.9664615
## RECI 1.280583878 14.800939040 9.201063052 0.030321946 13.6369489
## MATH 11.258878062 1.249038115 6.282449446 13.644601594 0.6409718
## ANGL 9.147755175 14.164029878 2.131100334 0.304427329 0.8831389
## HIST 10.205943479 3.985966555 0.352172894 8.812289759 1.4405132
## BIOL 7.493655757 3.591472838 7.035864125 14.725203802 10.7481175
## EDMU 8.707419780 11.968896845 0.632205474 0.643621144 7.9649991
## ARTS 12.033404324 4.583971428 0.002441541 9.735102286 0.5733860
## TECH 0.001890561 11.091355234 14.496417584 23.845091334 1.3943743
## EPS 0.039310859 7.801449997 24.155785266 10.697922436 11.1753449
## GEO 4.189905868 2.037057095 19.492996119 10.971312784 15.2269386
## EXPO 7.134997636 4.705253336 13.717033917 5.620069002 9.6719828
##
## Dim.6
## ORTH 1.08436118
## GRAM 27.51108242
## EXPR 0.39444515
## RECI 27.46853062
## MATH 0.82326303
## ANGL 9.62778805
## HIST 2.54906139
## BIOL 0.45216960

```

```
## EDMU 10.04618126
## ARTS 0.08672036
## TECH 8.96598313
## EPS 6.70986985
## GEO 3.77273356
## EXPO 0.50781041
```

Pour chacune des 3 premières dimensions, nous allons retenir les disciplines ayant une contribution supérieure à la moyenne, et nous allons noter :

- La valeur de sa contribution
- La valeur de sa qualité de représentation selon cet axe
- Le signe

### Dim 1. (34,11%)

Disciplines	Contribution	Qualité	Signe
EXPR	16.00	0.76	+
MATH	11.26	0.53	+
HIST	10.21	0.48	+
ARTS	12.03	0.57	+
ANGL	9.15	0.44	+
ORTH	8.86	0.43	+
EDMU	8.71	0.41	+
EXPO	7.14	0.34	+
Somme	83.36		

Les disciplines retenus expliquent à elles seules 83.36% de l'information portée par la dimension 1, on remarque que sur cet axe, toutes les coordonnées des variables sont positives, cet axe n'oppose donc aucune variable. Il y a donc un lien entre l'expression écrite (EXPR), les mathématiques (MATH), l'histoire (HIST), les arts plastiques (ARTS), l'anglais (ANGL), l'orthographe (ORTH), l'éducation musicale (EDMU) et l'exposé (EXPO).

### Dim. 2 (17.09%)

Discipline	Contribution	Qualité	Signe
ORTH	10.14	0.24	-
GRAM	9.86	0.24	-
RECI	14.80	0.35	+
ANGL	14.16	0.34	-
EDMU	11.96	0.29	+
TECH	11.09	0.27	+
EPS	7.80	0.19	+
Somme	79.81		

Les disciplines retenus expliquent 79.81% de l'information portée par la dimension 2, en regardant le signe des variables sur cet axe, nous pouvons dire que la dimension 2 oppose la récitation (RECI), l'éducation musicale (EDMU), la technologie (TECH) et l'EPS aux matières orthographe (ORTH), grammaire (GRAM) et anglais (ANGL).

On remarque qu'on retrouve cette opposition dans les coefficients de corrélations entre ces disciplines.



### Dim. 3 (10.7%)

Disciplines	Contribution	Qualité	Signe
EPS	24.16	0.36	+
GEO	19.5	0.29	+
TECH	14.5	0.22	-
EXPO	13.72	0.21	-
RECI	9.20	0.14	-
Somme	81.08		

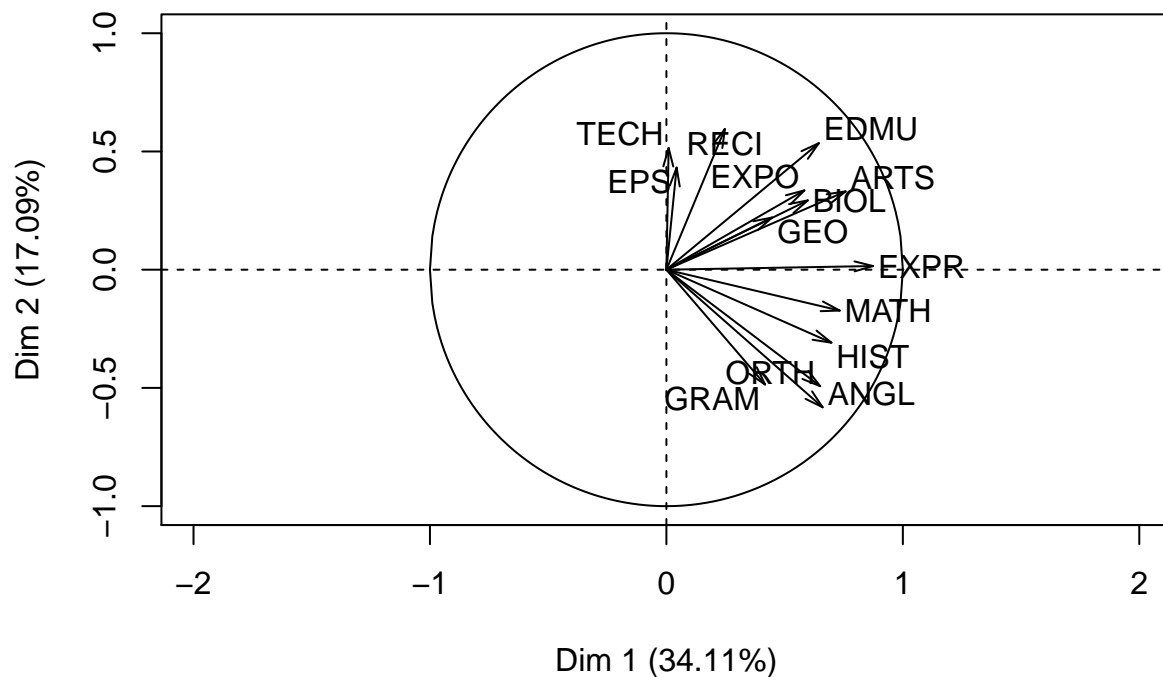
Les disciplines retenus expliquent 81.08% de l'information portée par la dimension 3, cet axe met en opposition l'EPS et la géographie (GEO) à la technologie (TECH), l'exposé (EXPO) et la récitation (RECI).

### Question 6 : Cercle de corrélation

On obtient le cercle de corrélation avec la fonction `plot.PCA` dans la librairie `FactoMineR` :

```
FactoMineR::plot.PCA(data.pca, axes = c(1,2), choix = "var")
```

### Variables factor map (PCA)



On remarque que suivant l'axe 1, toutes les variables sont positives, cet axe n'oppose aucune variable, elles sont toutes liées entre elles, si l'une de ces variables est grande, alors le reste des variables le sera aussi (mais faiblement dans le cas de la technologie ou l'EPS)

Les disciplines les mieux représentées dans ce plan sont les suivantes :

- l'éducation musicale
- l'expression écrite

- l'anglais
- l'orthographe

## Question 7 : Interprétation

On peut déduire de ce phénomène que si un élève est plutôt bon dans une de ces matières, il sera également bon dans les autres, et inversement, si il a de mauvaises notes dans une de celles-ci, il est fortement probable qu'il en a des mauvaises dans les autres également.

## Question 8 : Contribution de certains élèves

La contribution des élèves EL10 et EL12 par rapport aux axes factoriels 1 et 2 est donnée par :

```
data.pca$ind$contrib[c("EL10", "EL12"), c("Dim.1", "Dim.2")]
```

```
##          Dim.1      Dim.2
## EL10 18.58838  7.22537004
## EL12 20.98589  0.00230761
```

On remarque que les 2 élèves contribuent fortement au premier axe factoriel, tandis que seul l'élève EL10 contribue au deuxième axe factoriel. Nous pouvons interpréter ces résultats en disant que ces 2 élèves ont une bonne moyenne en expression écrite, en mathématiques, en biologie, en art plastique, en histoire. Tandis que seul l'élève EL10 a de bonne note en technologie, sport et récitation.

## Question 9 : Explication des axes 1,2 et 3 par les élèves

La contribution des différents élèves sur les 3 premiers axes est donnée grâce à la variable suivante :

```
data.pca$ind$contrib[, c("Dim.1", "Dim.2", "Dim.3")]
```

```
##          Dim.1      Dim.2      Dim.3
## EL01  9.328905241  9.59126708  0.616515806
## EL02  0.125275069  3.96118861  0.258445075
## EL03  0.090900704  0.16283004  5.087265764
## EL04  0.565357272  1.30848854  9.031255314
## EL05  1.487781989  1.64284957  0.148851085
## EL06  0.707432497  0.57129277  3.707371169
## EL07  1.853709107  0.76715711  5.398964876
## EL08  0.112046826  2.41932985  0.013041174
## EL09  7.407644214  1.52394402  0.009609208
## EL10 18.588377979  7.22537004  0.003702659
## EL11  0.306502245  1.89876424  1.487091590
## EL12 20.985890664  0.00230761  2.387411364
## EL13  3.231582745 14.07178676 14.446330034
## EL14  0.043589696  0.38069178  0.008154061
## EL15  0.158993355  1.06053122  0.105021975
## EL16  0.008219267  6.63073046  0.008769846
## EL17  1.187170818  5.85814498  1.849005639
## EL18  0.293940859  1.67494396  3.919286109
## EL19  0.002322024  5.62257996  0.012798694
## EL20  2.054270051  0.03005751  4.669204845
## EL21 12.582779600  5.23836937  0.273267018
## EL22  1.781543769  5.83680752  1.427638803
## EL23  4.620411054 16.67349157 22.144458992
## EL24 11.219745959  0.10732552 15.428296052
## EL25  0.484483948  0.01002931  5.460474394
```

```
## EL26  0.057921681  5.00334513  1.027681671
## EL27  0.713201366  0.72637544  1.070086782
```

Pour la dimension 1, les élèves qui l'expliquent sont : 1,9,10,12,21,23,24 Pour la dimension 2, les élèves qui l'expliquent sont : 1,13,16,17,19,21,22,23,26 Pour la dimension 3, les élèves qui l'expliquent sont : 3,4,7,13,20,23,24,25

## Question 10