

Devoir 1

1. Préparation des données et premiers traitements

1) Chargement des données

```
data_pluvio_France <- read.table("data_pluvio_France.csv", encoding="UTF-8",
                                sep=";", dec=".",header=TRUE,row.names=1)
data_contour_France <- read.table("data_contour_france_continentale.csv",
                                encoding="UTF-8",sep=";", dec=".",
                                header=TRUE)
head(data_pluvio_France, 3)
```

```
##          Longitude Latitude Geographie JANVIERp FEVRIERp MARSp AVRILp MAIp
## Ajaccio      8.7364  41.9256      Sud      78      69      51      39      43
## Angers       -0.5500  47.4667     Ouest      65      50      60      45      50
## Angouleme     0.1500  45.6500     Ouest      79      68      64      62      70
##          JUINp JUILLETp AOUp SEPTEMBREp OCTOBREp NOVEMBREp DECEMBREp
## Ajaccio      23      10      15      43      81      105      96
## Angers       55      35      60      55      65      80      70
## Angouleme     58      53      66      69      70      79      88
##          Precipitations.annuelles JANVIERnb.j.pl FEVRIERNb.j.pl MARSnb.j.pl
## Ajaccio              653      12      10      9
## Angers              690      16      13      12
## Angouleme           826      16      14      13
##          AVRILnb.j.pl MAInb.j.pl JUINnb.j.pl JUILLETnb.j.pl AOUnb.j.pl
## Ajaccio              9      8      4      1      2
## Angers              12      13      10      11      11
## Angouleme           12      14      11      12      12
##          SEPTEMBREnb.j.pl OCTOBREnb.j.pl NOVEMBREnb.j.pl DECEMBREnb.j.pl
## Ajaccio              6      10      11      13
## Angers              12      13      15      16
## Angouleme           12      13      15      16
##          Nombre.annuel.de.jours.de.pluie Temperature.moyenne.annuelle
## Ajaccio              95      14.71
## Angers              154      11.28
## Angouleme           160      12.02
##          Amplitude.annuelle.des.temperatures Insolation.annuelle
## Ajaccio              14.5      2811
## Angers              14.5      1899
```

```
## Angouleme
```

14.9

1989

2) Combien de stations météo sont présentes dans le fichier de pluviométrie ?

```
n = nrow(data_pluvio_France)
cat("Il y a", n, "stations météo.")
```

```
## Il y a 34 stations meteo.
```

3) Préparer deux sous-tableaux : l'un contenant les précipitations mensuelles (pluvio) et l'autre contenant les nombres de jours de pluie par mois (njp). Préparer également la variable geo contenant la localisation géographique (est,nord,ouest,sud) des stations.

```
pluvio <- data_pluvio_France %>% select(ends_with("p"))
head(pluvio, 3)
```

```
##          JANVIERp FEVRIERp MARSp AVRILp MAIp JUINp JUILLETp AOUP SEPTEMBREp
## Ajaccio          78          69          51          39          43          23          10          15          43
## Angers            65          50          60          45          50          55          35          60          55
## Angouleme         79          68          64          62          70          58          53          66          69
##          OCTOBREp NOVEMBREp DECEMBREp
## Ajaccio          81          105          96
## Angers            65          80          70
## Angouleme         70          79          88
```

```
njp <- data_pluvio_France %>% select(ends_with("pl"))
head(njp, 3)
```

```
##          JANVIERnb.j.pl FEVRIERnb.j.pl MARSnb.j.pl AVRILnb.j.pl MAInb.j.pl
## Ajaccio                12                10                9                9                8
## Angers                  16                13                12                12                13
## Angouleme               16                14                13                12                14
##          JUINnb.j.pl JUILLETnb.j.pl AOUnb.j.pl SEPTEMBREnb.j.pl
## Ajaccio                4                1                2                6
## Angers                  10                11                11                12
## Angouleme               11                12                12                12
##          OCTOBREnb.j.pl NOVEMBREnb.j.pl DECEMBREnb.j.pl
## Ajaccio                10                11                13
## Angers                  13                15                16
## Angouleme               13                15                16
```

```
geo <- data_pluvio_France$Geographie
head(geo, 3)
```

```
## [1] "Sud" "Ouest" "Ouest"
```

4) Calculer la moyenne et l'écart-type des précipitations mensuelles

```
moyenne <-apply(pluvio,1,mean)
moyenne
```

##	Ajaccio	Angers	Angouleme	Besancon
##	54.41667	57.50000	68.83333	90.66667
##	Biarritz	Bordeaux	Brest	Caen
##	122.83333	78.91667	96.41667	59.41667
##	Clermont-Ferrand	Dijon	Embrun	Grenoble
##	47.58333	61.16667	58.16667	83.75000
##	Lille	Limoges	Lyon	Marseille
##	51.00000	75.83333	69.00000	44.41667
##	Montpellier	Nancy	Nantes	Nice
##	61.33333	60.08333	67.41667	72.33333
##	Nimes	Orleans	Paris	Perpignan
##	56.66667	51.75000	52.00000	52.41667
##	Poitiers	Reims	Rennes	Rouen
##	58.50000	47.91667	52.83333	59.66667
##	Saint-Quentin	Strasbourg	Toulon	Toulouse
##	57.00000	59.91667	69.75000	54.66667
##	Tours	Vichy		
##	57.25000	63.41667		

```
ecartype<-apply(pluvio,1,sd) * sqrt((n-1)/n)
ecartype
```

##	Ajaccio	Angers	Angouleme	Besancon
##	30.851042	11.788579	9.503869	13.266499
##	Biarritz	Bordeaux	Brest	Caen
##	34.207412	19.439764	31.636144	11.855441
##	Clermont-Ferrand	Dijon	Embrun	Grenoble
##	18.989742	12.224614	10.132940	9.781059
##	Lille	Limoges	Lyon	Marseille
##	8.940983	10.880365	16.399426	17.510291
##	Montpellier	Nancy	Nantes	Nice
##	25.352805	9.656985	17.864482	36.989665
##	Nimes	Orleans	Paris	Perpignan
##	20.348435	4.972720	5.682791	21.557550
##	Poitiers	Reims	Rennes	Rouen
##	8.604035	6.094235	10.228277	9.424624
##	Saint-Quentin	Strasbourg	Toulon	Toulouse
##	8.454028	16.747915	32.455739	7.577055
##	Tours	Vichy		
##	6.118319	14.627482		

5) Relever la pluviométrie mensuelle maximale et le lieu et le mois où elle se produit

```
pluvio %>%
  mutate(city = row.names(pluvio)) %>%
  pivot_longer(-city) %>%
  filter(value==max(value))
```

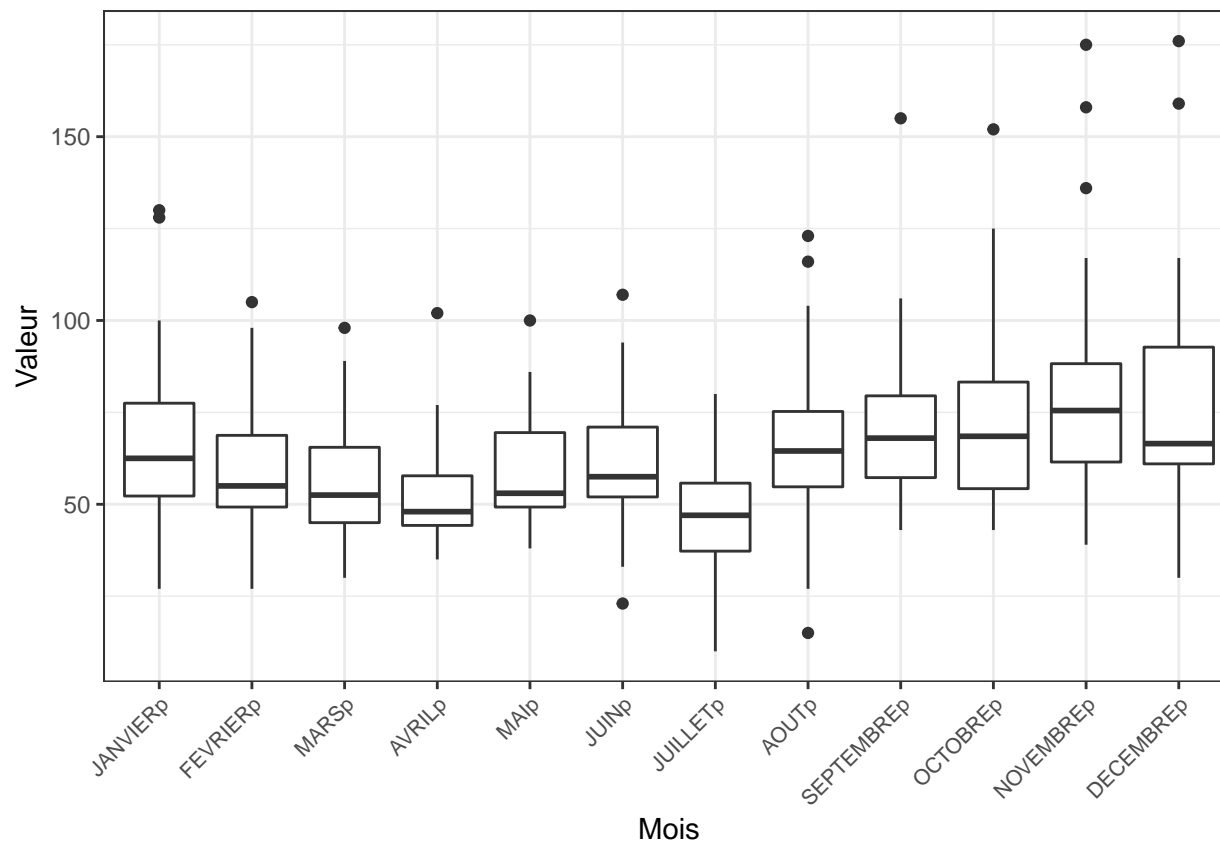
```
## # A tibble: 1 x 3
##   city      name      value
##   <chr>    <chr>    <int>
## 1 Biarritz DECEMBREp    176
```

6) Graphiques :

- Tracer les boxplots correspondant au tableau pluvio

Commentaire. Il est à noter que pendant la période du printemps et de l'été, la dispersion des précipitations est moindre que pendant la période de l'automne et de l'hiver. Cependant, en moyenne, la quantité de précipitations est assez stable tout au long de l'année.

```
df = pluvio %>%
  mutate(city = row.names(pluvio)) %>%
  pivot_longer(-city)
df$name <- factor(df$name, levels = unique(df$name))
df %>%
  ggplot() + aes(x = name, y = value) +
  geom_boxplot() + theme_bw() + xlab("Mois") + ylab("Valeur") +
  theme(legend.position="bottom",
        axis.text.x = element_text(size=8, angle=45, hjust = 1))
```



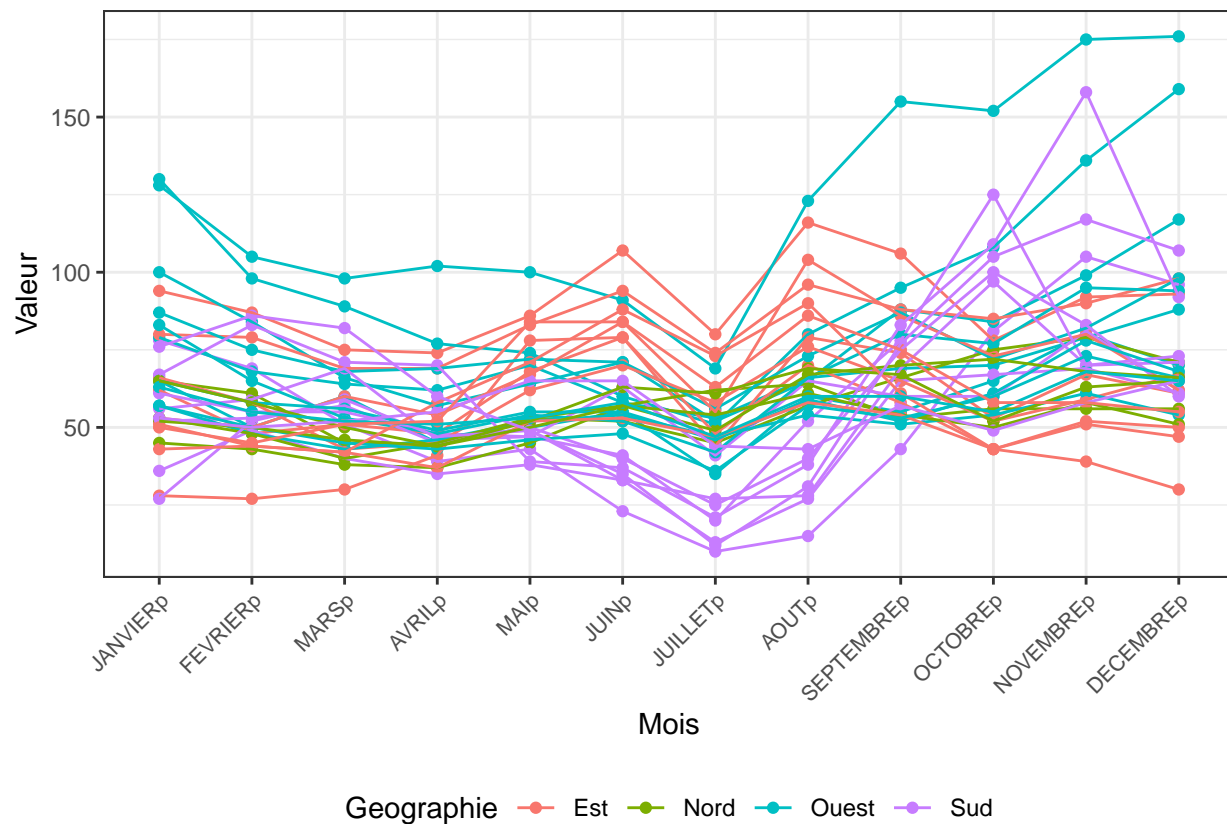
- Tracer les faisceaux de courbes sur données brutes puis données centrées

Commentaire. Les données centrées aident de voir clairement les mois avec la dispersion des précipitations maximale (novembre, juillet) et minimale (avril). Le Sud de la France présente la plus forte variation de précipitations pendant l'année par rapport aux autres régions. Il est à noter que les précipitations dans cette région sont les plus faibles en été et les plus élevées en automne pour toutes les villes tandis qu'il n'y a pas de division aussi claire dans les autres régions.

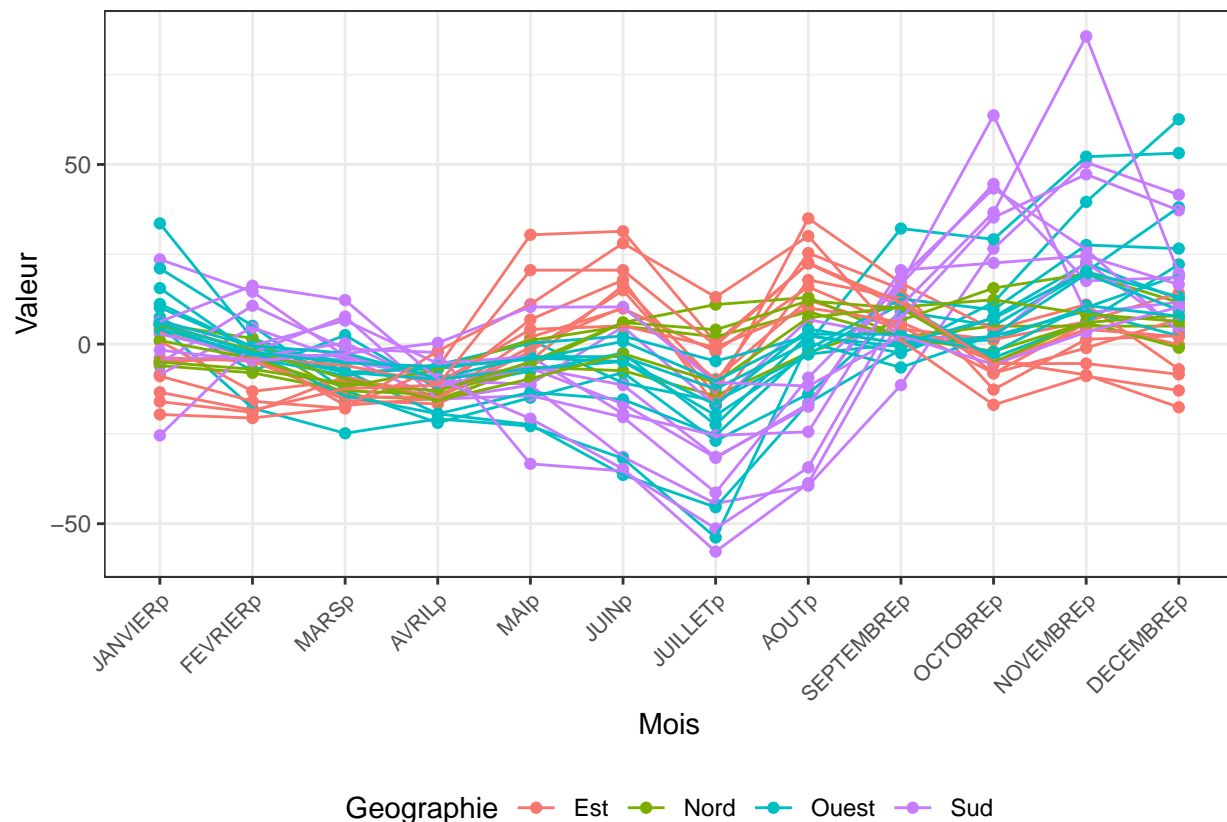
```
df_ <- data_pluvio_France %>% select(ends_with("p"), Geographie)
df = df_ %>%
  mutate(city = row.names(df_)) %>%
  pivot_longer(-c('city', 'Geographie'))

df$name <- factor(df$name, levels = unique(df$name))

df %>%
  ggplot(aes(x = name, y = value,
             group = city, color = Geographie)) +
  geom_point() + geom_line() + theme_bw() + xlab("Mois") + ylab("Valeur") +
  theme(legend.position="bottom",
        axis.text.x = element_text(size=8, angle=45, hjust = 1))
```

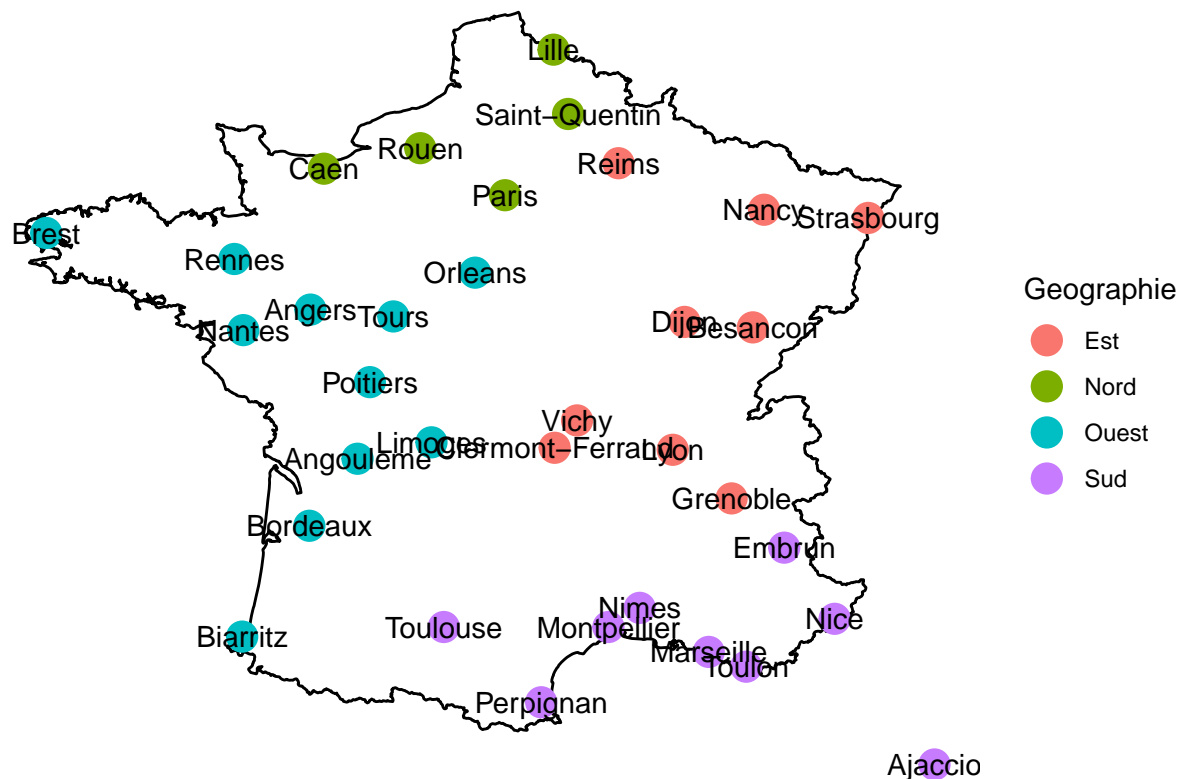


```
df1 <- df %>%
  group_by(city) %>%
  mutate(moyenne = mean(value), value_cntr = value - moyenne)
df1 %>%
  ggplot(aes(x = name, y = value_cntr,
             group = city, color = Geographie)) +
  geom_point() + geom_line() + theme_bw() + xlab("Mois") + ylab("Valeur") +
  theme(legend.position="bottom",
        axis.text.x = element_text(size=8, angle=45, hjust = 1))
```



7) Cartographie : Représenter les stations météo sur la carte de France

```
ggplot() +
  geom_path(data = data_contour_France,
    aes(x = LONGITUDE,y = LATITUDE),
    size = 0.5) +
  geom_point(data=data_pluvio_France,
    aes(x = Longitude, y = Latitude, col = Geographie),
    size = 5) +
  geom_text(data=data_pluvio_France,
    aes(x = Longitude, y = Latitude,
      label=rownames(data_pluvio_France)),
    size = 4) +
  theme_minimal() +
  theme(panel.border = element_blank(),
    panel.grid.major = element_blank(),
    panel.grid.minor = element_blank(),
    axis.title = element_blank(),
    axis.text=element_blank())
```



2. Analyse ACP à l'aide du package FactoMineR

1) Exécuter l'ACP normée des tableaux pluvio et njp.

- Afficher le résumé des résultats, commenter.

Commentaire. Dans le tableau avec les valeurs des individus, les valeurs de la colonne Dist indiquent la distance par rapport au centre de l'origine. On peut noter que Biarritz est très éloigné de l'origine, et il est, en fait, un point influent.

Dans le tableau avec les valeurs des variables et individus, les valeurs de la colonne Dim indiquent la contribution à la variance générale de la composante principale. Ainsi, les variables à effet unidirectionnel et les grandes valeurs sont corrélées fortement entre elles.

La colonne ctr indique les valeurs centrées de la colonne Dim.

La colonne cos2 indique la qualité de la représentation.

```
acp <- PCA(pluvio,scale.unit=T,graph=FALSE)
summary(acp)
```

```
##
## Call:
## PCA(X = pluvio, scale.unit = T, graph = FALSE)
##
```



```

##
## Eigenvalues
##          Dim.1   Dim.2   Dim.3   Dim.4   Dim.5   Dim.6   Dim.7
## Variance      7.231   3.404   0.523   0.230   0.174   0.138   0.115
## % of var.     60.257  28.370   4.360   1.915   1.454   1.154   0.962
## Cumulative % of var. 60.257  88.627  92.988  94.903  96.357  97.511  98.473
##          Dim.8   Dim.9   Dim.10   Dim.11   Dim.12
## Variance      0.073   0.047   0.032   0.018   0.013
## % of var.     0.611   0.394   0.264   0.151   0.107
## Cumulative % of var. 99.084  99.478  99.742  99.893 100.000
##
## Individuals (the 10 first)
##          Dist   Dim.1   ctr   cos2   Dim.2   ctr   cos2
## Ajaccio      | 4.306 | -1.343  0.733  0.097 | -3.772 12.294 0.767 |
## Angers       | 1.572 | -1.096  0.488  0.486 | -0.599  0.310 0.145 |
## Angouleme    | 1.475 |  1.012  0.417  0.471 |  0.232  0.047 0.025 |
## Besancon     | 5.380 |  4.387  7.829  0.665 |  2.977  7.656 0.306 |
## Biarritz     |10.096 |  9.987 40.568  0.978 |  0.319  0.088 0.001 |
## Bordeaux     | 2.883 |  2.550  2.644  0.782 | -0.364  0.114 0.016 |
## Brest        | 6.085 |  5.735 13.379  0.888 | -1.395  1.681 0.053 |
## Caen         | 1.260 | -0.881  0.316  0.490 | -0.429  0.159 0.116 |
## Clermont-Ferrand | 4.402 | -3.080  3.859  0.489 |  2.700  6.300 0.376 |
## Dijon        | 1.894 | -0.615  0.154  0.105 |  1.495  1.932 0.623 |
##          Dim.3   ctr   cos2
## Ajaccio      -1.203  8.129  0.078 |
## Angers       -0.255  0.364  0.026 |
## Angouleme    -0.543  1.655  0.135 |
## Besancon     -0.044  0.011  0.000 |
## Biarritz     1.067  6.395  0.011 |
## Bordeaux     -0.945  5.024  0.108 |
## Brest        -1.286  9.300  0.045 |
## Caen         -0.262  0.386  0.043 |
## Clermont-Ferrand 1.037  6.045  0.055 |
## Dijon        0.265  0.394  0.020 |
##
## Variables (the 10 first)
##          Dim.1   ctr   cos2   Dim.2   ctr   cos2   Dim.3   ctr
## JANVIERp     | 0.887 10.883  0.787 | -0.099  0.285  0.010 | -0.405 31.399
## FEVRIERp     | 0.901 11.238  0.813 | -0.322  3.037  0.103 | -0.205  8.059
## MARSp        | 0.903 11.272  0.815 | -0.294  2.534  0.086 |  0.089  1.526
## AVRILp       | 0.947 12.401  0.897 |  0.090  0.240  0.008 |  0.044  0.374
## MAIp         | 0.653  5.903  0.427 |  0.655 12.615  0.429 |  0.112  2.398
## JUINp        | 0.437  2.636  0.191 |  0.878 22.651  0.771 |  0.045  0.393
## JUILLETp     | 0.348  1.670  0.121 |  0.879 22.709  0.773 | -0.165  5.172
## AOUP         | 0.577  4.609  0.333 |  0.766 17.243  0.587 |  0.064  0.793

```

```
## SEPTEMBREp      |  0.918 11.654  0.843 |  0.075  0.167  0.006 |  0.307 17.976
## OCTOBREp        |  0.721  7.198  0.520 | -0.545  8.733  0.297 |  0.362 25.011
##               cos2
## JANVIERp        0.164 |
## FEVRIERp        0.042 |
## MARSp           0.008 |
## AVRILp          0.002 |
## MAIp            0.013 |
## JUINp           0.002 |
## JUILLETp        0.027 |
## AOUTp           0.004 |
## SEPTEMBREp      0.094 |
## OCTOBREp        0.131 |
```

```
acp1 <- PCA(njp,scale.unit=T,graph=FALSE)
summary(acp1)
```

```
##
## Call:
## PCA(X = njp, scale.unit = T, graph = FALSE)
##
##
## Eigenvalues
##               Dim.1   Dim.2   Dim.3   Dim.4   Dim.5   Dim.6   Dim.7
## Variance       10.829   0.615   0.172   0.138   0.085   0.058   0.033
## % of var.      90.241   5.128   1.435   1.148   0.708   0.481   0.278
## Cumulative % of var. 90.241  95.369  96.803  97.952  98.659  99.140  99.418
##               Dim.8   Dim.9   Dim.10  Dim.11  Dim.12
## Variance        0.024   0.017   0.013   0.010   0.005
## % of var.        0.201   0.141   0.110   0.086   0.043
## Cumulative % of var. 99.619  99.760  99.870  99.957 100.000
##
## Individuals (the 10 first)
##               Dist   Dim.1   ctr   cos2   Dim.2   ctr   cos2
## Ajaccio      |  5.317 | -4.775  6.193  0.807 | -1.946 18.102  0.134 |
## Angers        |  1.157 |  1.035  0.291  0.801 | -0.355  0.604  0.094 |
## Angouleme     |  1.796 |  1.649  0.739  0.844 | -0.029  0.004  0.000 |
## Besancon      |  2.719 |  2.494  1.690  0.841 |  0.924  4.079  0.115 |
## Biarritz      |  3.806 |  3.483  3.295  0.837 |  0.821  3.219  0.046 |
## Bordeaux      |  2.051 |  1.926  1.007  0.882 | -0.272  0.354  0.018 |
## Brest         |  6.129 |  5.806  9.155  0.897 | -1.778 15.108  0.084 |
## Caen          |  2.574 |  2.513  1.715  0.953 | -0.056  0.015  0.000 |
## Clermont-Ferrand |  1.945 | -1.210  0.398  0.387 |  1.343  8.624  0.477 |
## Dijon         |  1.107 |  0.176  0.008  0.025 |  0.492  1.156  0.197 |
##               Dim.3   ctr   cos2
```

```

## Ajaccio          0.617  6.506  0.013 |
## Angers           0.138  0.328  0.014 |
## Angouleme        0.254  1.105  0.020 |
## Besancon         -0.083  0.118  0.001 |
## Biarritz         1.143 22.337  0.090 |
## Bordeaux         0.478  3.900  0.054 |
## Brest            -0.190  0.616  0.001 |
## Caen             -0.068  0.079  0.001 |
## Clermont-Ferrand -0.019  0.006  0.000 |
## Dijon            -0.624  6.660  0.318 |
##
## Variables (the 10 first)
##               Dim.1   ctr   cos2   Dim.2   ctr   cos2   Dim.3   ctr
## JANVIERNb.j.pl | 0.967  8.634  0.935 | -0.195  6.187  0.038 | -0.057  1.866
## FEVRIERNb.j.pl | 0.971  8.700  0.942 | -0.040  0.256  0.002 | -0.031  0.576
## MARSnb.j.pl    | 0.946  8.271  0.896 | -0.194  6.113  0.038 |  0.095  5.272
## AVRILnb.j.pl   | 0.944  8.236  0.892 |  0.136  2.997  0.018 |  0.169 16.506
## MAInb.j.pl     | 0.911  7.672  0.831 |  0.261 11.074  0.068 |  0.278 44.847
## JUINnb.j.pl    | 0.908  7.608  0.824 |  0.396 25.424  0.156 | -0.075  3.282
## JUILLETnb.j.pl | 0.959  8.493  0.920 |  0.225  8.245  0.051 | -0.131  9.956
## AOUTnb.j.pl    | 0.956  8.446  0.915 |  0.199  6.448  0.040 | -0.164 15.567
## SEPTEMBREnb.j.pl | 0.983  8.921  0.966 |  0.007  0.007  0.000 | -0.052  1.593
## OCTOBREnb.j.pl | 0.946  8.273  0.896 | -0.246  9.822  0.060 | -0.028  0.441
##
##               cos2
## JANVIERNb.j.pl 0.003 |
## FEVRIERNb.j.pl 0.001 |
## MARSnb.j.pl    0.009 |
## AVRILnb.j.pl   0.028 |
## MAInb.j.pl     0.077 |
## JUINnb.j.pl    0.006 |
## JUILLETnb.j.pl 0.017 |
## AOUTnb.j.pl    0.027 |
## SEPTEMBREnb.j.pl 0.003 |
## OCTOBREnb.j.pl 0.001 |

```

- Sélectionner et afficher les individus/variables bien représentés dans le premier plan factoriel

Commentaire. Sur le graphique des individus, sur le côté gauche se trouvent les villes où les précipitations sont les moins fréquentes, alors que sur le côté droit il se trouvent les villes les plus pluvieuses. Dans la partie inférieure du graphique se trouvent les villes où les pluies sont plus fréquentes en temps d'hiver, et dans la partie supérieure se trouvent les villes où les précipitations sont principalement en été.

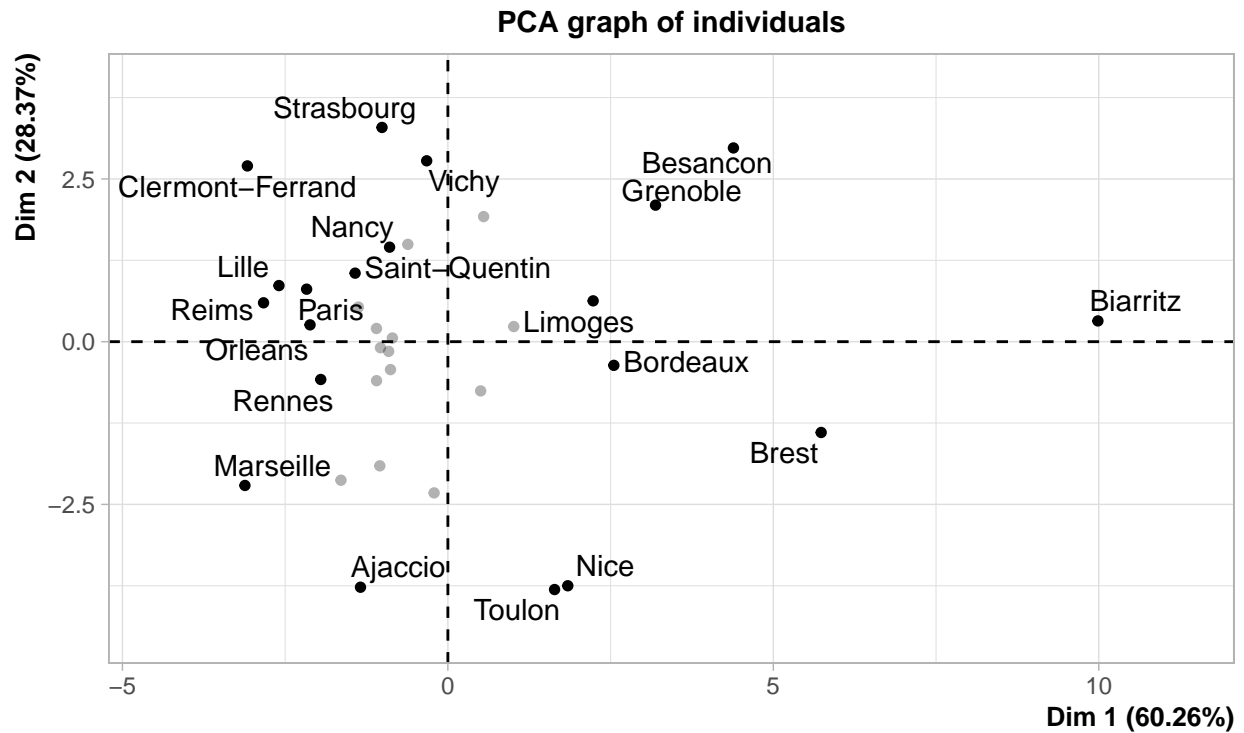
Sur le graphique des variables de tableaux pluvio, on peut voir que mai, juin, juillet et août sont séparés des autres mois. Ils définissent le deuxième composant alors que les mois restants définissent le premier composant.

En ce qui concerne les résultats pour la tableaux njp, la plupart de la variance de toutes les variables est expliquée par la première composante.

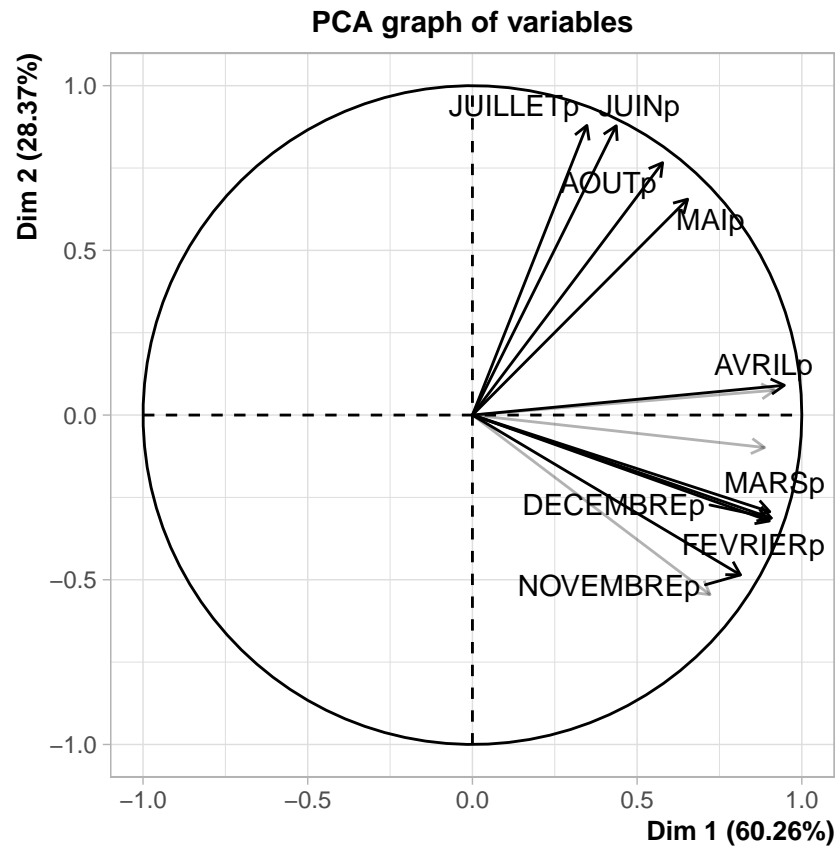
```
F<-acp$ind$coord[,1:3]
```

```
G<-acp$var$coord[,1:3]
```

```
plot.PCA(acp, choix="ind", axes = c(1, 2), select="cos2 0.75")
```

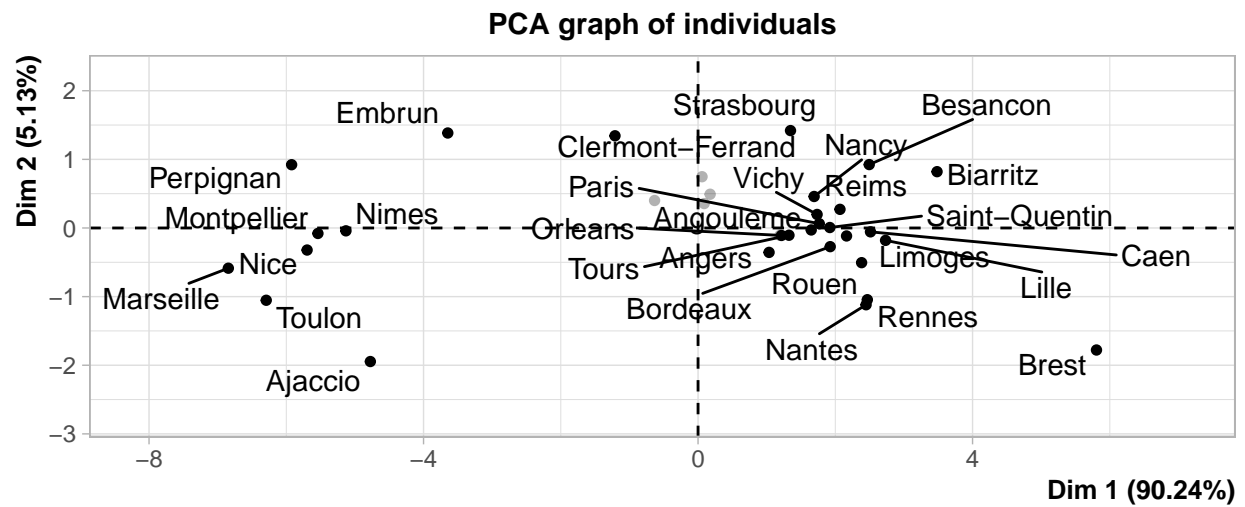


```
plot.PCA(acp, choix="var", axes = c(1, 2), select="cos2 0.85")
```

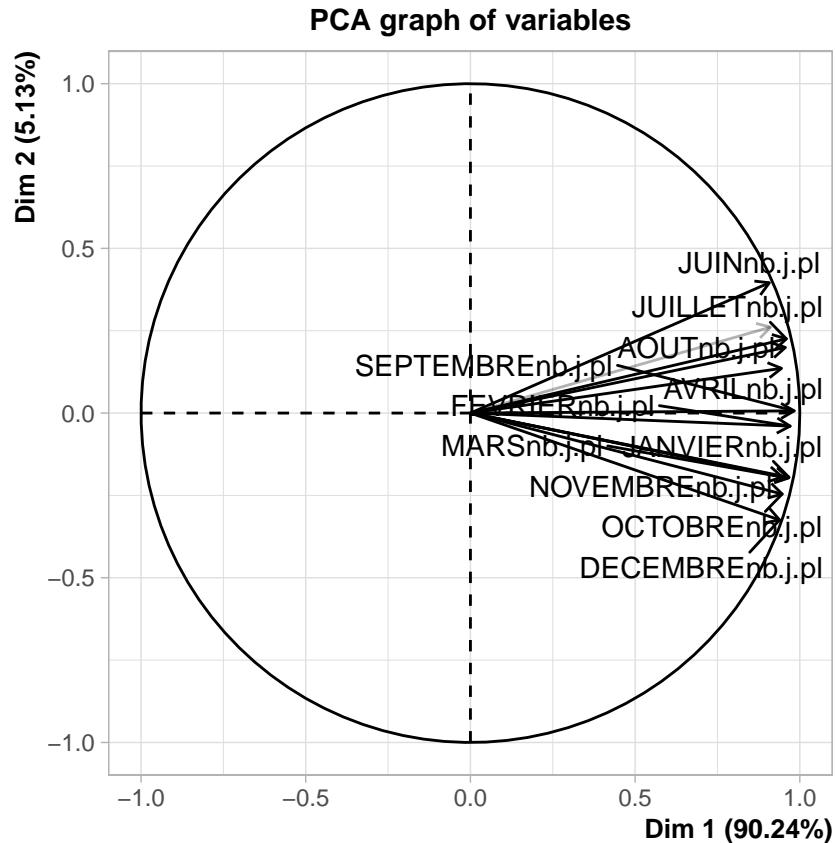


```
F<-acp1$ind$coord[,1:3]
G<-acp1$var$coord[,1:3]

plot.PCA(acp1, choix="ind", axes = c(1, 2), select="cos2 0.75")
```



```
plot.PCA(acp1, choix="var", axes = c(1, 2), select="cos2 0.9")
```



2) Exécuter l'ACP normée du tableau pluvio avec en éléments supplémentaires : njp, geo et la station "Biarritz"

- Afficher le résumé des résultats, commenter.

Commentaire. Lorsque nous avons enlevé le Biarritz, le premier composant a diminué en taille.

```
oldw <- getOption("warn")

options(warn = -1)

df_sup <- data_pluvio_France %>%
  select(ends_with("pl"), ends_with("p"), Geographie)
brtz_row = which(rownames(pluvio) == "Biarritz")
res.pca = PCA(df_sup,
  scale.unit=T,
  graph=FALSE,
  quanti.sup=c(1:12),
  quali.sup=c(25),
  ind.sup = brtz_row)
summary(res.pca)
```

```

##
## Call:
## PCA(X = df_sup, scale.unit = T, ind.sup = brtz_row, quanti.sup = c(1:12),
##      quali.sup = c(25), graph = FALSE)
##
##
## Eigenvalues
##           Dim.1   Dim.2   Dim.3   Dim.4   Dim.5   Dim.6   Dim.7
## Variance       6.150   4.077   0.686   0.309   0.258   0.159   0.134
## % of var.      51.253  33.972   5.716   2.577   2.151   1.322   1.113
## Cumulative % of var. 51.253  85.225  90.941  93.517  95.668  96.991  98.104
##           Dim.8   Dim.9   Dim.10  Dim.11  Dim.12
## Variance       0.092   0.053   0.044   0.022   0.017
## % of var.       0.763   0.443   0.367   0.181   0.142
## Cumulative % of var. 98.867  99.310  99.677  99.858 100.000
##
## Individuals (the 10 first)
##           Dist   Dim.1   ctr   cos2   Dim.2   ctr   cos2
## Ajaccio      | 4.690 | -0.494  0.120  0.011 | -4.223 13.254  0.811 |
## Angers       | 1.628 | -0.842  0.349  0.267 | -0.792  0.466  0.237 |
## Angouleme    | 1.946 |  1.489  1.093  0.585 |  0.543  0.220  0.078 |
## Besancon     | 6.388 |  4.874 11.706  0.582 |  4.027 12.054  0.397 |
## Bordeaux     | 3.681 |  3.431  5.800  0.869 |  0.102  0.008  0.001 |
## Brest        | 7.486 |  7.339 26.539  0.961 | -0.408  0.124  0.003 |
## Caen         | 1.232 | -0.612  0.185  0.247 | -0.588  0.257  0.228 |
## Clermont-Ferrand | 4.837 | -3.847  7.292  0.632 |  2.443  4.436  0.255 |
## Dijon        | 2.041 | -0.672  0.223  0.109 |  1.602  1.907  0.616 |
## Embrun       | 1.374 | -0.844  0.351  0.377 | -0.248  0.046  0.033 |
##           Dim.3   ctr   cos2
## Ajaccio      -1.647 11.988  0.123 |
## Angers       -0.412  0.752  0.064 |
## Angouleme    -0.525  1.219  0.073 |
## Besancon     0.541  1.291  0.007 |
## Bordeaux    -0.736  2.391  0.040 |
## Brest       -1.062  4.980  0.020 |
## Caen        -0.285  0.358  0.053 |
## Clermont-Ferrand 0.861  3.275  0.032 |
## Dijon        0.299  0.395  0.021 |
## Embrun      -0.330  0.480  0.058 |
##
## Supplementary individual
##           Dist   Dim.1   cos2   Dim.2   cos2   Dim.3   cos2
## Biarritz     | 12.584 | 12.008  0.911 |  2.178  0.030 |  2.086  0.027 |
##
## Variables (the 10 first)

```


##		Dim.1	ctr	cos2	Dim.2	ctr	cos2	Dim.3	ctr							
##	JANVIERp	0.868	12.253	0.754	0.030	0.022	0.001	-0.436	27.704							
##	FEVRIERp	0.941	14.395	0.885	-0.207	1.053	0.043	-0.169	4.181							
##	MARSp	0.923	13.851	0.852	-0.185	0.838	0.034	0.153	3.431							
##	AVRILp	0.883	12.687	0.780	0.261	1.676	0.068	0.038	0.210							
##	MAIp	0.386	2.424	0.149	0.822	16.567	0.675	0.088	1.127							
##	JUINp	0.204	0.676	0.042	0.959	22.555	0.919	0.060	0.522							
##	JUILLETp	0.121	0.237	0.015	0.930	21.227	0.865	-0.162	3.825							
##	AOUTp	0.293	1.396	0.086	0.901	19.935	0.813	0.059	0.500							
##	SEPTEMBREp	0.830	11.204	0.689	0.236	1.366	0.056	0.404	23.821							
##	OCTOBREp	0.668	7.263	0.447	-0.562	7.735	0.315	0.410	24.519							
##		cos2														
##	JANVIERp	0.190														
##	FEVRIERp	0.029														
##	MARSp	0.024														
##	AVRILp	0.001														
##	MAIp	0.008														
##	JUINp	0.004														
##	JUILLETp	0.026														
##	AOUTp	0.003														
##	SEPTEMBREp	0.163														
##	OCTOBREp	0.168														
##																
##	Supplementary continuous variables (the 10 first)															
##		Dim.1	cos2	Dim.2	cos2	Dim.3	cos2									
##	JANVIERnb.j.pl	0.139	0.019	0.543	0.295	-0.600	0.360									
##	FEVRIERnb.j.pl	0.025	0.001	0.617	0.381	-0.604	0.365									
##	MARSnb.j.pl	0.188	0.035	0.471	0.222	-0.580	0.337									
##	AVRILnb.j.pl	0.125	0.016	0.708	0.501	-0.499	0.249									
##	MAInb.j.pl	0.110	0.012	0.765	0.586	-0.381	0.145									
##	JUINnb.j.pl	-0.025	0.001	0.850	0.723	-0.335	0.112									
##	JUILLETnb.j.pl	0.021	0.000	0.759	0.577	-0.400	0.160									
##	AOUTnb.j.pl	0.025	0.001	0.736	0.542	-0.364	0.133									
##	SEPTEMBREnb.j.pl	0.103	0.011	0.614	0.378	-0.479	0.229									
##	OCTOBREnb.j.pl	0.274	0.075	0.445	0.198	-0.536	0.288									
##																
##	Supplementary categories															
##		Dist	Dim.1	cos2	v.test	Dim.2	cos2	v.test								
##	Est	2.392	-0.190	0.006	-0.265	2.345	0.961	4.023								
##	Nord	1.806	-1.602	0.787	-1.545	0.234	0.017	0.277								
##	Ouest	1.172	0.976	0.693	1.467	-0.114	0.009	-0.210								
##	Sud	2.416	-0.004	0.000	-0.005	-2.349	0.945	-4.030								
##		Dim.3 cos2 v.test														
##	Est	0.353	0.022	1.478												
##	Nord	-0.330	0.033	-0.953												

```
## Ouest      -0.600  0.262 -2.702 |
## Sud        0.497  0.042  2.077 |
```

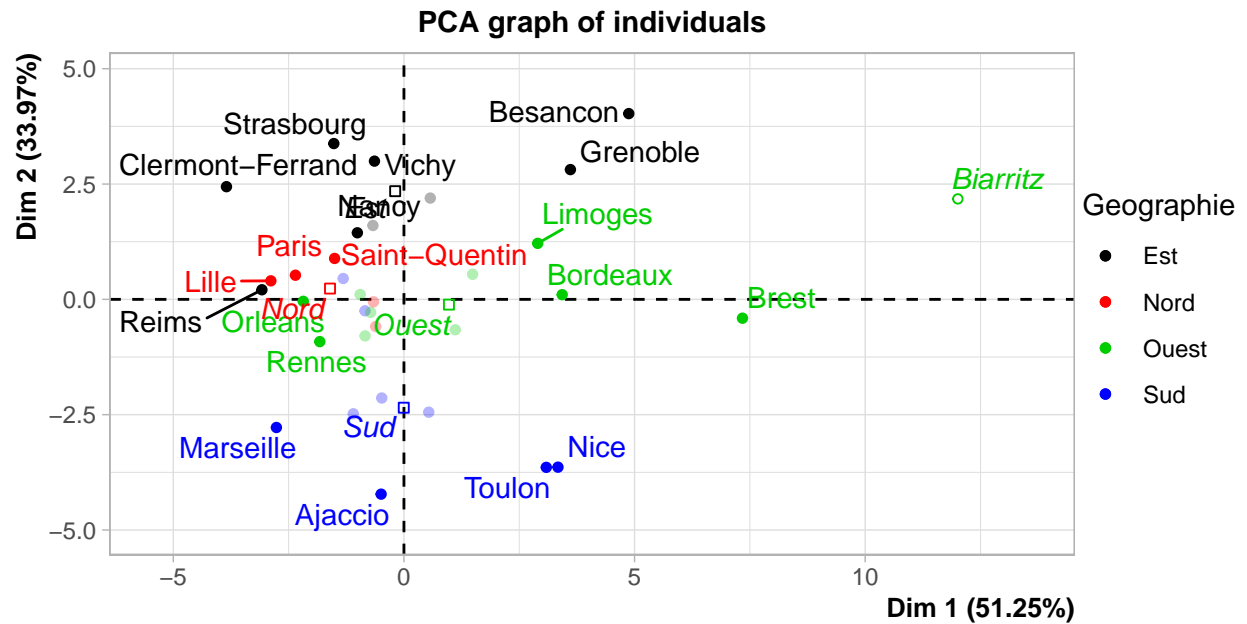
```
res.pca$ind$coord
```

##	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
## Ajaccio	-0.4941494	-4.22267222	-1.64728582	-0.43957865	-0.547732817
## Angers	-0.8419740	-0.79199594	-0.41246412	-0.03333176	0.110079036
## Angouleme	1.4893059	0.54346924	-0.52526035	-0.77638895	-0.220073174
## Besancon	4.8743266	4.02699008	0.54054475	0.35403758	0.227410416
## Bordeaux	3.4310006	0.10166262	-0.73560978	0.51073446	-0.658339194
## Brest	7.3392732	-0.40819639	-1.06175092	-0.06075073	-0.547753049
## Caen	-0.6120514	-0.58848834	-0.28453098	0.55426592	-0.178786318
## Clermont-Ferrand	-3.8471425	2.44291264	0.86101935	-0.87822504	-0.402001399
## Dijon	-0.6723064	1.60163015	0.29912382	-0.03571201	-0.188014819
## Embrun	-0.8439152	-0.24788661	-0.32975653	0.26115603	0.671126054
## Grenoble	3.6094606	2.81301309	0.33265137	-0.18679690	-0.005229182
## Lille	-2.8848703	0.40161094	-0.48060832	0.91132513	0.196167424
## Limoges	2.9000657	1.21396680	-0.16674067	-0.51393506	-0.165736967
## Lyon	0.5718676	2.19552711	1.43595661	0.65240996	0.469586572
## Marseille	-2.7644024	-2.77785036	0.52608184	0.21745215	-0.196936674
## Montpellier	0.5380187	-2.44604715	2.08587850	0.52298624	-0.901397094
## Nancy	-1.0092702	1.44335009	-0.68275269	0.44225000	-0.309399711
## Nantes	1.1136883	-0.65884315	-0.43504449	0.92223089	-0.320057398
## Nice	3.3395381	-3.63796103	0.68441394	-0.13280497	2.082548718
## Nimes	-0.4806805	-2.13870030	1.44305212	0.12416787	-0.258875483
## Orleans	-2.1821052	-0.04189719	-0.67413764	-0.19333223	0.180028176
## Paris	-2.3524989	0.52353453	-0.59730812	0.07625501	0.264256460
## Perpignan	-1.0983680	-2.48042833	1.68134109	-0.56977682	-0.270553959
## Poitiers	-0.7208967	-0.28223889	-0.80584320	-0.31898266	0.251759921
## Reims	-3.0782910	0.20807963	-0.37487449	0.11829865	-0.053878860
## Rennes	-1.8240797	-0.91630145	-0.61258889	0.22183105	0.184326288
## Rouen	-0.6599568	-0.05310703	-0.02205296	0.88460701	-0.150456238
## Saint-Quentin	-1.5027933	0.88715382	-0.26681522	0.66611761	0.215946984
## Strasbourg	-1.5196047	3.37750437	-0.11559300	-0.41494060	0.632012754
## Toulon	3.0862850	-3.64189721	0.35445895	-0.68787656	0.012593416
## Toulouse	-1.3165453	0.45232793	-0.32858298	-1.46765963	-0.045388196
## Tours	-0.9480976	0.10521687	-0.56955048	-0.15477934	0.279739659
## Vichy	-0.6388305	2.99656167	0.88462931	-0.57525365	-0.356971344

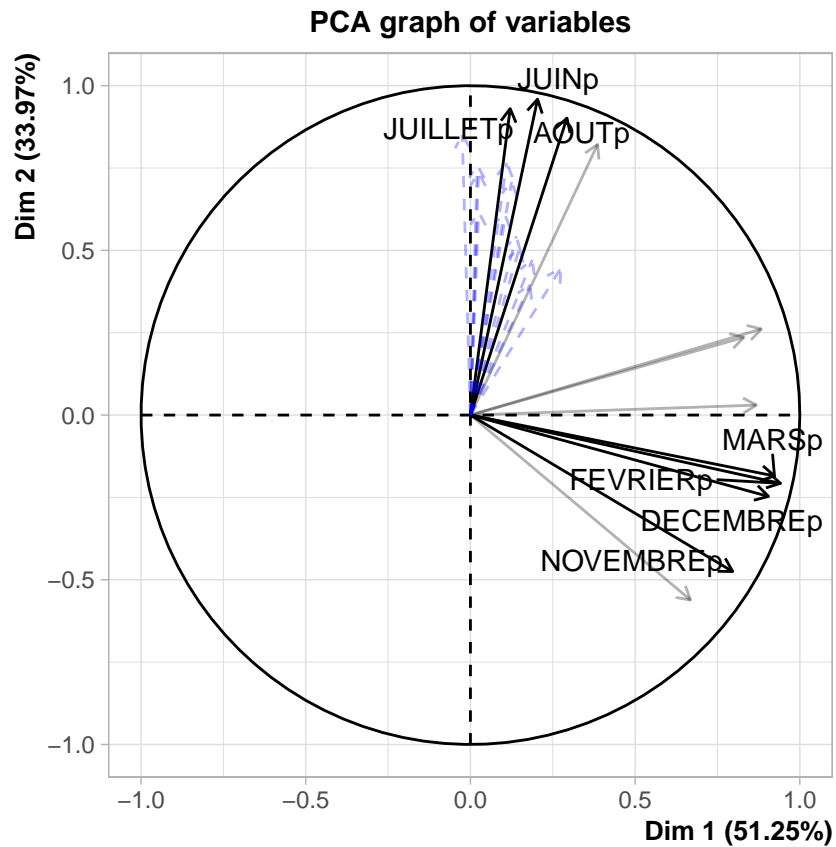
```
options(warn = oldw)
```

- Sélectionner et afficher les individus/variables bien représentés dans le premier plan factoriel.

```
plot.PCA(res.pca, axes=c(1, 2), choix="ind", habillage = 25, select="cos2 0.75")
```



```
plot.PCA(res.pca, axes=c(1, 2), choix="var", select="cos2 0.85")
```



- Ajouter les ellipses de dispersion 0.95 des groupes formés par la variable geo

```
df <- as.data.frame(res.pca$ind$coord) %>%
  cbind(res.pca[["call"]][["quali.sup"]][["quali.sup"]])
ggplot(df, aes(x = `Dim.1`, y = `Dim.2`, color = Geographie)) +
  geom_point(size = 4) +
  geom_text(label=rownames(df), color = 'black', size = 5, vjust = 1) +
  theme_minimal() +
  stat_ellipse(geom="polygon", aes(fill = Geographie),
              alpha = 0.2,
              show.legend = FALSE,
              level = 0.95)
```

