



TP AFCM

ANAD



Réalisée par :

Rekkas Imene

Groupe :

2CSSIL1

2019-2020

ESI

Table des matières :

I.	Introduction :	2
II.	Mise en place des données nécessaires :	2
1.	Importation des données :	2
2.	Etude des statistiques :	4
a.	Fréquences des catégories des variables :	4
b.	Histogrammes :	4
3.	Visualisation de la fréquence des catégories des variables :	5
III.	Mise en place de l'AFCM :	7
1.	Transformation de tableau de données en tableau disjonctif :	7
2.	Faire une AFCM :	7
3.	Etude de tableau de valeurs propres :	9
4.	Représentation de biplot individus-variables :	11
5.	Etude de tableau de contributions et signification des axes :	12
❖	Graphique des variables :	12
❖	Graphique des individus :	14
6.	Toutes les visualisations possibles :	19
❖	Graphique des variables :	19
❖	Graphique des individus :	19
7.	Associations entre modalités :	22
8.	Tableau de contingence :	23
IV.	Mise en place de l'AFC :	23
1.	Importation des données :	23
2.	Faire l'AFC :	24
3.	Visualisation et interprétation de l'AFC :	25
a.	Valeurs propres :	25
b.	Profils Colonnes :	25
c.	Profils lignes :	29
d.	Interprétation (signification des deux axes) :	31
V.	Conclusion :	31

I. Introduction :

L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) est une extension de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) pour résumer et visualiser un tableau de données contenant plus de deux variables catégorielles. On peut aussi la considérer comme une généralisation de l'analyse en composantes principales (ACP) lorsque les variables à analyser sont catégorielles plutôt que quantitatives.

L'ACM est généralement utilisé pour analyser des données d'enquête ou de sondage. Son objectif est d'identifier :

- Un groupe de personnes ayant un profil similaire dans leurs réponses aux questions
- Les associations entre les catégories des variables

Tout au long de ce rapport, nous allons décrire comment calculer et visualiser l'ACM et l'AFC en utilisant les packages FactoMineR (pour l'analyse) et factoextra (pour la visualisation des données).

De plus, nous montrerons comment extraire les variables les plus importantes qui contribuent le plus à expliquer les variations dans le jeu de données. Enfin, nous allons démontrer comment filtrer les résultats de l'ACM afin de ne conserver que les variables les plus contributives.

II. Mise en place des données nécessaires :

1. Importation des données :

Ci-dessous nos données brutes :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1 Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	
2 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
3 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
4 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
5 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	M	M	M
6 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
7 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
8 TB	TB	TB	TB	TB	TB	B	TB	B	B	B
9 TB	TB	TB	TB	TB	TB	B	B	B	B	B
10 TM	TM	TM	TM	TM	M	TM	TM	TB	B	TM
11 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
12 TB	TB	B	TB	B	B	B	B	B	B	B
13 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
14 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
15 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
16 TM	B	M	M	M	TM	TM	TM	TM	B	TM
17 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
18 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
19 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
20 TB	TB	M	B	TB	TB	TB	TB	TB	TB	B
21 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
22 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
23 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
24 M	B	M	M	M	TM	B	B	B	M	M
25 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
26 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
27 B	B	TB	M	B	B	B	B	B	B	B
28 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
29 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
30 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
31 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
32 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
33 TM	B	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	B
34 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
35 TB	TB	B	TB	B	TB	B	TB	B	B	B
36 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
37 TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
38 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
39 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
40 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
41 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
42 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
43 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
44 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
45 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
46 TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
47 TB	TB	M	TM	TM	TM	TM	M	TB	TB	TB
48 B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
49 B	B	M	M	M	M	M	B	B	B	B

Ces données proviennent d'une enquête menée auprès des étudiants de « Esi » en 1CPI, portion « 2018-2019 », concernant les opinions sur le module « anglais », son programme, encadrement de module, la méthode de résolution des exercices, la disponibilité des supports pédagogiques...etc.

Les données contiennent 48 lignes (individus=étudiants) et 10 colonnes (variables=questions). Nous utiliserons ces derniers pour effectuer l'ACM.

Nos données contiennent les variables suivantes :

- Q1 : L'objectif et le programme de l'UE étants clairs.
- Q2 : Le programme réalisé correspond au programme annoncé.
- Q3 : Je maitre les antécédents et prérequis nécessaires.
- Q4 : La matière est bien exposée et capte mon attention.
- Q5 : Je suis bien encadré dans la résolution des exercices.
- Q6 : Les TD/TP/Projet étaient utiles pour une bonne assimilation du cours.
- Q7 : Les supports pédagogiques (transparents, polycopié, séries, ...) étaient disponibles et utiles pour l'apprentissage.
- Q8 : Le volume horaire prévu dans l'UE a été respecté.
- Q9 : Le contenu des contrôles et évaluations correspondait aux aspects traités en Cours/TD/TP.
- Q10 : La quantité de travail demandée est adaptée à l'UE.

[illegible]

2. Etude des statistiques :

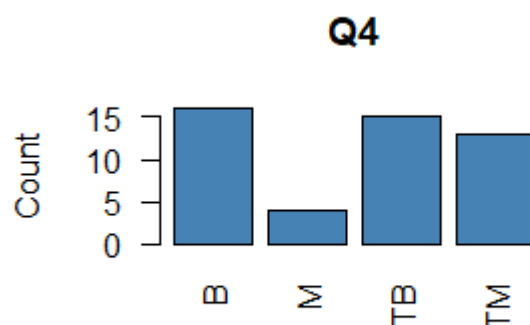
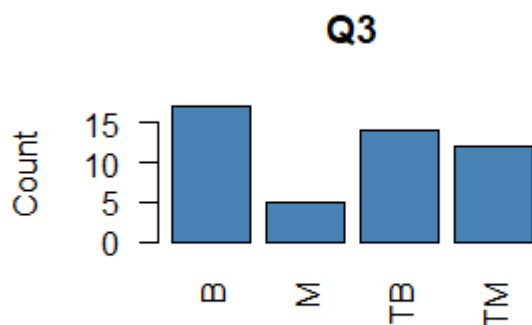
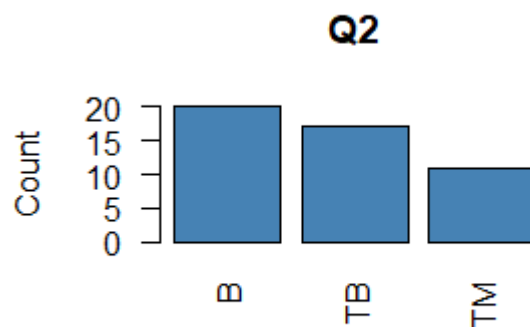
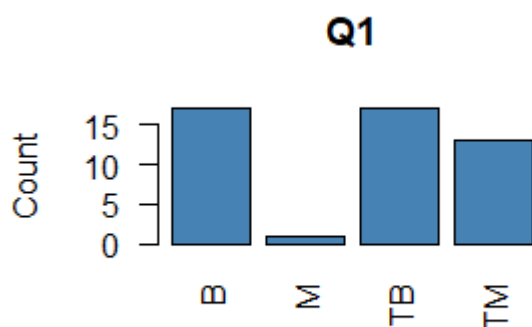
Les statistiques ci-dessous sont des résumés de nos données.

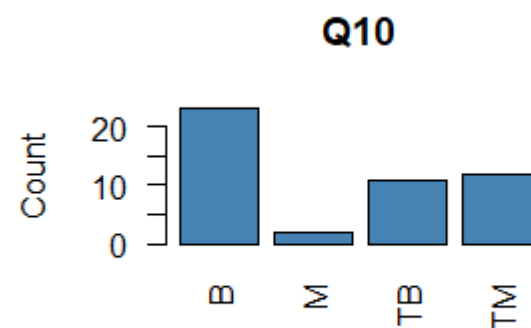
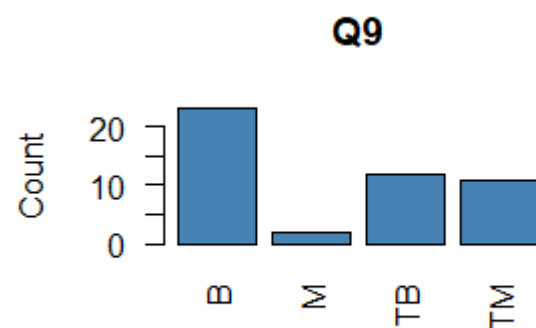
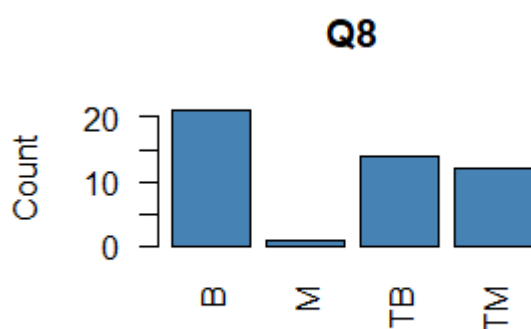
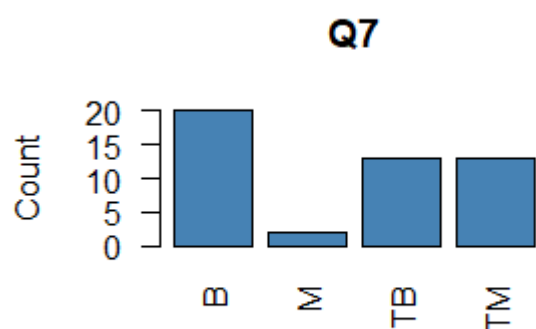
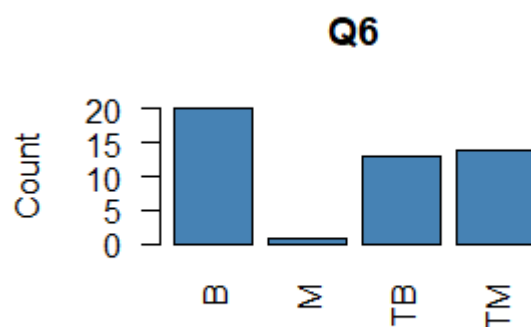
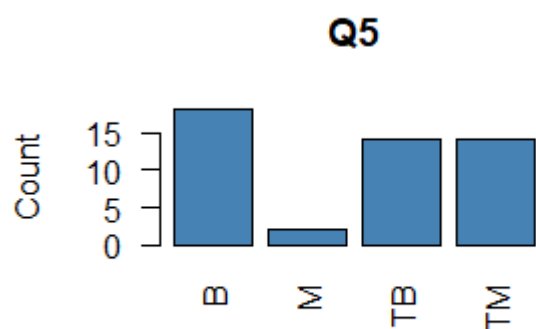
a. Fréquences des catégories des variables :

```
> #Fréquence
> freq=summary(x)
> freq
  Q1      Q2      Q3      Q4      Q5      Q6      Q7      Q8      Q9
B :17  B :20  B :17  B :16  B :18  B :20  B :20  B :21  B :23
M : 1   TB:17  M : 5   M : 4   M : 2   M : 1   M : 2   M : 1   M : 2
TB:17  TM:11  TB:14  TB:15  TB:14  TB:13  TB:13  TB:14  TB:12
TM:13          TM:12  TM:13  TM:14  TM:14  TM:13  TM:12  TM:11
Q10
B :23
M : 2
TB:11
TM:12
```

b. Histogrammes :

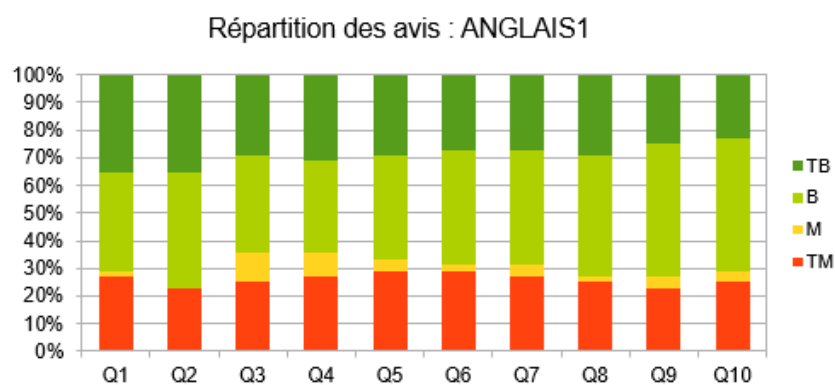
```
> #####Histogramme
> for (i in 1:10) {
+   plot(x[,i], main = colnames(x)[i], ylab = "Count", col="steelblue", las = 2)
+ }
```

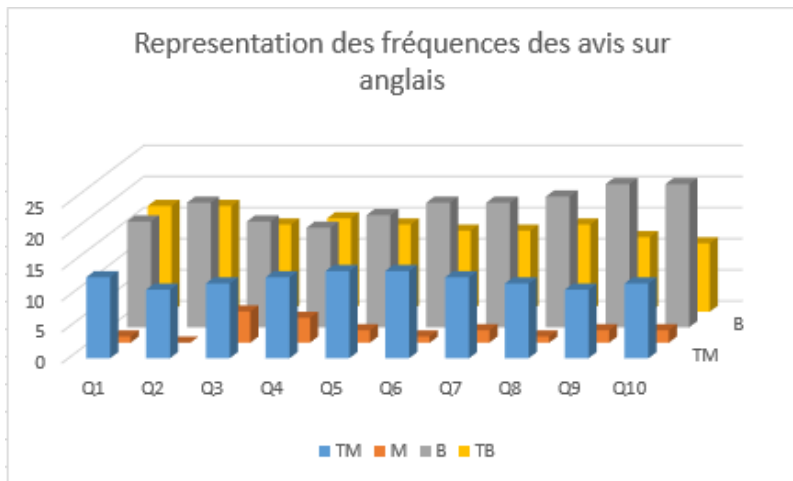




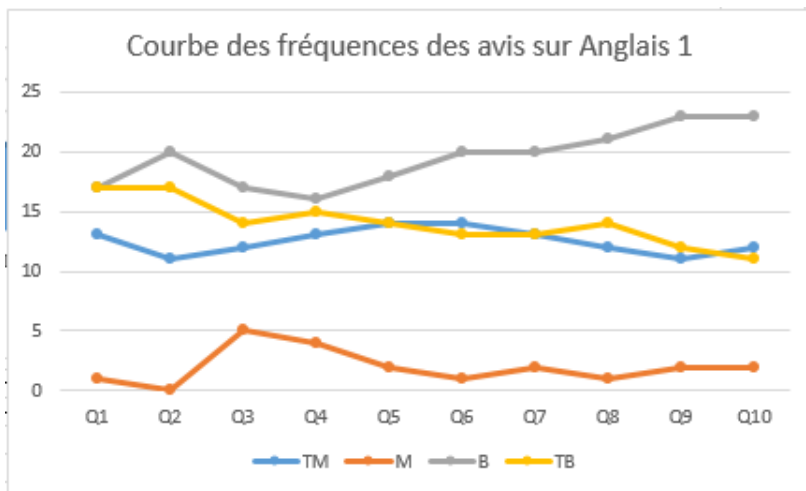
3. Visualisation de la fréquence des catégories des variables :

➤ Par histogrammes :

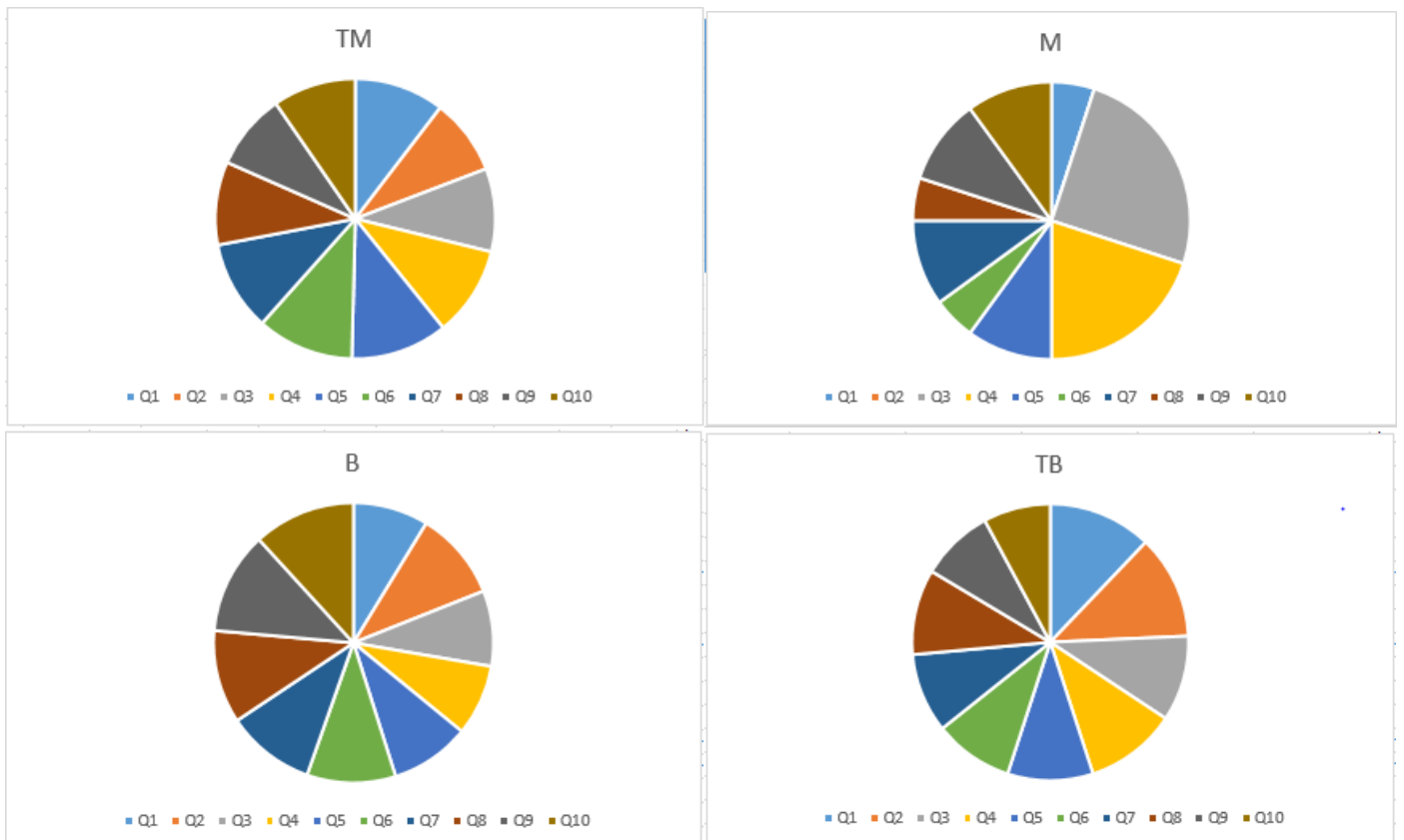




➤ Par courbe :



➤ Par cercles :



Nous réalisons l'ACM sur tous les individus et les variables.

1. Transformation de tableau de données en tableau disjonctif :

Pour commencer, nous réalisons la table disjonctive des variables. Dans le tableau disjonctif, les lignes sont les individus et les colonnes sont les modalités des variables qualitatives.

Dans la figure ci-dessous, on remarque que le 1^{er} individu a répondu par très bien (TB) sur toutes les questions contrairement au 3^{ème} individu qui a répondu par très mauvais (TM) sur tous les questions.

```
> disj=tab.disjonctif(x)
```

```
> disj
```

	B M T B T M				B T B T M				B M T B T M				B M T B T M				B M T B T M				B M T B T M				B M T B T M				B M T B T M				B M T B T M			
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0				
2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
4	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
6	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
8	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
9	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
10	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0				
11	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
12	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
13	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
14	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
15	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1			
16	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
17	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
18	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
19	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0			
20	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
21	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
22	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
23	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
24	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
25	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
26	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
27	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
28	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
29	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0			
30	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
31	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
32	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0		
33	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0			
34	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0		
35	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0		
36	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0		
37	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0			
38	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
39	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
40	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
41	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
42	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
43	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
44	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
45	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
46	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
47	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		
48	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0		

Q1

Q3

05

Q7

Q9

02

Q4

Q6

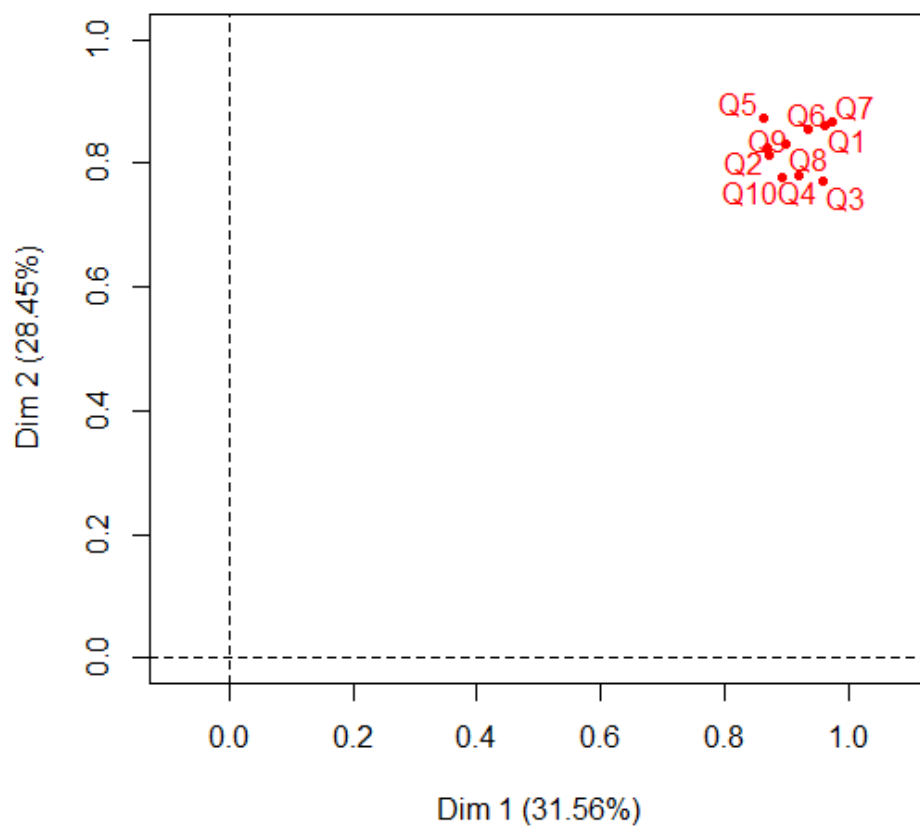
 Q8

Q10

2. Faire une AFCM :

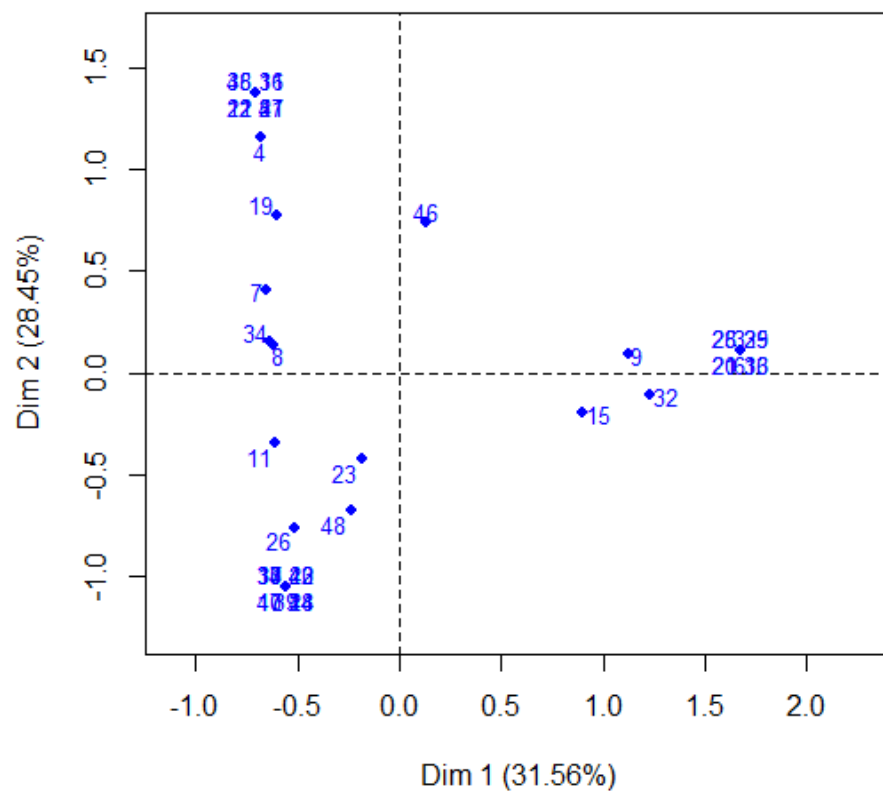
```
> #AFCM
```

```
> afcm=MCA(x)
```

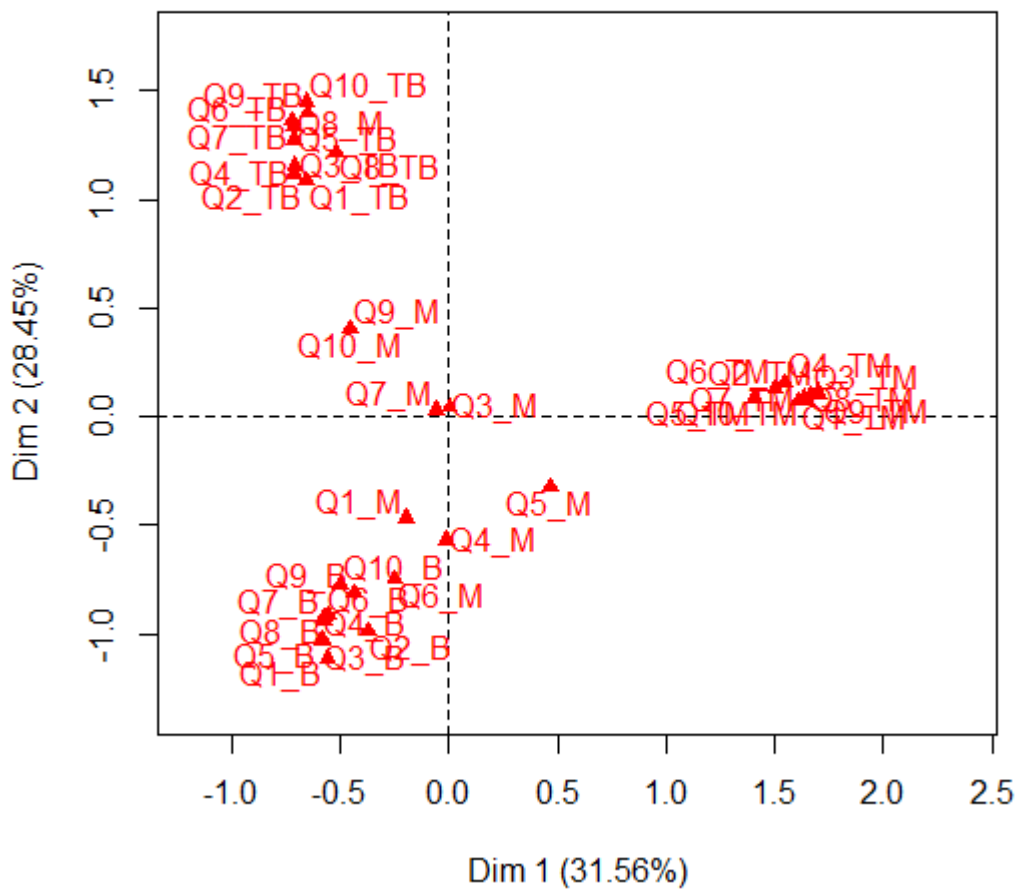
Représentation des variables

MCA factor map



Représentation des individus

MCA factor map



Représentation des modalités

3. Etude de tableau de valeurs propres :

On observe dans la table des valeurs propres et l'histogramme présentés après la différence d'inertie entre chacun des facteurs est assez significative car on a des facteurs qui se détachent avec une valeur propre assez élevée (proche de 1). Les 2 premiers facteurs épuisent plus de 50% de l'inertie totale du nuage (59 %). On remarque alors que le nombre d'axes nécessaire pour représenter tous les facteurs est 2 axes.

Les deux premiers axes restituent environ 59% de l'inertie totale, ce qui est courant en ACM à cause du nombre important d'axes.

```

> #Valeur Propre
> afcm$eig
      eigenvalue percentage of variance cumulative percentage of variance
dim 1  9.153585e-01          3.156409e+01          31.56409
dim 2  8.251596e-01          2.845378e+01          60.01786
dim 3  3.568268e-01          1.230437e+01          72.32224
dim 4  2.847728e-01          9.819751e+00          82.14199
dim 5  1.409431e-01          4.860108e+00          87.00209
dim 6  8.951770e-02          3.086817e+00          90.08891
dim 7  6.970535e-02          2.403633e+00          92.49254
dim 8  5.975409e-02          2.060486e+00          94.55303
dim 9  5.042620e-02          1.738834e+00          96.29186
dim 10 3.695933e-02          1.274460e+00          97.56632
dim 11 3.082954e-02          1.063088e+00          98.62941
dim 12 1.871658e-02          6.453993e-01          99.27481
dim 13 1.335853e-02          4.606391e-01          99.73545
dim 14 4.796362e-03          1.653918e-01          99.90084
dim 15 2.875576e-03          9.915779e-02          100.00000
dim 16 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 17 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 18 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 19 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 20 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 21 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 22 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 23 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 24 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 25 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 26 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 27 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 28 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000
dim 29 6.677865e-33          2.302712e-31          100.00000

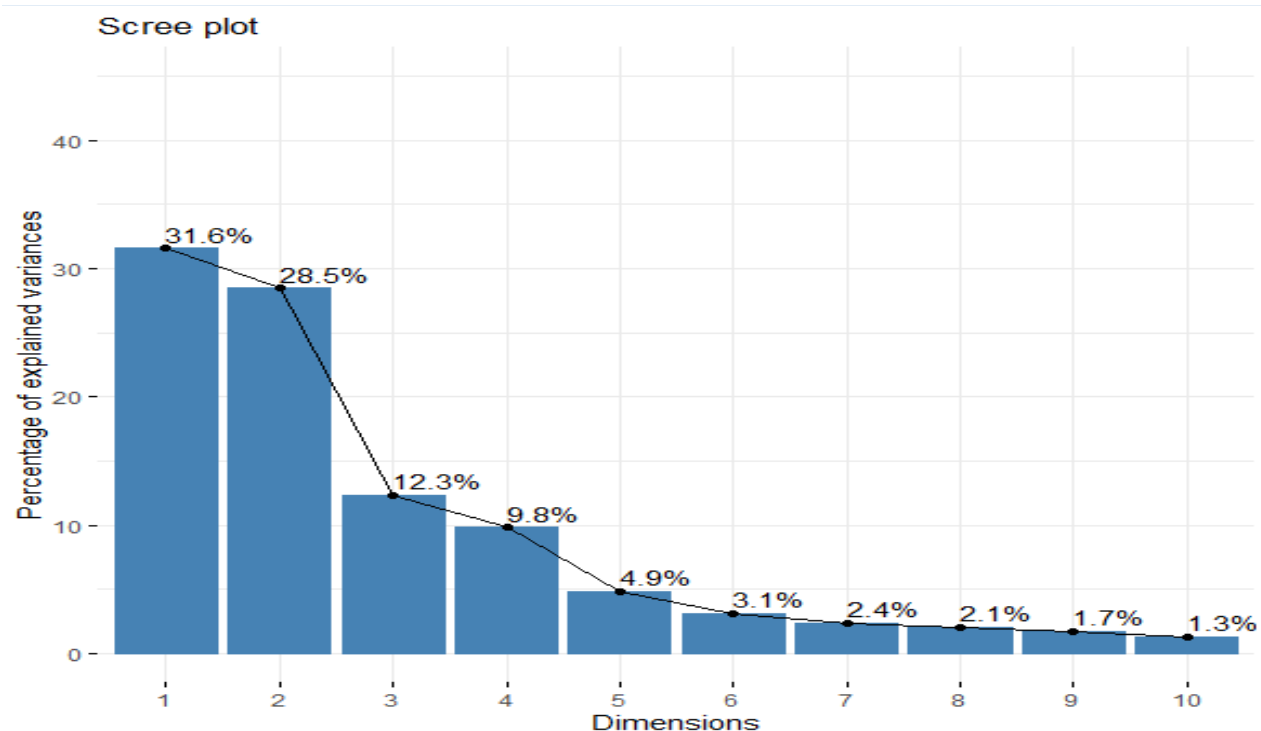
```

Valeurs propres Inertie Inertie cumulée

```

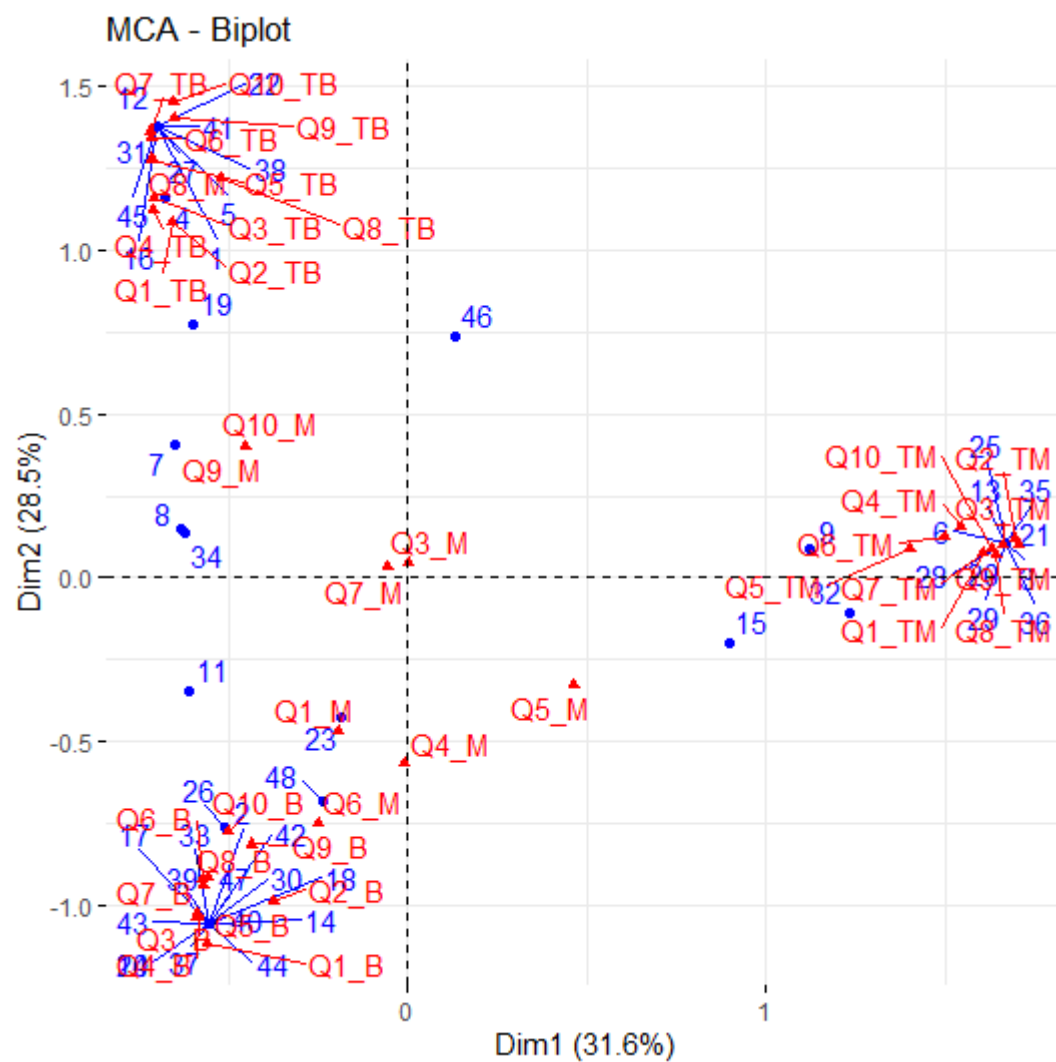
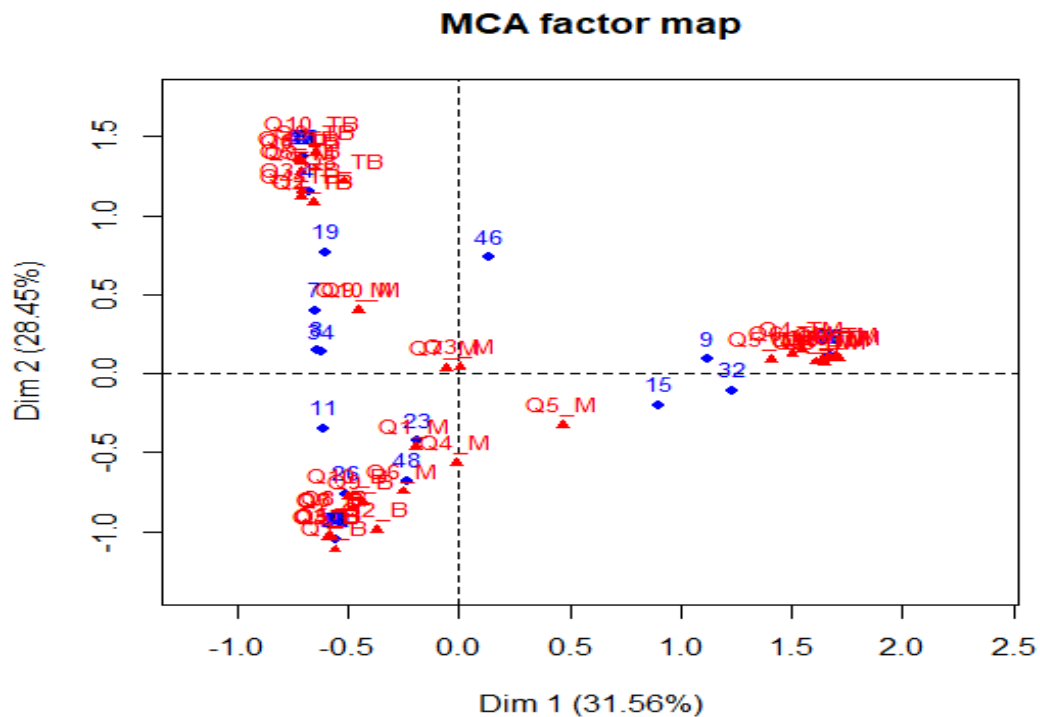
> library(factoextra)
> fviz_screplot(afcm, addlabels = TRUE, ylim = c(0, 45))

```



4. Représentation de biplot individus-variables :

```
> #Biplot ind/var
> plot(afcm)
> plot(afcm, shadow=TRUE, cex=0.8)
> fviz_mca_biplot(afcm, repel = TRUE, ggtheme = theme_minimal())
```



Dans le graphique ci-dessus, les lignes (individus) sont représentées par des points bleus, les catégories des variables (modalités) sont en rouge.

La distance entre les individus donne une mesure de leur similitude (ou dissemblance). Les individus avec une réponse similaire sont proches entre eux sur le graphique. Il en va de même pour les variables.

On remarque que les étudiants {1,5,12,16,22,27,31,38,41,45} ont répondu à toutes les questions par TB par contre les individus {19,4} ont répondu par TB sur toutes les questions sauf une qu'il a répondu par M et les individus {7,8,34} ont répondu à la plus part des questions par TB et le reste par M. Par ailleurs, les étudiants {6,13,20,21,25,29,35,36} ont répondu à toutes les questions par TM contrairement aux individus {9,15,32} a répondu par TM aux majorités des questions. Les individus {2,14,17,18,37,40,30,44,33,43} ont répondu par B à toutes les questions et les individus {26,48,23,11} ont répondu sur les questions soit par B ou M. l'individu {46} a répondu aux questions par B,M et TM (il a répondu la plus part par TB c'est pour cela il est représentée dans le 1^{er} quadrant).

On remarque aussi que la modalité TB est représentée dans le 3^{ème} quadrant, la modalité TM est représentée dans le 1^{ème} quadrant et la modalité B est représentée dans le 4^{ème} quadrant. Par contre la modalité M est un peu par tous sur le plan car on n'a pas des individus qui ont répondu sur tous les questions par M.

Nous remarquons qu'il est impossible d'analyser bien les résultats au vue du nombre important d'individus. Nous allons donc par la suite analyser séparément les variables et les individus.

5. Etude de tableau de contributions et signification des axes :

Extrayons dans un premier temps les coordonnées, les cos2 et les contributions des catégories, nous afficherons uniquement les valeurs pour les cinq premières dimensions :

❖ Graphique des variables :

➤ Coordonnées :

```
> afcm$var$coord
      Dim 1      Dim 2      Dim 3      Dim 4      Dim 5
Q1_B -0.5602620663 -1.11339171 -0.13809632  0.155828217  0.127930870
Q1_M -0.1944723342 -0.46701278  4.82941040 -2.247918173 -3.387707856
Q1_TB -0.6568695893  1.08441713 -0.07174487  0.007495964  0.032634950
Q1_TM  1.6065931137  0.07381390 -0.09708540 -0.040660992  0.050622224
Q2_B -0.3746526620 -0.98657066  0.17899233  0.048461910 -0.145685683
Q2_TB -0.6568695893  1.08441713 -0.07174487  0.007495964  0.032634950
Q2_TM  1.6963487507  0.11784745 -0.21456217 -0.099697236  0.214447229
Q3_B -0.5900191030 -1.03362690 -0.40239022 -0.160772619  0.044722909
Q3_M  0.0009950396  0.04506692  2.08308226  1.183920024 -1.002737200
Q3_TB -0.7088360168  1.15491679 -0.07548133 -0.139923366  0.147600508
Q3_TM  1.6624211489  0.09812396 -0.20983658 -0.102294873  0.182249120
Q4_B -0.5854777558 -1.03114853 -0.36029686 -0.117193806 -0.037904970
Q4_M -0.0099529522 -0.56656293  2.42599112  0.884514674 -0.763688890
Q4_TB -0.7119088874  1.11855983 -0.16038841 -0.163377228  0.195654372
Q4_TM  1.5450837855  0.15278699 -0.11795297  0.060592355  0.055878423
Q5_B -0.5868478592 -1.02258610 -0.35366207 -0.140921452  0.018844359
Q5_M  0.4630380613 -0.32390960  1.64003320  3.051290045  2.036900517
Q5_TB -0.7154251895  1.27511986 -0.09499586 -0.113758914  0.112003330
Q5_TM  1.4037955711  0.08590649  0.31541378 -0.140954940 -0.427217579
Q6_B -0.5727096304 -0.92091708 -0.07565547 -0.257005097 -0.116105221
Q6_M -0.2490594516 -0.74643954  3.14390879  4.890482911  2.282943812
Q6_TB -0.7168841419  1.33818901 -0.10410305 -0.095155935  0.064741664
Q6_TM  1.5016247074  0.12630886 -0.01981856  0.106189014 -0.057320073
Q7_B -0.5711394497 -0.93542258 -0.08829006 -0.250643290 -0.133196859
Q7_M -0.0560120134  0.03115188  2.06427956  3.452861000  0.411186934
Q7_TB -0.7192998044  1.36050516 -0.08466521 -0.104943331  0.091036492
Q7_TM  1.6065931137  0.07381390 -0.09708540 -0.040660992  0.050622224
Q8_B -0.5572977171 -0.91260862  0.07765712 -0.011886621 -0.001864791
Q8_M -0.7102125305  1.27153325  2.65661715 -3.362029065  4.591170462
Q8_TB -0.5212221653  1.21659196 -0.20636777  0.382309870 -0.244231539
Q8_TM  1.6425479087  0.07174670 -0.11652231 -0.145057506 -0.094397359
Q9_B -0.4368184821 -0.81147015 -0.09945630  0.167799137  0.165753840
Q9_M -0.4523424323  0.40226024  3.74301377 -2.804973619  0.601731303
Q9_TB -0.6518673550  1.39836881 -0.21202800  0.349183562 -0.450994429
Q9_TM  1.7067198376  0.09807883 -0.24129060 -0.221785060  0.036012020
Q10_B -0.4997645633 -0.77458308 -0.15808363  0.103492140  0.106913046
Q10_M -0.4523424323  0.40226024  3.74301377 -2.804973619  0.601731303
Q10_TB  0.6542930116  1.41810684  0.24962263  0.329759276  0.408107123
Q10_TM  1.6330410791  0.08986793 -0.09202125 -0.033143668  0.069168250
```

➤ Cos²:

```
> afcm$var$cos2
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
Q1_B	1.721352e-01	6.798032e-01	0.010458067	1.331617e-02	8.975072e-03
Q1_M	8.046700e-04	4.640445e-03	0.496238400	1.075135e-01	2.441822e-01
Q1_TB	2.366168e-01	6.448816e-01	0.002822728	3.081358e-05	5.840542e-04
Q1_TM	9.587097e-01	2.023726e-03	0.003500928	6.140889e-04	9.518264e-04
Q2_B	1.002604e-01	6.952298e-01	0.022884468	1.677541e-03	1.516023e-02
Q2_TB	2.366168e-01	6.448816e-01	0.002822728	3.081358e-05	5.840542e-04
Q2_TM	8.555024e-01	4.128872e-03	0.013686653	2.954998e-03	1.367199e-02
Q3_B	1.909059e-01	5.858883e-01	0.088793682	1.417462e-02	1.096850e-03
Q3_M	1.151283e-07	2.361660e-04	0.504561826	1.629845e-01	1.169165e-01
Q3_TB	2.068906e-01	5.492253e-01	0.002346001	8.061755e-03	8.970669e-03
Q3_TM	9.212147e-01	3.209437e-03	0.014677130	3.488080e-03	1.107158e-02
Q4_B	1.713921e-01	5.316336e-01	0.064906913	6.867194e-03	7.183934e-04
Q4_M	9.005569e-06	2.918123e-02	0.535039357	7.112420e-02	5.302007e-02
Q4_TB	2.303701e-01	5.687164e-01	0.011692928	1.213278e-02	1.740029e-02
Q4_TM	8.867055e-01	8.670578e-03	0.005167650	1.363675e-03	1.159748e-03
Q5_B	2.066342e-01	6.274094e-01	0.075046117	1.191531e-02	2.130659e-04
Q5_M	9.321924e-03	4.561627e-03	0.116943865	4.047987e-01	1.803897e-01
Q5_TB	2.107548e-01	6.695009e-01	0.003715853	5.328684e-03	5.165484e-03
Q5_TM	8.114408e-01	3.038793e-03	0.040964764	8.181063e-03	7.515318e-02
Q6_B	2.342831e-01	6.057773e-01	0.004088393	4.717973e-02	9.628873e-03
Q6_M	1.319800e-03	1.185472e-02	0.210301330	5.088686e-01	1.108901e-01
Q6_TB	1.908856e-01	6.651356e-01	0.004025337	3.363156e-03	1.556837e-03
Q6_TM	9.284787e-01	6.569264e-03	0.000161731	4.643103e-03	1.352890e-03
Q7_B	2.330002e-01	6.250110e-01	0.005567954	4.487290e-02	1.267243e-02
Q7_M	1.364063e-04	4.219304e-05	0.185271743	5.183587e-01	7.351074e-03
Q7_TB	1.921742e-01	6.875047e-01	0.002662473	4.090581e-03	3.078267e-03
Q7_TM	9.587097e-01	2.023726e-03	0.003500928	6.140889e-04	9.518264e-04
Q8_B	2.415628e-01	6.477757e-01	0.004690488	1.098936e-04	2.704680e-06
Q8_M	1.073195e-02	3.439993e-02	0.150162014	2.404945e-01	4.484861e-01
Q8_TB	1.118652e-01	6.094513e-01	0.017536095	6.018387e-02	2.456137e-02
Q8_TM	8.993212e-01	1.715863e-03	0.004525816	7.013893e-03	2.970287e-03
Q9_B	1.755456e-01	6.058051e-01	0.009100231	2.590403e-02	2.527639e-02
Q9_M	8.896247e-03	7.035361e-03	0.609137048	3.420816e-01	1.574263e-02
Q9_TB	1.416437e-01	6.518118e-01	0.014985291	4.064305e-02	6.779866e-02
Q9_TM	8.659951e-01	2.859839e-03	0.017308992	1.462364e-02	3.855546e-04
Q10_B	2.297834e-01	5.519806e-01	0.022991200	9.853773e-03	1.051597e-02
Q10_M	8.896247e-03	7.035361e-03	0.609137048	3.420816e-01	1.574263e-02
Q10_TB	1.272728e-01	6.236948e-01	0.018525028	3.232846e-02	4.958819e-02
Q10_TM	8.889411e-01	2.692082e-03	0.002822637	3.661676e-04	1.594749e-03

➤ Contributions :

```
> afcm$var$contrib
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
Q1_B	1.214504e+00	5.3206623306	0.189284244	3.019962e-01	0.411258117
Q1_M	8.607622e-03	0.0550653419	13.617254757	3.696760e+00	16.963941046
Q1_TB	1.669455e+00	5.0473389098	0.051089539	6.988182e-04	0.026762684
Q1_TM	7.636999e+00	0.0178830036	0.071540587	1.572388e-02	0.049242563
Q2_B	6.389328e-01	4.9148152206	0.374110757	3.436302e-02	0.627449241
Q2_TB	1.669455e+00	5.0473389098	0.051089539	6.988182e-04	0.026762684
Q2_TM	7.204279e+00	0.0385703791	0.295665278	7.998697e-02	0.747736215
Q3_B	1.346941e+00	4.5856122964	1.607108113	3.214648e-01	0.050260159
Q3_M	1.126726e-06	0.0025639325	12.667303659	5.127138e+00	7.431202748
Q3_TB	1.600985e+00	4.7146584627	0.046570233	2.005251e-01	0.450836006
Q3_TM	7.547983e+00	0.0291710585	0.308492770	9.186483e-02	0.589151486
Q4_B	1.248269e+00	4.2951985948	1.212668983	1.607643e-01	0.033980295
Q4_M	9.018439e-05	0.3241731994	13.744841700	2.289446e+00	3.448321803
Q4_TB	1.730245e+00	4.7383867381	0.225288248	2.929103e-01	0.848760626
Q4_TM	7.063419e+00	0.0766190732	0.105599651	3.491719e-02	0.059999341
Q5_B	1.410883e+00	4.7521822080	1.314470416	2.615092e-01	0.009448222
Q5_M	9.759576e-02	0.0529783521	3.140773461	1.362251e+01	12.265478183
Q5_TB	1.630888e+00	5.7471279729	0.073763030	1.325437e-01	0.259600040
Q5_TM	6.279186e+00	0.0260855991	0.813187524	2.034928e-03	3.776948967
Q6_B	1.493023e+00	4.2824456303	0.066836233	9.664375e-01	0.398518372
Q6_M	1.411801e-02	0.1406727846	5.770868968	1.749701e+01	7.703805285
Q6_TB	1.520579e+00	5.8775871408	0.082256756	8.611433e-02	0.080542652
Q6_TM	7.184861e+00	0.0563918654	0.003210506	1.154908e-01	0.067991773
Q7_B	1.484848e+00	4.4184149711	0.091023806	9.191840e-01	0.524484688
Q7_M	1.428104e-03	0.0004900264	4.975862327	1.744410e+01	0.499831314
Q7_TB	1.530843e+00	6.0752555285	0.054406983	1.047402e-01	0.159253590
Q7_TM	7.636999e+00	0.0178830036	0.071540587	1.572388e-02	0.049242563
Q8_B	1.484436e+00	4.4157984239	0.073940631	2.170683e-03	0.000107943
Q8_M	1.148006e-01	0.4082030593	4.120588820	8.269195e+00	31.157434254
Q8_TB	8.656480e-01	5.2316505899	0.348107302	1.496992e+00	1.234372903
Q8_TM	7.368598e+00	0.0155957360	0.095126338	1.847234e-01	0.158057746
Q9_B	9.988434e-01	3.8237874135	0.132829269	4.737700e-01	0.934049486
Q9_M	9.313914e-02	0.0817080821	16.359656580	1.151192e+01	1.070409752
Q9_TB	1.160559e+00	5.9244155396	0.314969877	1.070407e+00	3.607766754
Q9_TM	7.292639e+00	0.0267155479	0.373916670	3.958381e-01	0.021086403
Q10_B	1.307454e+00	3.4840522703	0.335585347	1.802200e-01	0.388601159
Q10_M	9.313914e-02	0.0817080821	16.359656580	1.151192e+01	1.070409752
Q10_TB	1.071778e+00	5.8263239849	0.400186045	8.750785e-01	2.712031887
Q10_TM	7.283549e+00	0.0244687367	0.059327884	9.643678e-03	0.084861298

➤ Poids des variables :


```
> afcm$call$marge.col
      Q1_B      Q1_M      Q1_TB      Q1_TM      Q2_B      Q2_TB
0.035416667 0.002083333 0.035416667 0.027083333 0.041666667 0.035416667
      Q2_TM      Q3_B      Q3_M      Q3_TB      Q3_TM      Q4_B
0.022916667 0.035416667 0.010416667 0.029166667 0.025000000 0.033333333
      Q4_M      Q4_TB      Q4_TM      Q5_B      Q5_M      Q5_TB
0.008333333 0.031250000 0.027083333 0.037500000 0.004166667 0.029166667
      Q5_TM      Q6_B      Q6_M      Q6_TB      Q6_TM      Q7_B
0.029166667 0.041666667 0.002083333 0.027083333 0.029166667 0.041666667
      Q7_M      Q7_TB      Q7_TM      Q8_B      Q8_M      Q8_TB
0.004166667 0.027083333 0.027083333 0.043750000 0.002083333 0.029166667
      Q8_TM      Q9_B      Q9_M      Q9_TB      Q9_TM      Q10_B
0.025000000 0.047916667 0.004166667 0.025000000 0.022916667 0.047916667
      Q10_M      Q10_TB      Q10_TM
0.004166667 0.022916667 0.025000000
```

Les variables qui contribuent le plus sur les axes sont celles qui ont : Cab>poids

Axe1 :

+	-
Q1-TM, Q2-TM, Q3-TM, Q4-TM, Q5-TM, Q6-TM, Q7-TM, Q8-TM, Q9-TM, Q10-TM	

Axe2 :

+	-
Q1-TB, Q2-TB, Q3-TB, Q4-TB, Q5-TB, Q6-TB, Q7-TB, Q8-TB, Q9-TB, Q10-TB, Q8-M	Q1-B, Q2-B, Q3-B, Q4-B, Q5-B, Q6-B, Q7-B, Q8-B, Q9-B, Q10-B

❖ Graphique des individus :

- Coordonnées :

```
> afcm$ind$coord
      Dim 1      Dim 2      Dim 3      Dim 4      Dim 5
1  -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
2  -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
3   1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
4  -0.6794914  1.15503914  1.58692969 -1.79411671  1.723635272
5  -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
6   1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
7  -0.6517733  0.40273289 -0.13636212 -0.09456007  0.204105654
8  -0.6362874  0.14998402 -0.13696894 -0.12186306  0.144377616
9   1.1243035  0.08958504  0.08133372  0.64682481  0.672330662
10 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
11 -0.6104294 -0.34388805 -0.23499779 -0.13086008  0.092160228
12 -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
13  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
14 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
15  0.8961404 -0.19794284  0.75022882  0.37298605 -0.573985848
16 -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
17 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
18 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
19 -0.5981419  0.77026372  0.12037372  0.30036024 -0.345184095
20  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
21  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
22 -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
23 -0.1860602 -0.42422645  2.88484727 -1.19958140 -1.271826608
24 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
25  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
26 -0.5098838 -0.75840218  0.28357177  0.10488628 -0.158087636
27 -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
28  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
29  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
30 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
31 -0.7017006  1.37381403 -0.22284130  0.08602896 -0.113825222
32  1.2334507 -0.10794722 -0.09429472 -0.06983701 -0.064546668
33 -0.5576195 -1.05047385 -0.23759638 -0.08673274  0.007833145
34 -0.6217280  0.13920189 -0.28730759 -0.02666164  0.075773457
35  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
36  1.6728377  0.10879718 -0.14911890 -0.12320527  0.021326418
```

- Contribution :

```
> afcm$ind$contrib
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
1	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
2	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
3	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
4	1.05083716	3.36832670	14.70336390	23.548415487	4.391426e+01
5	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
6	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
7	0.96685340	0.40950105	0.10856475	0.065414781	6.157791e-01
8	0.92145503	0.05679509	0.10953314	0.108643681	3.081162e-01
9	2.87696587	0.02026244	0.03862270	3.060790775	6.681603e+00
10	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
11	0.84808320	0.29857606	0.32242513	0.125277961	1.255457e-01
12	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
13	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
14	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
15	1.82776199	0.09892371	3.28616093	1.017760261	4.869868e+00
16	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
17	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
18	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
19	0.81428427	1.49795821	0.08459889	0.660001924	1.761231e+00
20	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
21	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
22	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
23	0.07879060	0.45437695	48.59001001	10.527366903	2.390951e+01
24	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
25	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
26	0.59171154	1.45217833	0.46949107	0.080481802	3.694117e-01
27	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
28	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
29	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
30	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
31	1.12065309	4.76515143	0.28992969	0.054143920	1.915102e-01
32	3.46267050	0.02942007	0.05191300	0.035680553	6.158324e-02
33	0.70769064	2.78606536	0.32959528	0.055033408	9.069579e-04
34	0.87976863	0.04892277	0.48194284	0.005200367	8.486899e-02
35	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03
36	6.36905746	0.02988519	0.12982752	0.111050084	6.722808e-03

- Cos^2 :

```
> afcm$ind$cos2
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
1	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
2	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
3	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
4	0.042324091	0.122296257	0.230852795	0.2950673443	2.723394e-01
5	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
6	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
7	0.232693469	0.088843432	0.010185412	0.0048978638	2.281924e-02
8	0.238661685	0.013260688	0.011059114	0.0087542768	1.228785e-02
9	0.272516492	0.001730201	0.001426156	0.0901984278	9.745216e-02
10	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
11	0.238909331	0.075822199	0.035407051	0.0109793486	5.445645e-03
12	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
13	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
14	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
15	0.209521132	0.010222458	0.146846377	0.0362961803	8.595638e-02
16	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
17	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
18	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
19	0.125201778	0.207625596	0.005070670	0.0315708951	4.169688e-02
20	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
21	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
22	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
23	0.002872555	0.014933340	0.690569067	0.1194045617	1.342200e-01
24	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
25	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
26	0.105776446	0.234016040	0.032716926	0.0044759360	1.016816e-02
27	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
28	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
29	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
30	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
31	0.197895252	0.758555972	0.019958279	0.0029745489	5.207254e-03
32	0.613847749	0.004701538	0.003587499	0.0019678334	1.680988e-03
33	0.207661907	0.736972756	0.037701670	0.0050239700	4.097823e-05
34	0.214365992	0.010745960	0.045777193	0.0003942109	3.184118e-03
35	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04
36	0.976362615	0.004129893	0.007758342	0.0052961723	1.586863e-04

Les variables qui contribuent le plus sur les axes sont celles qui ont : $Cab > 1/48$

Axe1 :

+	-
3,6,9,13,15,20,21,25,28,29,35,36	1,2,4,5,7,8,10,11,12,14,16,17,18,19,22,23,24,26,27,30,31,33,34

Axe2 :

+	-
1,3,4,5,6,7,8,9,12,13,16,19,20,21,22,25,27,28,29,31,34,35,35	2,10,11,14,15,17,18,23,24,26,30,32,33

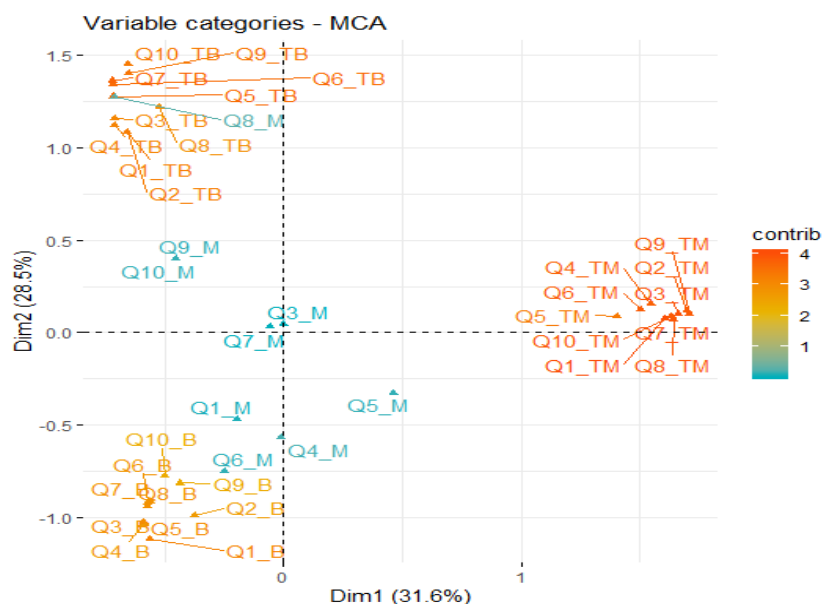
D'après les résultats précédents, on remarque que :

Axe 1 est un axe d'effet taille, il représente les individus tq : 3,6,9,13,15,20,21,25,28,29,35,36 qui ont répondu au question par TM.

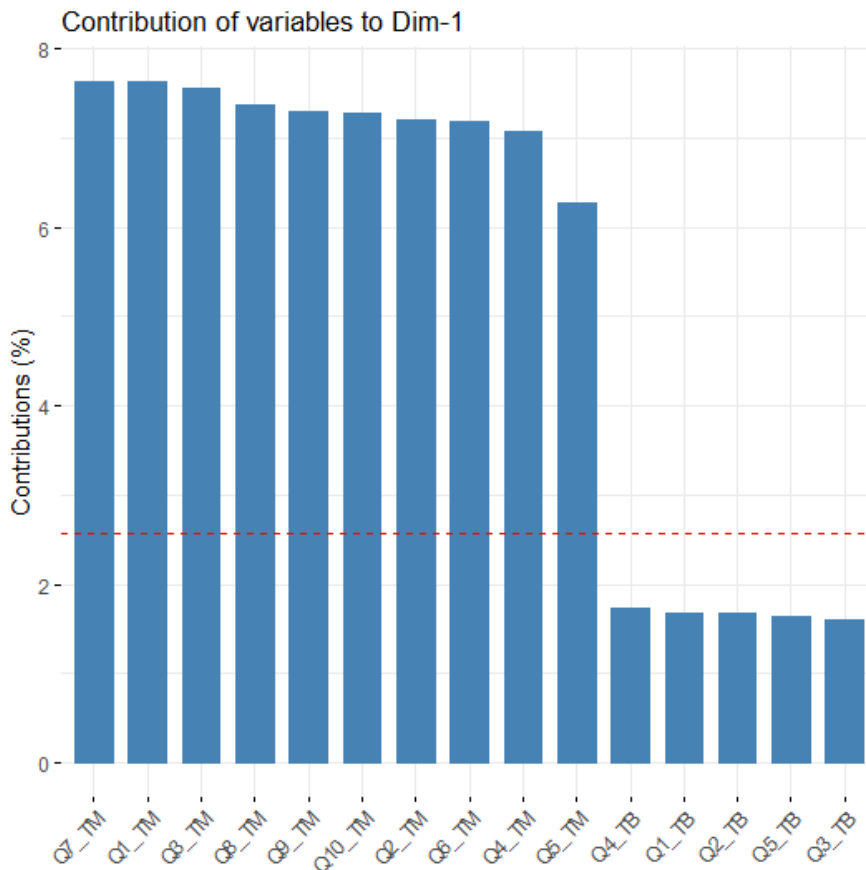
Axe 2 est un axe d'effet opposition, il oppose les individus 1,3,4,5,6,7,8,9,12,13,16,19,20,21,22,25,27,28,29,31,34,35,35 qui ont voté par TB à toutes les questions ou M au Q8 aux individus 2,10,11,14,15,17,18,23,24,26,30,32,33 qui ont voté par B sur toutes les questions.

On a utilisé aussi les figures suivantes pour vérifier l'interprétation à l'aide de R :

```
> ## Les catégories les plus importantes
> fviz_mca_var(afcm, col.var = "contrib",
+             gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
+             repel = TRUE,
+             ggtheme = theme_minimal()
+             )
```

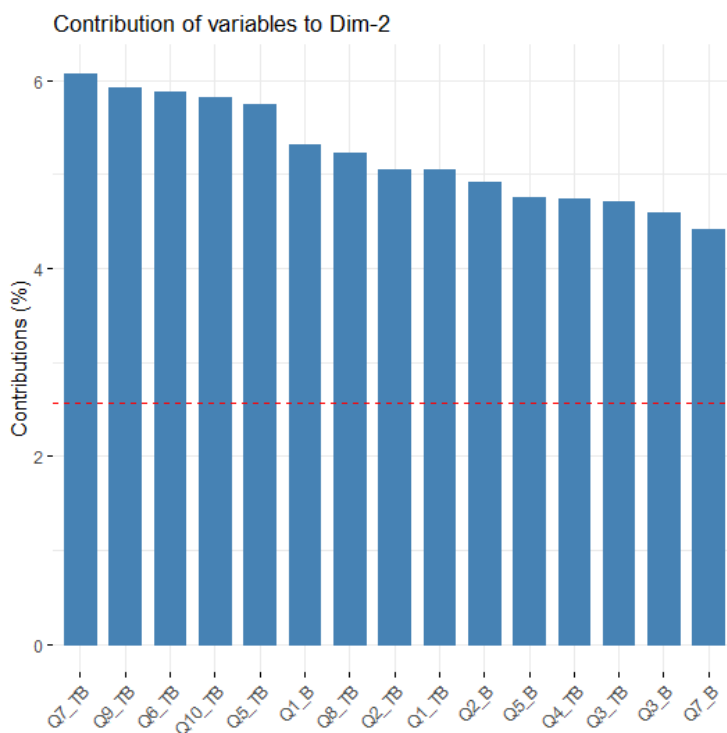


```
> # Contributions des variables à la dimension 1
> fviz_contrib (afcm, choice = "var", axes = 1, top = 15)
```



Les catégories de variables qui ont une contribution dépasse la ligne rouge sont celles qui contribuent le plus à la dimension 1.

```
> # Contributions des variables à la dimension 2
> fviz_contrib (afcm, choice = "var", axes = 2, top = 15)
```



Ces catégories de variables sont celles qui contribuent le plus à la dimension 2.

→ Le graphique et les statistiques de contributions ci-dessus donnent une idée du pôle des dimensions auquel les catégories contribuent réellement.

Il est évident que la catégorie TM à une contribution importante au pôle positif de la première dimension, et elle est la seule qui contribue sur cet axe.

En d'autres termes, la dimension 1 est un axe d'effet taille, il mesure la catégorie TM (pôle positif).

La catégorie TB a une contribution majeure au pôle positif de la deuxième dimension.

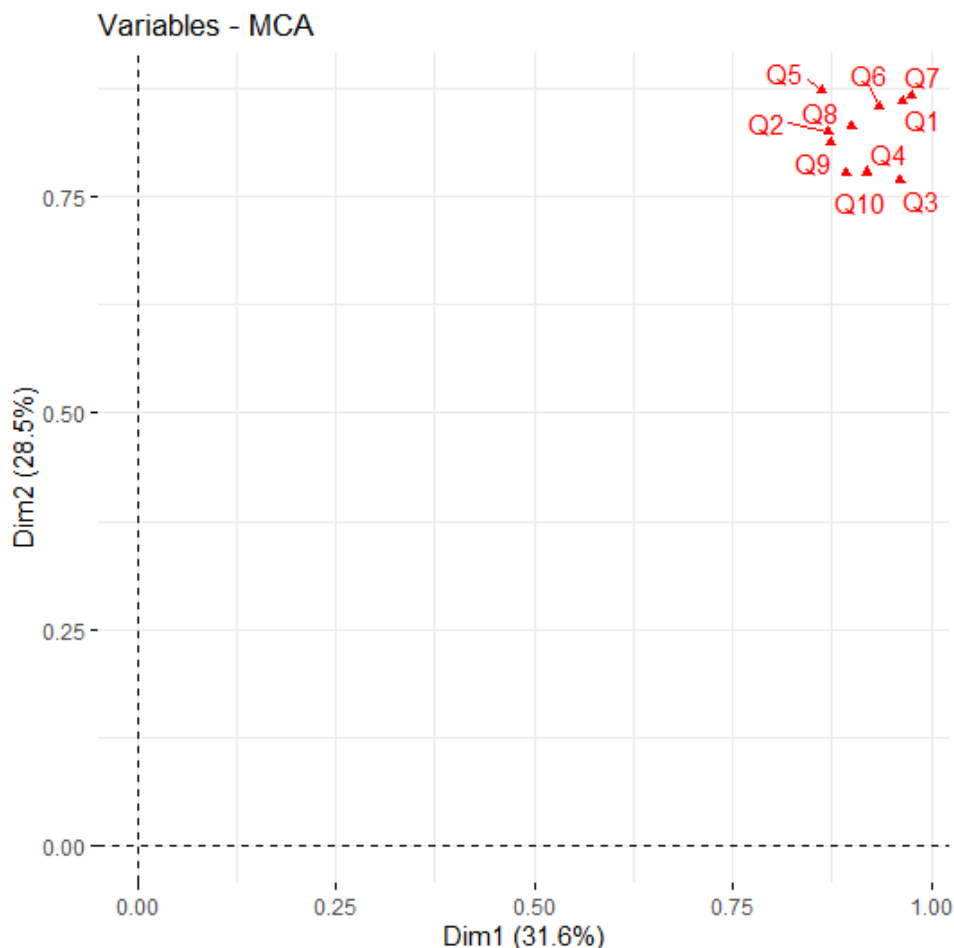
D'autre part, la catégorie B a une contribution majeure au pôle négatif de la deuxième dimension. D'où on dit le 2eme axe est un axe d'effet opposition, il oppose TB à B.

Par la suite, nous mettrons en évidence les corrélations entre les variables et les axes principaux puis les catégories en fonction soit de leurs qualités de représentation, soit de leurs contributions aux dimensions.

➤ **Corrélation entre les variables et les axes principaux :**

Visualisons la corrélation entre les variables et les axes principaux de l'ACM :

```
> fviz_mca_var (afcm, choice = "mca.cor", repel = TRUE, ggtheme = theme_minimal ())
```



Le graphique ci-dessus permet d'identifier les variables les plus corrélées avec chaque axe.

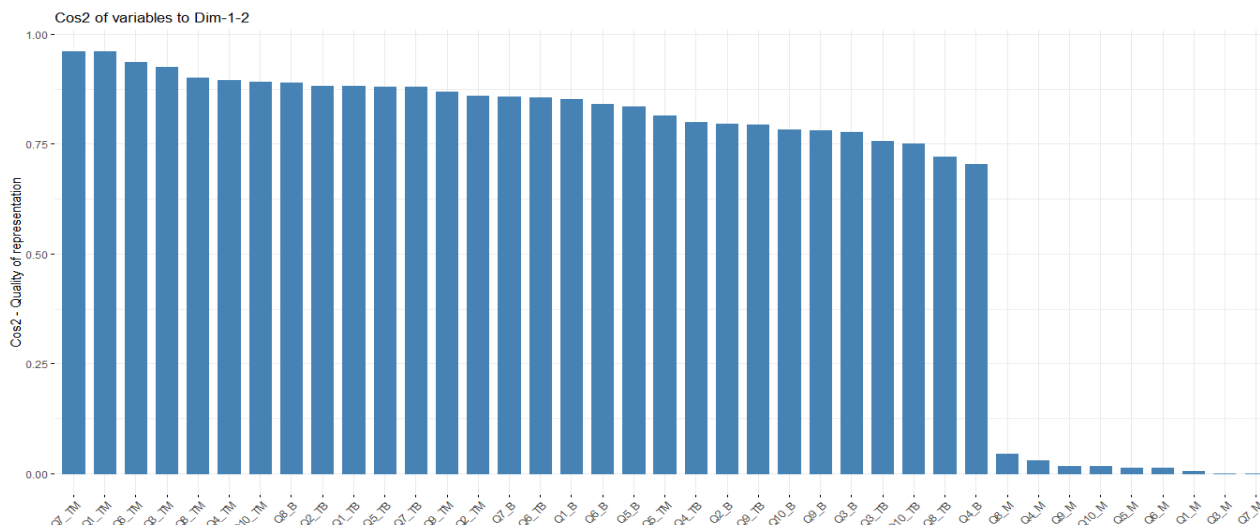
On constate que toutes les variables sont fortement corrélées avec les dimensions 1 et 2. Cependant, l'opinion sur Q1, Q3, Q7 a une plus forte corrélation avec la dimension 1 (à peu près 1) que la dimension 2 (à peu près 0.85). Q5 contribue sur les 2 axes par le même pourcentage (à peu près 0,87).

De plus, nous constatons que les variables ont des valeurs de cos2 très proches de 1, elles sont donc corrélées avec les dimensions 1 et 2.

6. Toutes les visualisations possibles :

❖ Graphique des variables :

```
> # Cos2 des variable sur Dim.1 et Dim.2  
> fviz_cos2(afcm, choice = "var", axes = 1:2)
```



Les variables qui ont une contribution élevée sont ceux qui contribuent le plus aux 2 axes.

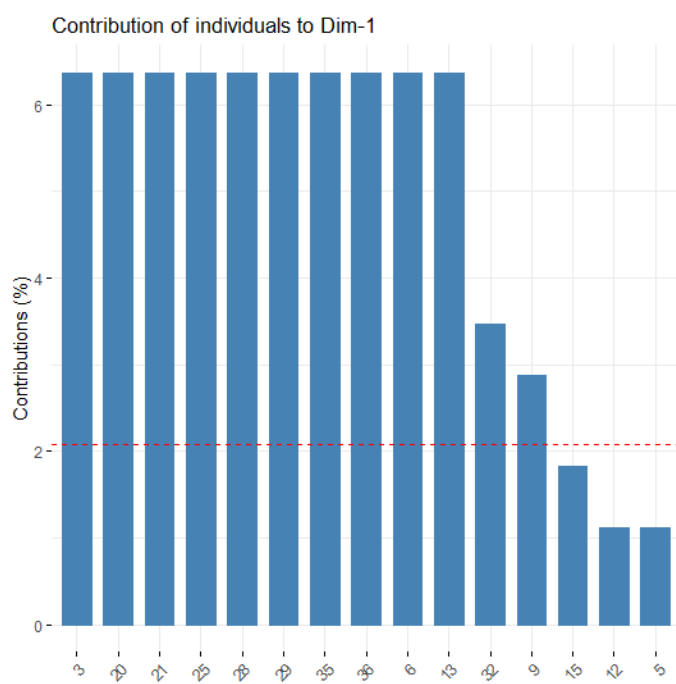
Nous remarquons que plusieurs variables ont un cos2 élevé pour les deux premières dimensions d'où la représentation de la plus part des variables sur c'est deux axes. Par exemple, les variables de catégorie M ne sont pas très bien représentées par les deux premières dimensions. Cela implique que la position des points correspondants sur le graphique doit être interprétée avec prudence.

❖ Graphique des individus :

Visualisons maintenant le graphique des contributions des individus :

- Dimension 1 :

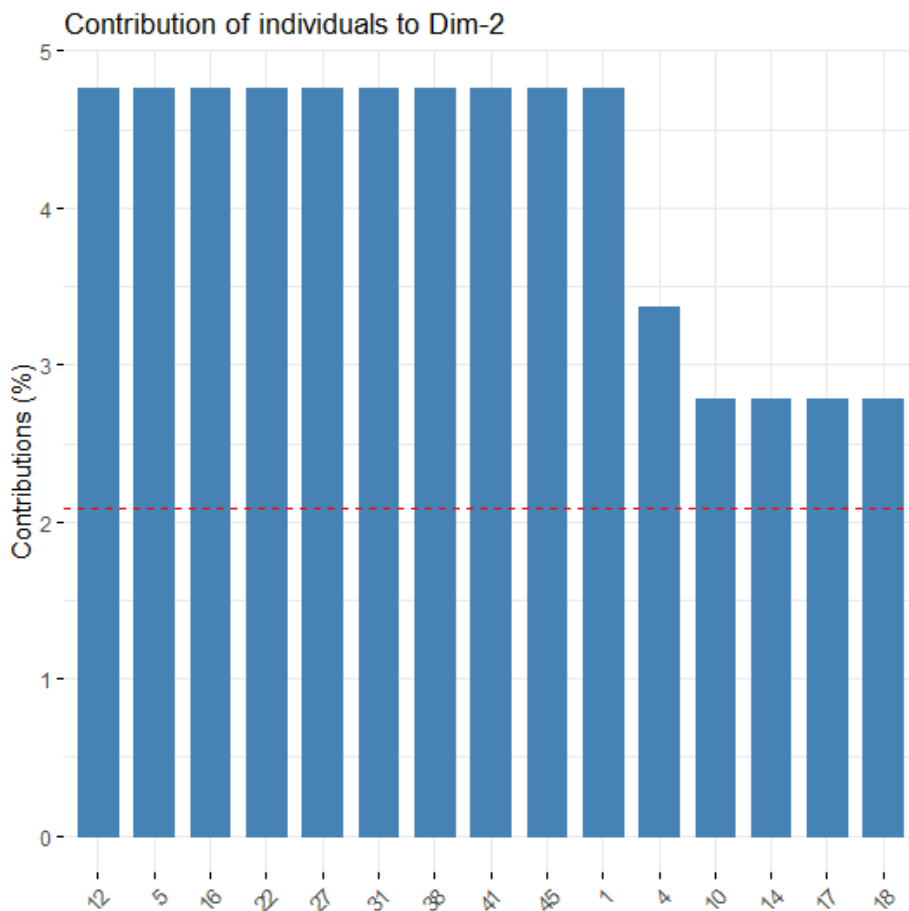
```
> # Contributions des individus à la dimension 1  
> fviz_contrib(afcm, choice = "ind", axes = 1, top = 15)
```



Nous remarquons que les individus 3-20-21-25-28-29-35-36-6-13 sont très bien représentés dans la dimension 1.

- Dimension 2 :

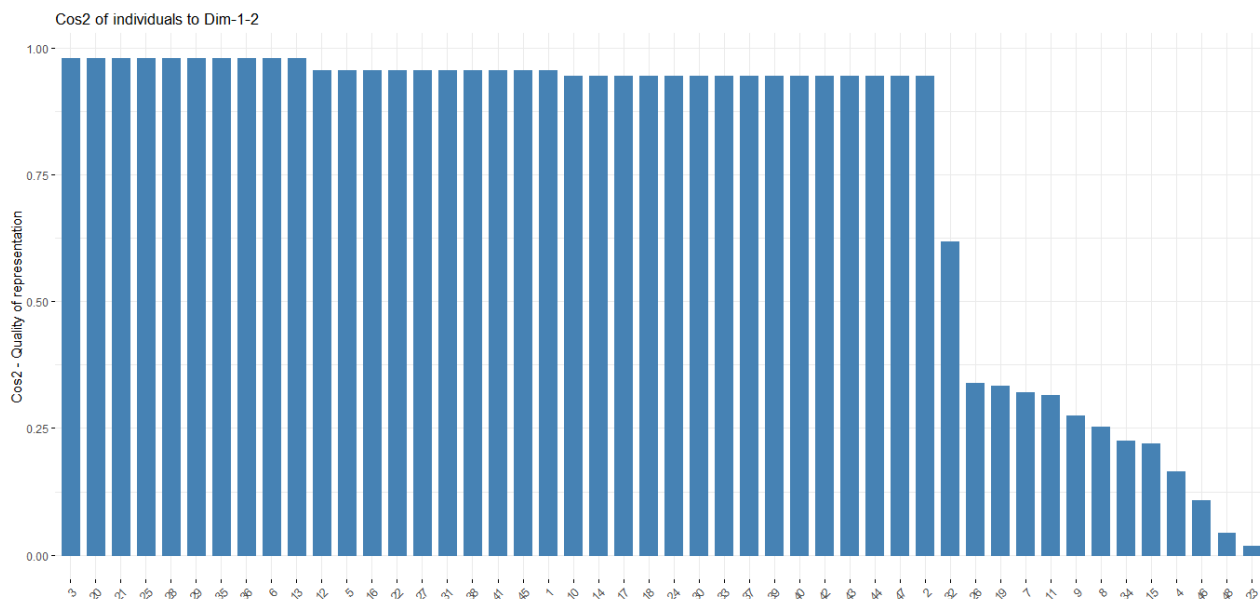
```
> # Contributions des individus à la dimension 2
> fviz_contrib (afcm, choice = "ind", axes = 2, top = 15)
```



Nous remarquons que les individus 12-5-16-22-27-31-38-41-45-1 sont très bien représentés dans la dimension 2.

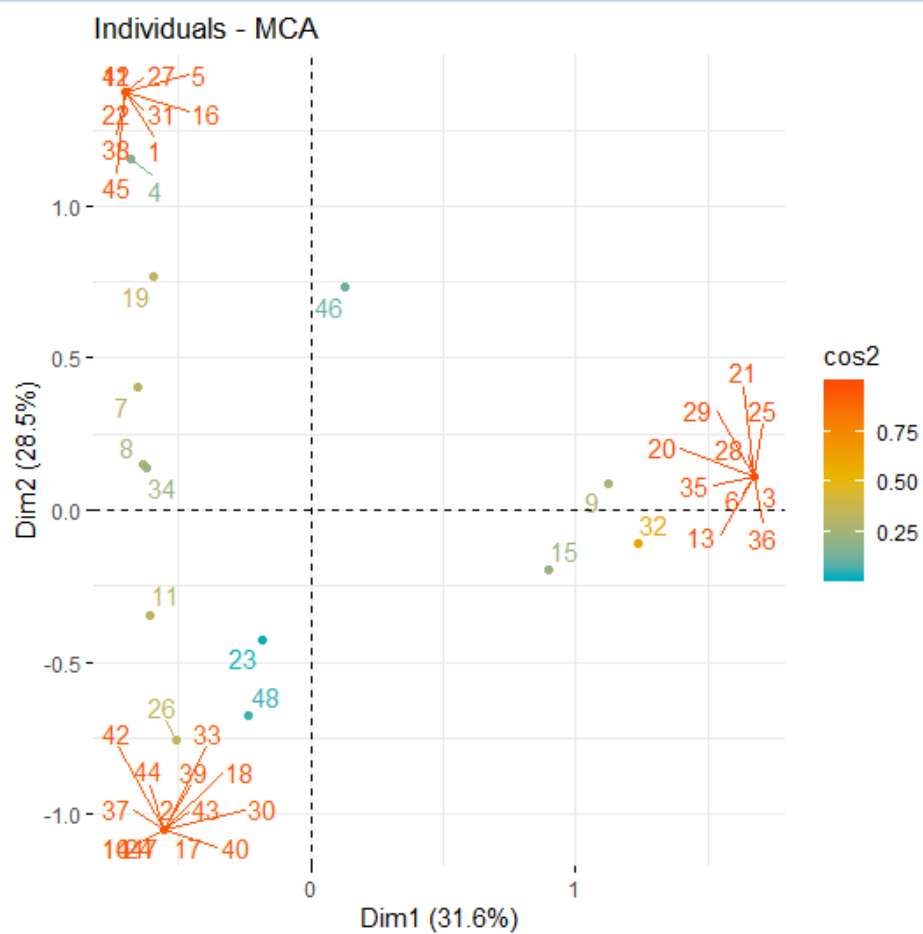
- Les deux dimensions réunies :

```
> # Cos2 des individus sur Dim.1 et Dim.2
> fviz_cos2(afcm, choice = "ind", axes = 1:2)
```



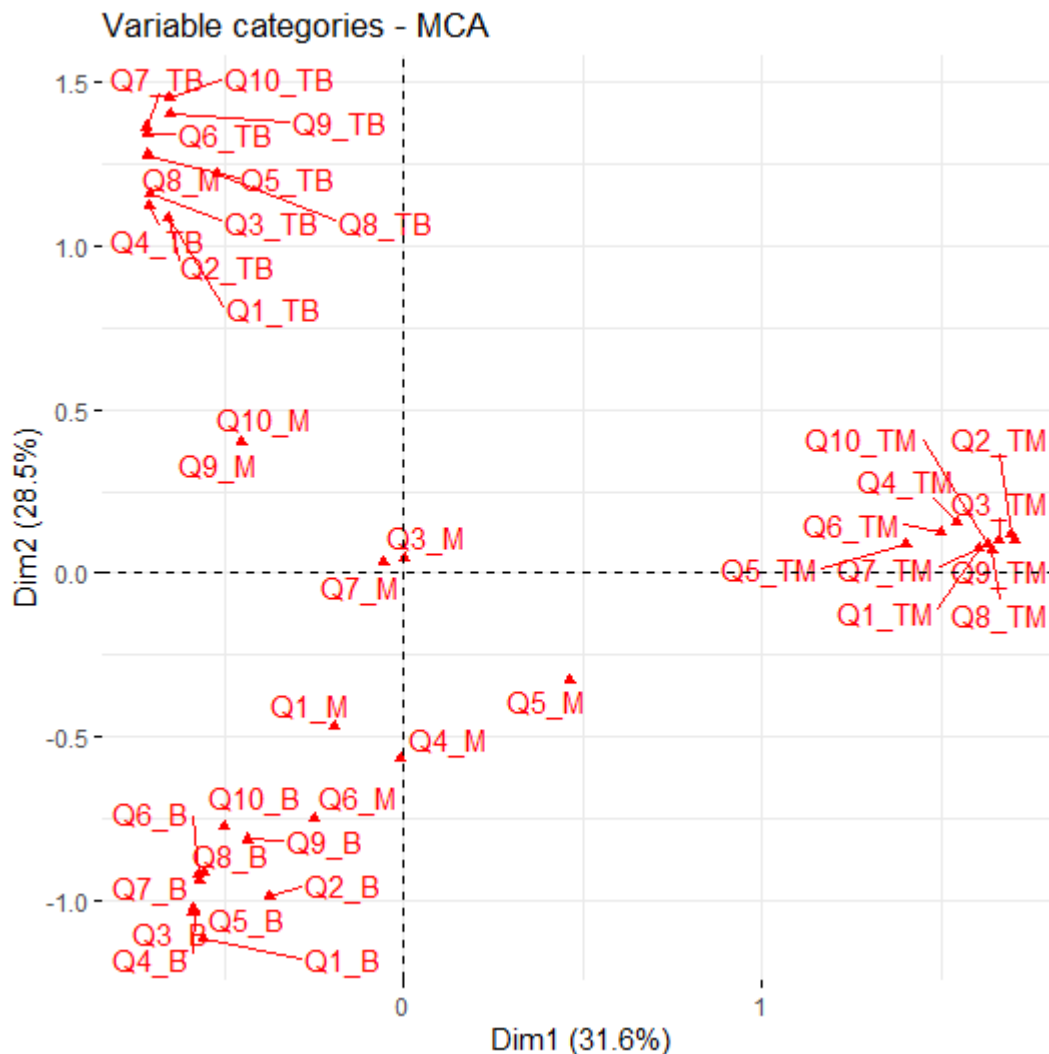
Nous remarquons que les individus 3-20-21-25-28-29-35-36-6-13-12-5-16-22-27-31-38-41-45-1-10-14-17...2 sont très bien représentés dans les deux dimensions réunies.

- Qualité de représentation :



7. Associations entre modalités :

```
> #####visualiser uniquement les catégories des variables
> fviz_mca_var (afcm,repel = TRUE,ggtheme = theme_minimal ())
```



Le graphique ci-dessus montre les relations entre les catégories des variables (modalités). Il peut être interprété comme suit :

Les catégories avec un profil similaire sont regroupées.

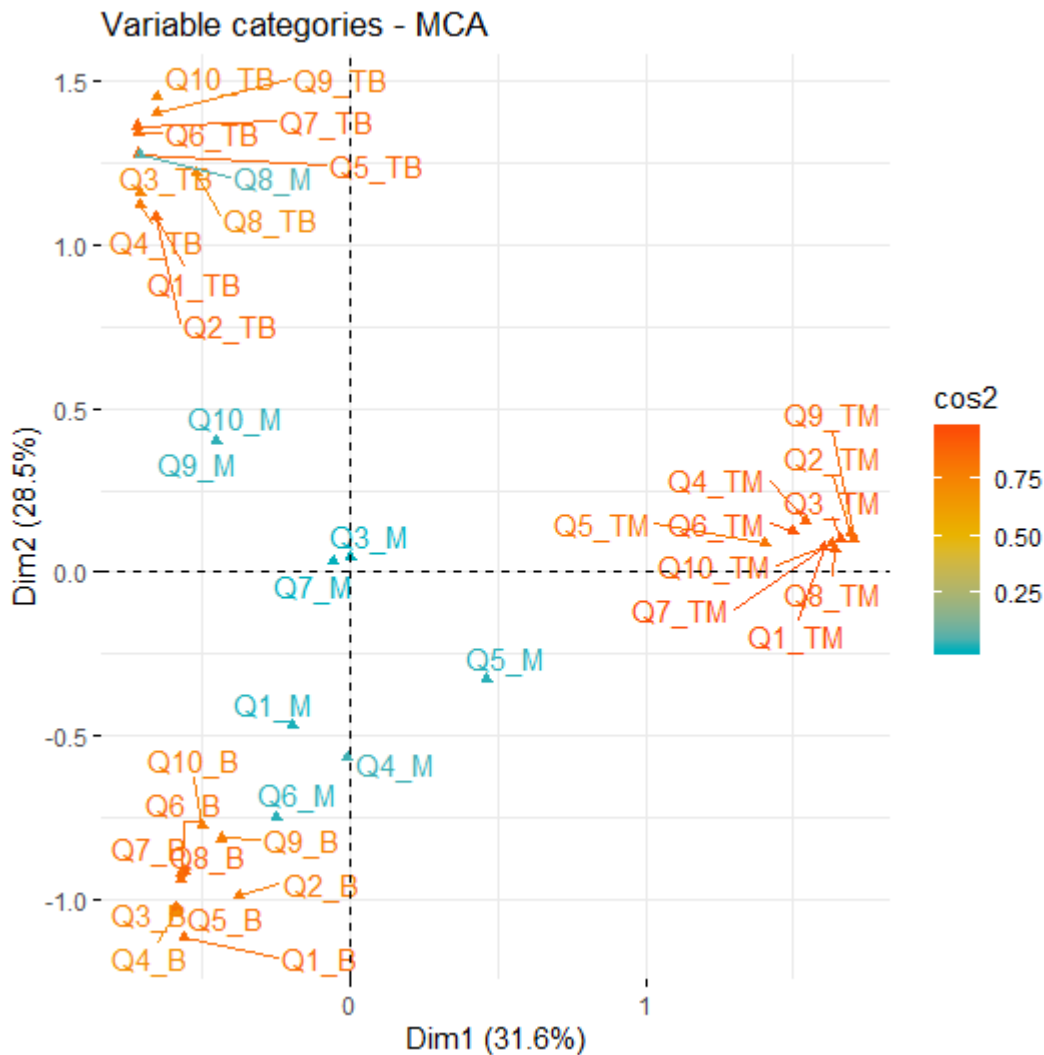
Les catégories corrélées négativement sont positionnées sur les côtés opposés de l'origine du graphique (quadrants opposés).

La distance entre les catégories et l'origine mesure la qualité des catégories. Les points qui sont loin de l'origine sont bien représentés par l'ACM.

Nous remarquons, par exemple, que la modalité TB concernant l'opinion sur Q7 est bien représentée par l'ACM car elle est éloignée de l'origine, contrairement à la modalité M concernant l'opinion sur Q7 est mal représentée par l'ACM car elle est proche de l'origine.

➤ Les questions les mieux représentées par l'AFCM :

```
> # Colorer en fonction du cos2
> fviz_mca_var(afcm, col.var = "cos2",
+             gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
+             repel = TRUE,
+             ggtheme = theme_minimal())
```



Les variables à faible valeur cos2 (très mal représentées) sont colorées en (blanc)

Les variables avec des valeurs moyennes de cos2 (mal représentées) sont colorées en (bleu) → M

Les variables avec des valeurs élevées de cos2 (bien représentées) sont colorées en (rouge) → TM, TB, B

On remarque aussi que les modalités très males représentées sont ceux qui sont en bleu (M) et toutes les questions sont concernées par la modalité M sauf Q2. Donc Q2 est la question la mieux représentée par ACM.

8. Tableau de contingence :

```
> ##### tableau de contingence :Croiser 2 questions pertinentes
> table (x$Q1,x$Q3)
```

```
      B  M TB TM
B  15  1  1  0
M   0  1  0  0
TB  2  2 13  0
TM  0  1  0 12
```

IV. Mise en place de l'AFC :

1. Importation des données :

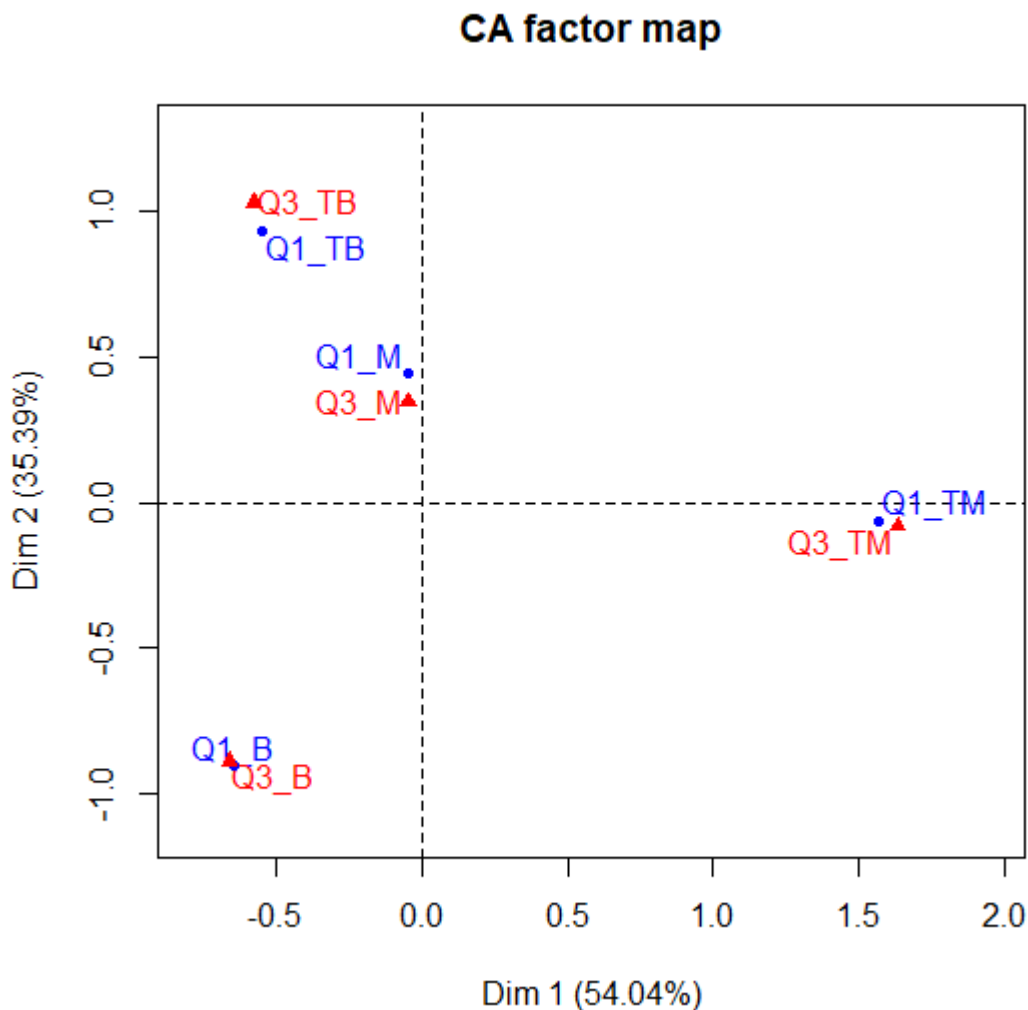
Nos données représentent Tableau de contingence obtenu juste avant. On a optée à l'utilisé car il est composé de seulement deux variables qualitatives (Q1, Q3).


```
> y=read.table(file.choose(),header=TRUE)
Warning message:
In read.table(file.choose(), header = TRUE) :
  incomplete final line found by readTableHeader on 'C:\Users\GCB\µ\Desktop\sil$
> y
```

	Q3_B	Q3_M	Q3_TB	Q3_TM
Q1_B	15	1	1	0
Q1_M	0	1	0	0
Q1_TB	2	2	13	0
Q1_TM	0	1	0	12

```
> |
```

2. Faire l'AFC :



Dans le graphique ci-dessus, les lignes sont représentées par des points bleus et des colonnes par des triangles rouges.

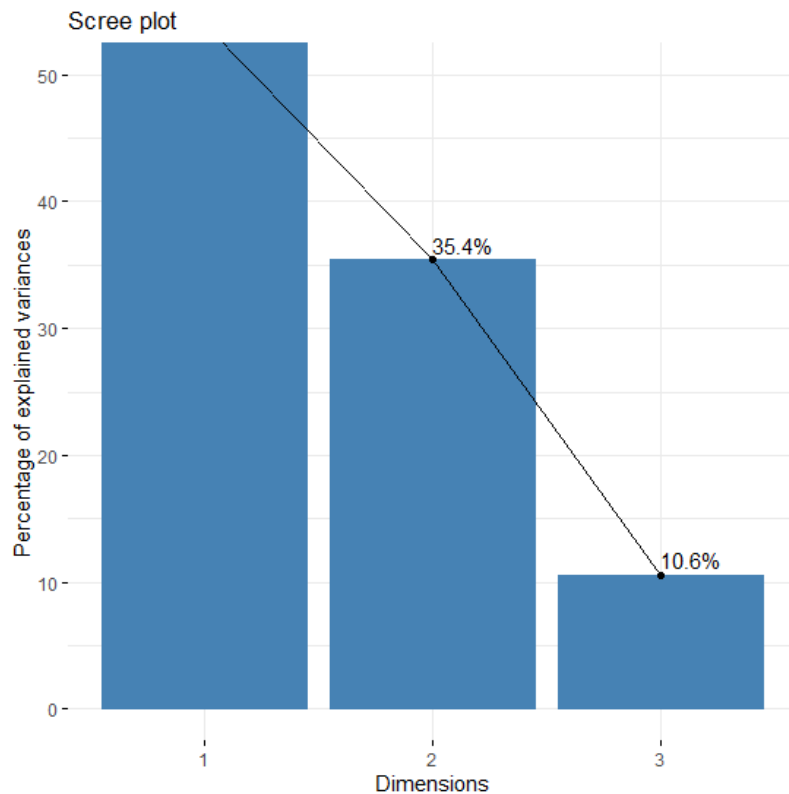
La distance entre les points lignes ou entre les points colonnes donne une mesure de leur similitude (ou dissemblance). Les points lignes avec un profil similaire sont proches sur le graphique. Il en va de même pour les points colonnes.

3. Visualisation et interprétation de l'AFC :

a. Valeurs propres :

```
> afc$eig
```

	eigenvalue	percentage of variance	cumulative percentage of variance
dim 1	0.9208663	54.04277	54.04277
dim 2	0.6030595	35.39168	89.43445
dim 3	0.1800325	10.56555	100.00000



On remarque que les deux premiers axes restituent environ 89% de l'inertie totale donc ils sont suffisants pour représenter toutes nos données.

b. Profiles Colonnes :

❖ Coordonnées :

```
> afc$col
```

```
$coord
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3
Q3_B	-0.66295066	-0.88985821	-0.07731958
Q3_M	-0.04695151	0.34262154	1.22996107
Q3_TB	-0.57862259	1.02876852	-0.23624312
Q3_TM	1.63380292	-0.08235645	-0.12733074

❖ Cos^2 :

```
$cos2
```

	Dim 1	Dim 2	Dim 3
Q3_B	0.355203335	0.639965036	0.004831629
Q3_M	0.001350433	0.071912309	0.926737258
Q3_TB	0.231061988	0.730420692	0.038517320
Q3_TM	0.991458739	0.002519246	0.006022015

❖ Contribution :

```
$contrib
      Dim 1      Dim 2      Dim 3
Q3_B 16.90337782 46.503879  1.176077
Q3_M  0.02493626  2.027673 87.530724
Q3_TB 10.60427478 51.187274  9.041785
Q3_TM 72.46741114  0.281174  2.251415
```

❖ Poids des colonnes :

```
> afc$call$marge.col
      Q3_B      Q3_M      Q3_TB      Q3_TM
0.3541667 0.1041667 0.2916667 0.2500000
```

Les PCS qui contribue les plus sur les axes sont celles qui on : Cab>poids

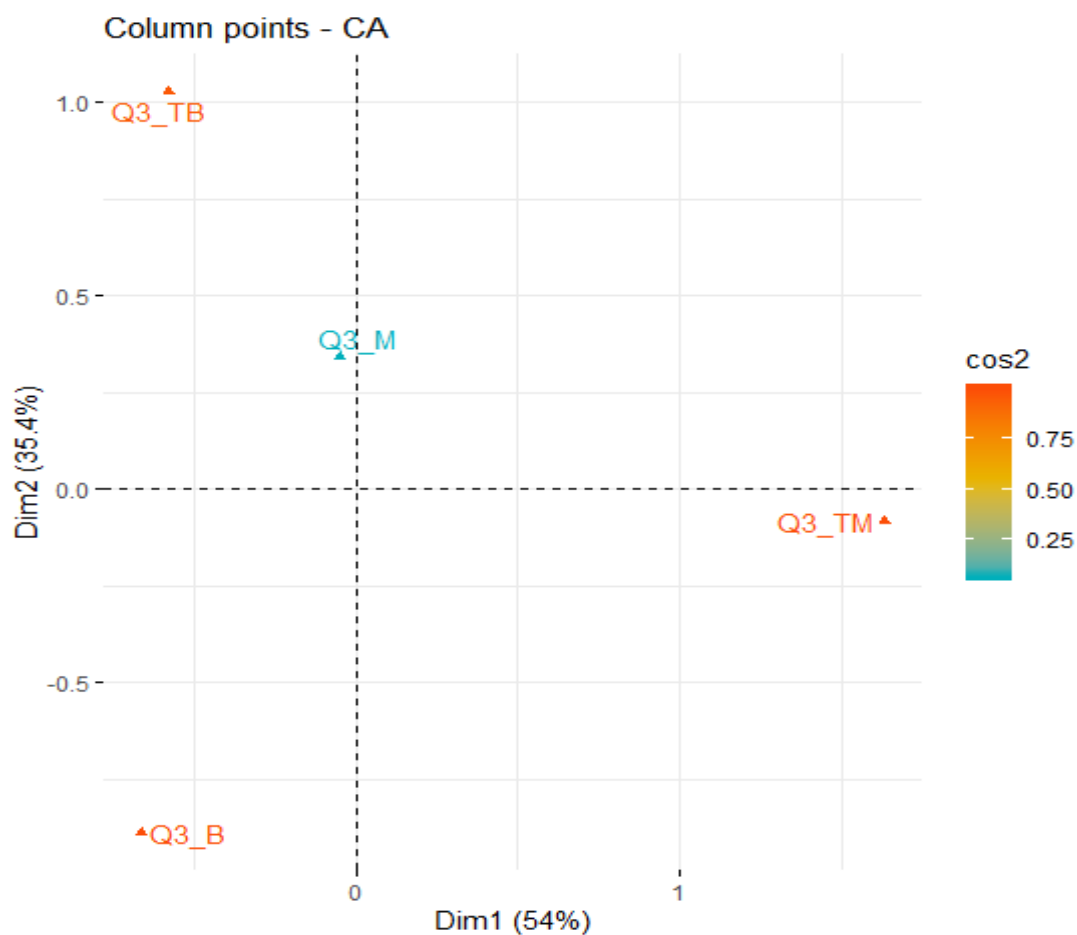
Axe1 :

+	-
Q3_TM	

Axe2 :

+	-
Q3_TB	Q3_B

❖ Qualité de représentation :



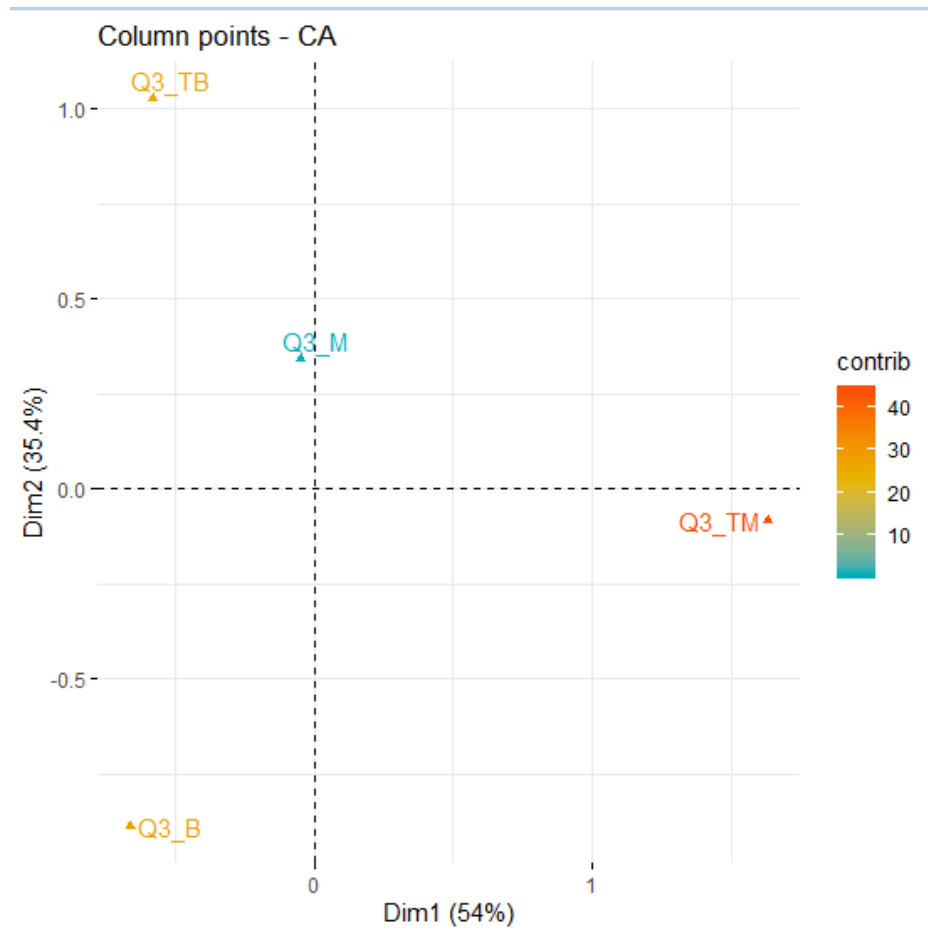
Les variables à faible valeur cos2 (très mal représentées) seront colorées en (blanc)

Les variables avec des valeurs moyennes de cos2 (mal représentées) sont colorées en (bleu) → Q3_M

Les variables avec des valeurs élevées de cos2 (bien représentées) sont colorées en (rouge) → Q3_TM, Q3_TB, Q3_B

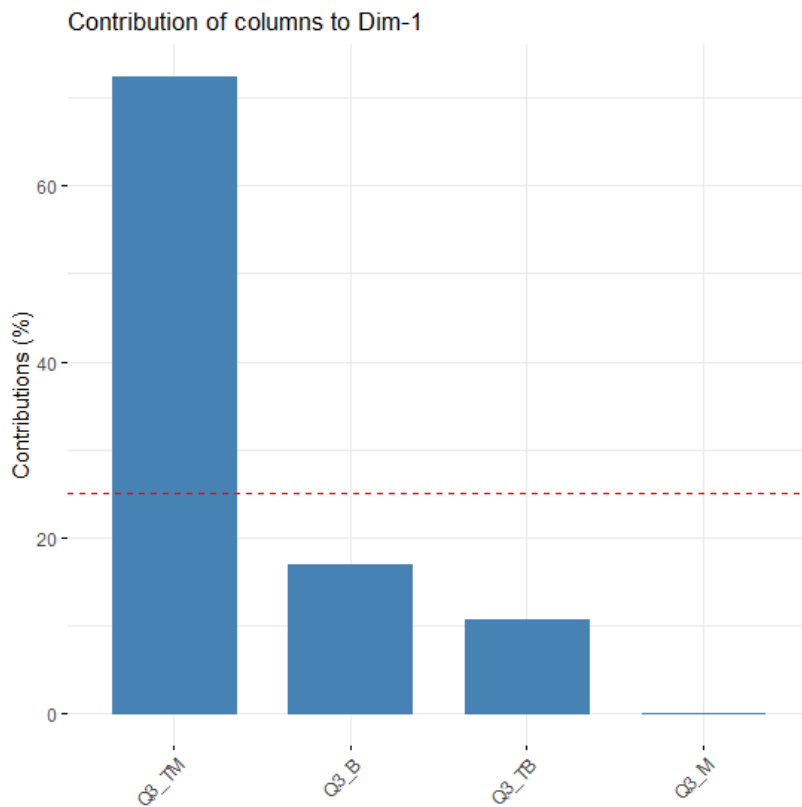
❖ Contribution des colonnes :

```
> fviz_ca_col (afc, col.col = "contrib",  
+             gradient.cols = c ("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),  
+             repel = TRUE)  
,
```



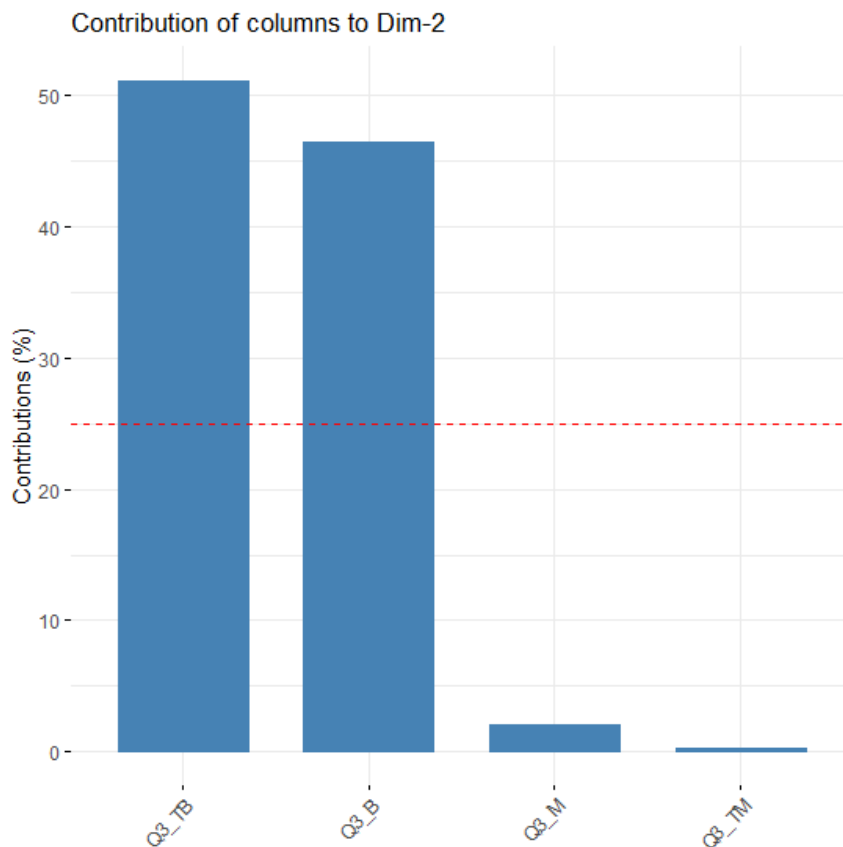
❖ Contribution dans dim1 :

```
> # Contributions des colonnes à la dimension 1  
> fviz_contrib(afc, choice = "col", axes = 1, top = 10)  
,
```



❖ Contribution dim2 :

```
> # Contributions des colonnes à la dimension 2  
> fviz_contrib(afc, choice = "col", axes = 2, top = 10)
```



La colonne Q3_TM est la plus importante dans la définition de l'axe 1.

Les lignes Q3_TB et Q3_B contribuent le plus à l'axe 2.

c. Profils lignes :

❖ Coordonnées :

```
> afc$row
$coord
      Dim 1      Dim 2      Dim 3
Q1_B -0.6479193 -0.90719431 -0.02302405
Q1_M -0.0489273  0.44119908  2.89878414
Q1_TB -0.5481286  0.93014855 -0.10617810
Q1_TM  1.5678264 -0.06395547 -0.05402674
```

❖ Cos^2 :

```
$cos2
      Dim 1      Dim 2      Dim 3
Q1_B  0.3376409339 0.661932706 0.0004263604
Q1_M  0.0002783583 0.022634492 0.9770871497
Q1_TB 0.2552861328 0.735134604 0.0095792632
Q1_TM 0.9971566174 0.001659292 0.0011840905
```

❖ Contribution :

```
$contrib
      Dim 1      Dim 2      Dim 3
Q1_B 16.145554909 48.3334938 0.1042846
Q1_M  0.005415827 0.6724621 97.2387887
Q1_TB 11.555162850 50.8103491 2.2178214
Q1_TM 72.293866414 0.1836950 0.4391052
```

❖ Poids des lignes :

```
> afc$call$marge.row
      Q1_B      Q1_M      Q1_TB      Q1_TM
0.35416667 0.02083333 0.35416667 0.27083333
```

Les PLS qui contribue les plus sur les axes sont celles qui on : Cab>poids

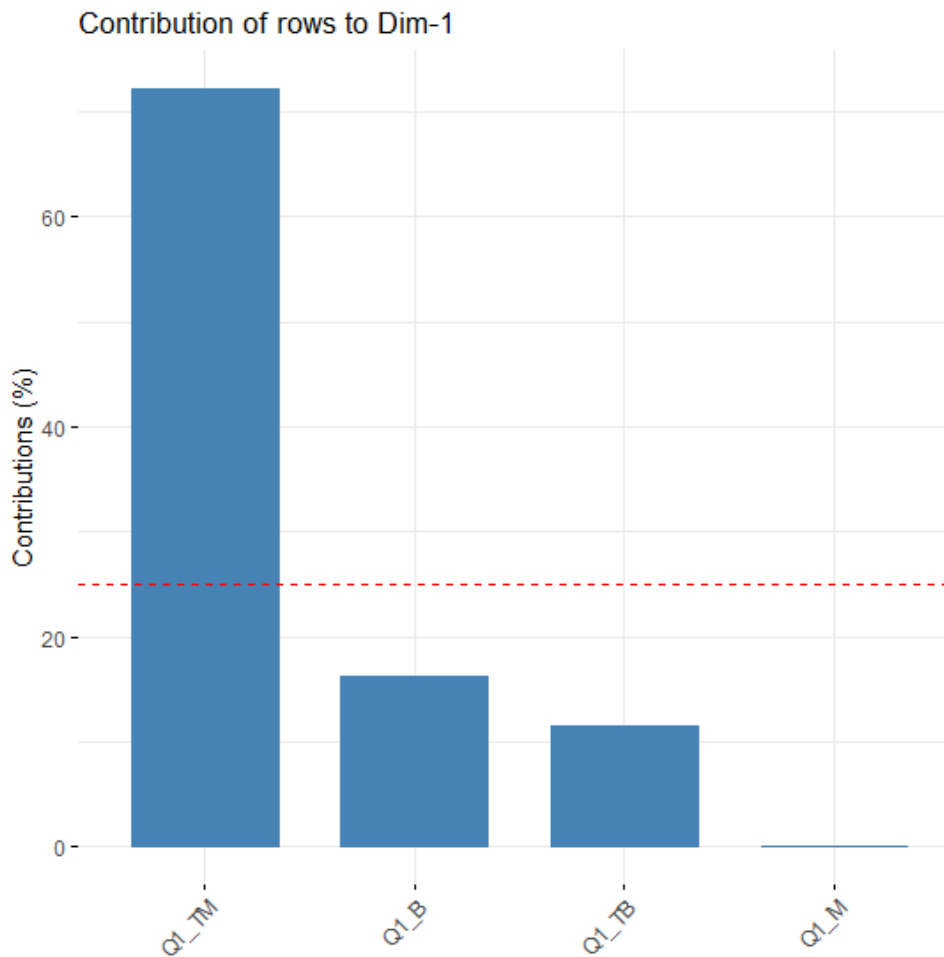
Axe1 :

+	-
Q1_TM	

Axe2 :

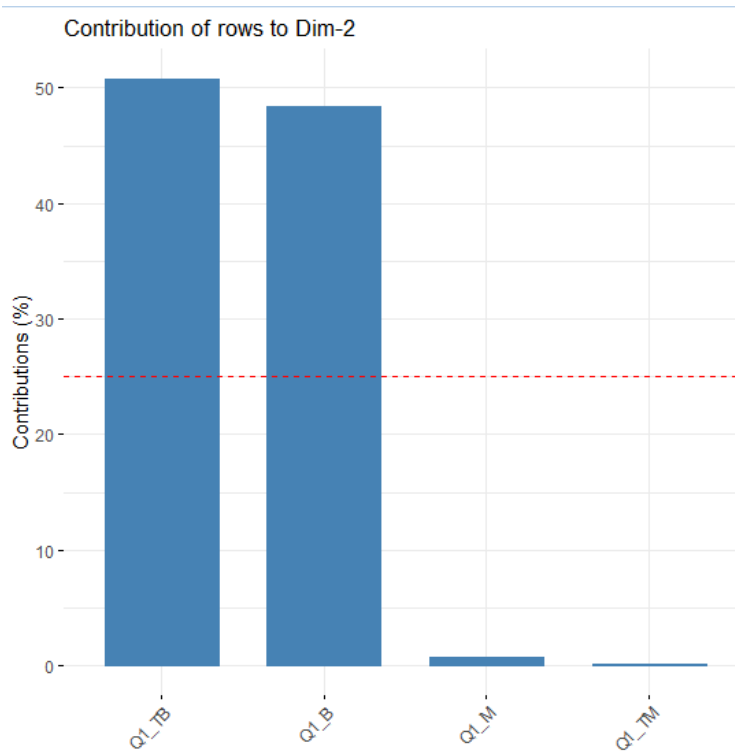
+	-
Q1_TB	Q1_B

❖ Contribution dim1 :



❖ Contribution dim2 :

```
> # Contributions des lignes à la dimension 2  
> fviz_contrib(afc, choice = "row", axes = 2, top = 10)
```



La ligne Q1_TM est la plus importante dans la définition de l'axe 1.

Les lignes Q1_TB et Q1_B contribuent le plus à l'axe 2.

d. Interprétation (signification des deux axes) :

D'après les tables des contributions et les poids des PLS et PCS, on remarque que l'Axe 1 est un axe d'effet taille, il présente Q1_TM dont Q3 est TM. Par contre l'Axe 2 est un axe d'effet opposition, il oppose Q1_TB dont Q3 est TB à Q1_B dont Q3 est B.

V. Conclusion :

Au sein de ce TP, on a appris à réaliser une ACM et une AFC avec le R en utilisant nos connaissances acquises dans le cours et TD. On a aussi arrivé à faire des interprétations sur des résultats réels ce qui nous a approché du monde professionnel.

Les difficultés rencontrées se sont d'être face à des questions qui ne sont pas claires et non précises et aussi d'appliquer ACM sans faire des exercices dans le TD (on ne sait pas comment faire des interprétations correctement).

Enfin, je tiens à exprimer ma satisfaction d'avoir vécu cette expérience.