Corrigé de l'examen d'Analyse des Données

1 ère année du cycle de formation d'ingénieurs

Exercice 1 : On a effectué une étude sur le temps de travail personnel hebdomadaire consacré par 210 étudiants d'une promotion à l'approche d'une session d'examen. Les questions posées étaient les suivantes :

- `Sexe` $(X1)$: 1-Masculin, 2-Féminin ;
- `Catégorie socio-professionnelle du père` $(X2)$: 1- Sans profession ou chômeur, 2-Salarié, 3-Cadre salarié, 4-Profession libérale, 5-Commerçant ou artisan, 6-Agriculteur ;
- `Catégorie socio-professionnelle de la mère` $(X3)$: 1- Sans profession ou chômeur, 2-Salarié, 3-Cadre salarié, 4-Profession libérale, 5-Commerçant ou artisan ;
- `Etes vous membre d'une association sportive, musicale ou autre ?` $(X4)$: 1-Oui, 2-Non ;
- `Pratiquez vous souvent des activités de bricolage ou jardinage ou lecture non scolaire ou autre ?` $(X5)$: 1-Oui, 2-Non ;
- `Combien d'heures de travail personnel avez vous consacré à vos études ?` $(X6)$: 1- Moins de 10 heures, 2-Entre 10 et 20 heures, 3-Entre 20 et 30 heures, 4-Plus de 30 heures.

Soit `temps` la base de données sur le logiciel R obtenue à l'issue de cette étude. On a effectué une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sur cette base de données sur R :

```
library(FactoMineR)
temps.acm <- MCA(temps,ncp=2,graph=T)
temps.acm$eig[,1]
[1] 0.31863241 0.27270015 0.25624849 0.21782230 0.19793709 0.18718962
[7] 0.18432574 0.16792033 0.15610855 0.14479893 0.09612180 0.09050967
[13] 0.08030605 0.07196292 0.05741593
```

1. Rappeler la formule donnant le nombre de valeurs propres non nules et non triviales d'une ACM.

Réponse :
Si m est le nombre de variables et p est le nombre de modalités alors le nombre de valeurs propres non nules et non triviales d'une ACM est donné par $p - m$, soit dans notre cas 21 (modalités) -6 (variables) =15.

2. Calculer de 2 manières différentes l'inertie totale de cette ACM.

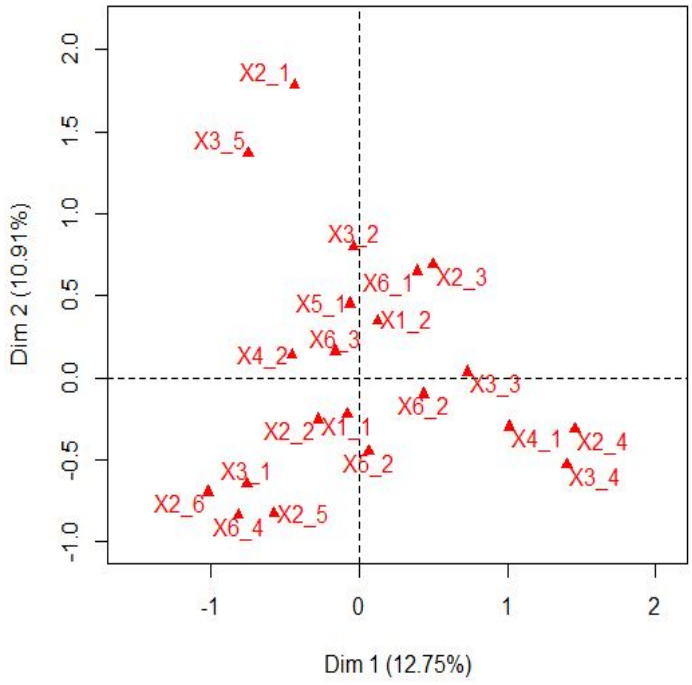
Réponse :
1- En calculant la somme des valeurs propres
2- Par la formule $\frac{p}{m} - 1$
ce qui donne 2.5

3. Combien d'axes devrait-on retenir ? Justifier votre réponse.

Réponse :

Retenir les axes dont les valeurs propres sont supérieures à la moyenne soit $\frac{1}{m} = 0.16$ donc les 8 premiers axes. On aurait pu aussi tracer le graphique des valeurs propres et chercher le coude ou encore raisonner sur le taux d'inertie cumulé.

4. Interpréter la carte donnée ci-dessous.



Réponse :

Il suffisait d'identifier les groupes de modalités qui sont proches dans la carte (indépendamment des axes d'ailleurs). Par exemple, le groupe à droite et légèrement en bas, constitué des modalités $X6_2, X3_3, X4_1, X2_4$ et $X3_4$ et dont l'interprétation est la suivante : les étudiants dont la mère est cadre salarié ou exerce une profession libérale et dont le père exerce une profession libérale et qui ne sont pas membres d'une association sportive, musicale ou autre et qui travaillent entre 10 et 20 heures.

5. On voudrait effectuer une classification automatique avec le critère de Ward sur les 210 étudiants à partir de leurs coordonées sur les deux premiers axes factoriels issus de cette ACM. Donner la commande à exécuter pour obtenir une telle classification.

Réponse :
La commande est la suivante :

```
classif<-agnes(temps.acm$ind$coord[,1:2], method="ward")
```

Remarque : on aurait aussi pu passer par la commande HCPC de FactoMineR.

Exercice 2 : On s'intéresse au climat des différents pays d'Europe. Pour cela, on a recueilli les températures moyennes des 12 mois de l'année (en degré Celcius) pour 23 grandes villes européennes. En plus des températures mensuelles, on donne pour chaque ville, sa région (Nord, Sud, Est, Ouest) .
On a effectué une classification automatique des 23 villes en exécutant le script suivant :

```
library(FactoMineR)
library(cluster)
temperature <- read.table("temperat.csv",header=TRUE, sep=";", dec=".", row.names=1)
classif<-agnes(scale(temperature[,1:12]), method="ward")
plot(classif,xlab="individuals",main="")
title("Dendrogram")
```

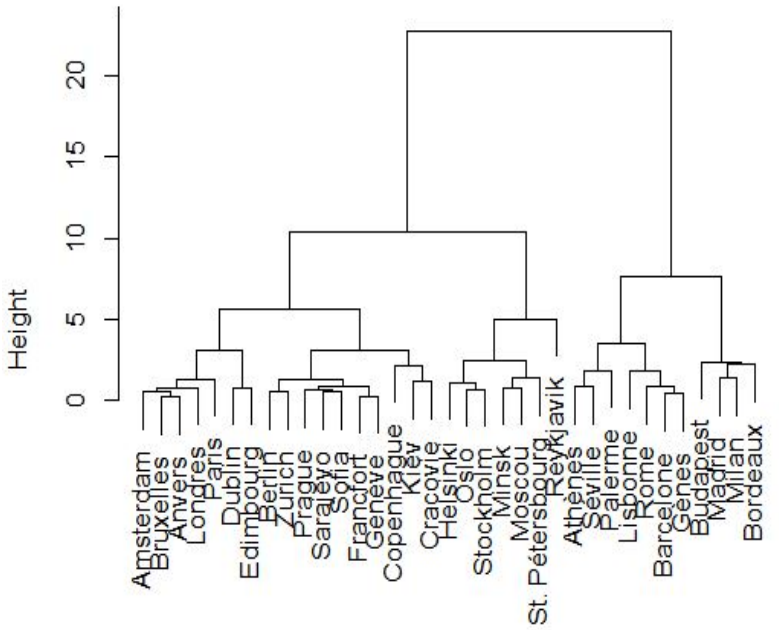
1. La hérarchie obtenue suite à l'exécution de ce script est donnée ci-dessous. Determiner le meilleure nombre de classes à retenir.

Réponse :
En coupant au niveau du plus haut saut entre 2 paliers successifs on obtient un partition en 2 classes. Toutefois, la partition en trois classes est plus fine et plus intéressante.

Dans la suite on considère la partition en 3 classes.

```
P3<-as.factor(cutree(classif,k=3))
P3
 [1] 1 2 1 1 2 1 1 3 1 1 2 1 2 3 3 3 1 1 3 2 1 1 3 1 2 2 1 1 1 2 2 2 2 3 1
Levels: 1 2 3
summary(P3)
 1  2  3
17 11  7
```

2. On voudrait décrire les classes obtenues à l'aide de la fonction `catdes` du package `FactoMineR`. Indiquer la démarche à suivre.



Réponse :

```
#1. Couper la hiérarchie au niveau de la partition en 3 classes
classes<-cutree(classif,k=3)

#2. Rajouter la classe d'affectation de chaque individu en tant que variable à
#la base temperature
temperature.comp<-cbind.data.frame(temperature, as.factor(classes))

#3. Description des classes par la 14 ème variable (i.e. celle donnant
#la classe de chaque ville) dans temperature.comp
catdes(temperature.comp, num.var=14)
```

3. En utilisant la fonction `catdes` pour décrire les 3 classes, nous avons obtenu les résultats suivants :

```
$category
$category$`1`
              Cla/Mod   Mod/Cla   Global     p.value    v.test
Région=Ouest 88.88889 47.058824 25.71429 0.006885958  2.702310
Région=Sud   10.00000  5.882353 28.57143 0.004979077 -2.808384

$category$`2`
            Cla/Mod  Mod/Cla   Global      p.value    v.test
```

```
Région=Sud       90 81.81818 28.57143 7.310189e-06  4.484451
Région=Nord       0  0.00000 22.85714 3.124901e-02 -2.153887

$category$`3`
            Cla/Mod  Mod/Cla   Global    p.value   v.test
Région=Nord      50 57.14286 22.85714 0.03652157 2.091072

$quanti
$quanti$`1`
          v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd     p.value
Août    -2.219019         17.54118     18.98000       1.372014   3.674297 0.026485453
Juin    -2.326752         16.07059     17.41429       1.413283   3.272495 0.019978451
Juillet -2.591233         18.01176     19.62286       1.443803   3.523236 0.009563284

$quanti$`2`
            v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
Septembre 5.001680        20.763636    15.631429       2.246724   4.050592 5.683295e-07
Août      4.934312        23.572727    18.980000       2.089407   3.674297 8.043381e-07
Juillet   4.914510        24.009091    19.622857       1.983777   3.523236 8.900480e-07
Avril     4.848655        13.890909     9.282857       1.662667   3.751684 1.243015e-06
Juin      4.829854        21.418182    17.414286       1.785710   3.272495 1.366335e-06
Octobre   4.797991        16.181818    11.002857       2.629489   4.261018 1.602651e-06
Mai       4.713150        17.763636    13.911429       1.703618   3.226477 2.439162e-06
Novembre  4.558695        11.263636     6.065714       3.253606   4.501107 5.147236e-06
Mars      4.491300        10.681818     5.228571       2.419173   4.793065 7.078985e-06
Février   4.291443         8.109091     2.217143       3.316749   5.419831 1.775155e-05
Décembre  4.157556         8.036364     2.880000       3.639998   4.895934 3.216699e-05
Janvier   4.069622         6.936364     1.345714       3.768837   5.422985 4.708957e-05

$quanti$`3`
             v.test Mean in category Overall mean sd in category Overall sd      p.value
Juillet   -2.465948       16.6428571    19.622857      2.3243169   3.523236 1.366510e-02
Juin      -2.698164       14.3857143    17.414286      2.2216008   3.272495 6.972317e-03
Août      -2.954008       15.2571429    18.980000      2.0091627   3.674297 3.136764e-03
Mai       -3.327865       10.2285714    13.911429      1.9789711   3.226477 8.751418e-04
Septembre -3.570036       10.6714286    15.631429      1.2925217   4.050592 3.569320e-04
Décembre  -3.595053       -3.1571429     2.880000      2.0091627   4.895934 3.243250e-04
Janvier   -3.664996       -5.4714286     1.345714      2.8348415   5.422985 2.473429e-04
Novembre  -3.688326        0.3714286     6.065714      0.9602296   4.501107 2.257340e-04
Octobre   -3.814040        5.4285714    11.002857      0.5897076   4.261018 1.367131e-04
Février   -3.889984       -5.0142857     2.217143      2.6117474   5.419831 1.002507e-04
Avril     -4.049860        4.0714286     9.282857      1.1335334   3.751684 5.124836e-05
Mars      -4.170992       -1.6285714     5.228571      1.3477116   4.793065 3.032764e-05
```

En vous basant sur ces résultats, donner une description des 3 classes.

Réponse :
Par exemple la classe 1 est caractérisée par une forte présence des villes de l'ouest ($v.test > 2$) et faible présence des villes du sud ($v.test < -2$). Pour les variables quanti-

tatives, elle est caractérisée par des températures inférieures à la moyenne ($v.test < -2$) au mois d'Août (17.54 C), Juin (16.07 C) et Juillet (18.01 C). L'été y est donc assez frais.

4. Afin d'étudier de manière plus précise le lien entre la partition en 3 classes et la région, quelle méthode préconiseriez-vous ?

Réponse :
Les 2 variables étant qualitatives, il faut effectuer une AFC pour étudier les liens entres les modalités de ces 2 variables.