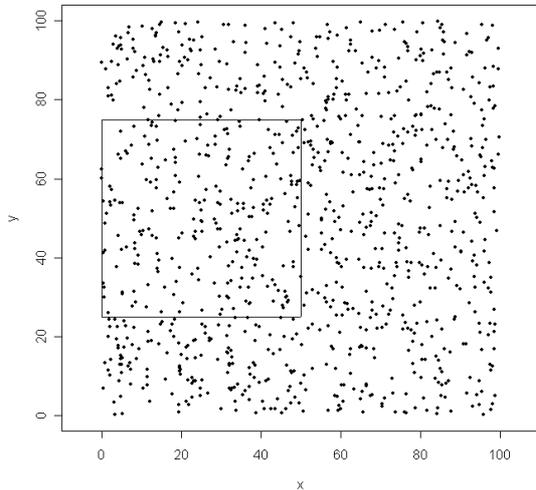


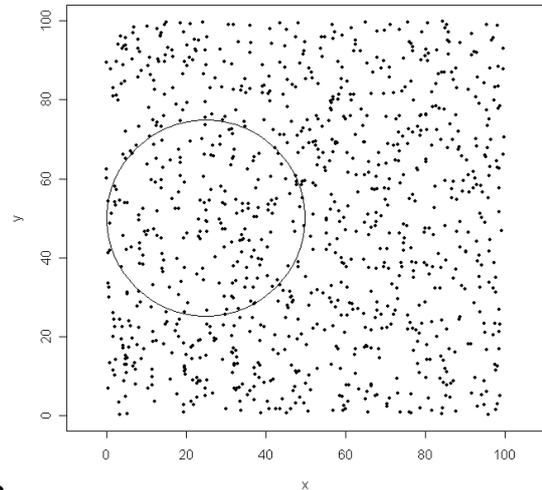
DEA Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques

Introduction au logiciel R - 2002/2003

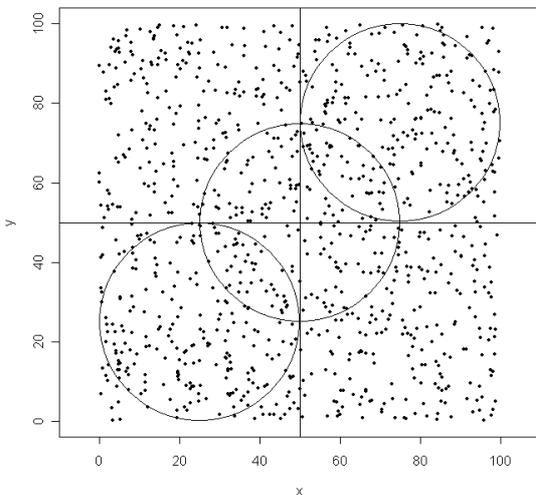
En annexe sont reproduites des pages de la documentation de R qui sont utiles. Les réponses sont à faire dans la place impartie sur la feuille jointe. On peut dans un premier passage choisir ses questions.



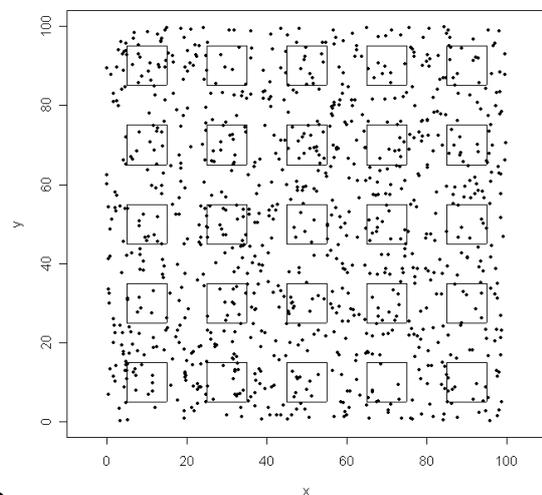
A



B



C



D

La figure A est obtenue par :

```
> x_runif(1000,0,100)
> y_runif(1000,0,100)
> plot(x,y,pch=20,xlim=c(0,100),ylim=c(0,100),asp=1)
> symbols(25,50,squares=50,add=T,inches=F)
```

1. Combien de points, en moyenne, trouve-t-on dans le carré ?
2. Quels ordres donnent la figure B ?
3. Quels ordres donnent la figure avec les trois cercles ?

La figure D est tracée par :

```
> plot(x,y,pch=20,xlim=c(0,100),ylim=c(0,100),asp=1)
> x1 <- rep(c(10,30,50,70,90),5)
> y1 <- rep(c(10,30,50,70,90),rep(5,5))
> symbols(x1,y1,sq=rep(10,25),add=T, inc=F)
```

4. Quel est l'ordre de grandeur de la variance du nombre de points par petits carrés ?

5. On utilise :

```
> a <- c(1,2)
> b <- c("a","b")
> x <- 10
> y <- 0.1
```

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> a+b		> unique(c(x,x,x))	
> a+x		> c(x,x,x)==10	
> a*x		> is.numeric(x)	
> a^x		> range(a)	
> a+a		> a==range(a)	
> a*a		> levels(as.ordered(a))	
> a^a		> levels(as.ordered(b))	
> c(x,x,x)		> as.ordered(b)	

Pour chaque entrée, dans la colonne réponse, mettez "Error" si vous pensez que c'est impossible, "?" si vous hésitez, le résultat affiché dans la réponse si vous pensez le connaître.

6. On utilise les mêmes valeurs et on pose la même question :

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> rep(a,b)		> rep(b,b)	
> rep(b,a)		> c(a,b)	
> rep(inv(b),a)		> c(b,a)	
> rep(rev(b),a)		> a*b	
> rev(rep(a,b))		> rank(c(a,x,y))	
> rep(rev(b,a))		> order(c(a,x,y))	
> rev(rep(b,a))		> sum(c(a,x,y))	
> rep(a,a)		> length(c(a,x,y,b))	

7. Donner le résultat attendu (il y en a toujours un) :

Entrée	Réponse
<code>> split(1:10, rep(c("a", "b"), c(4, 6))) [[1]]</code>	
<code>> unlist(lapply(1:3, function(x) x/2))</code>	
<code>> matrix(1:6, 2, 3, byr=T) [1,]</code>	
<code>> (matrix(1:6, 2, 3) * matrix(1:6, 2, 3)) [1,]</code>	
<code>> (matrix(1:6, 2, 3) %*% matrix(1:6, 3, 2)) [1, 1]</code>	
<code>> pbinom(0:2, 2, 0.5)</code>	
<code>> dbinom(0:2, 2, 0.5)</code>	
<code>> pnorm(0, mean=0, sd=2)</code>	
<code>> pnorm(0, mean=0, sd=1.5)</code>	
<code>> round(mean(rnorm(1000000, 2.571)), dig=2)</code>	

8. On obtient :

```
> sample(2) == sample(2)
[1] TRUE TRUE
> sample(2) == sample(2)
[1] FALSE FALSE
> sample(2) == sample(2)
[1] TRUE TRUE
...
```

Combien de résultats sont-ils possibles ? Quelle est la fréquence de chacun d'eux ?

9. Le fichier "fat.R" contient l'information :

```
age → fat → sex
23.00 → 9.50 → m
23.00 → 27.90 → f
27.00 → 7.80 → m
...
58.00 → 33.00 → f
58.00 → 33.80 → f
60.00 → 41.10 → f
61.00 → 34.50 → f
```

La petite flèche indique une tabulation. Le fichier est dans le dossier de travail. Quel ordre faut-il utiliser pour en faire un data.frame AFS dans R ?

```
> letters
[1] "a" "b" "c" "d" "e" "f" "g" "h" "i" "j" "k" "l" "m" "n" "o" "p" "q" "r" "s"
[20] "t" "u" "v" "w" "x" "y" "z"
```

10. Quelle différence voyez-vous entre `sample(letters[1:5])` et `sample(letters)[1:5]` ?

11. On note que :

The functions ``choose'` and ``lchoose'` return binomial coefficients and their logarithms.

```
> 1/choose(8, 4)
```

```
[1] 0.01429

> wilcox.test(1:4,5:8,"less")

      Wilcoxon rank sum test

data: 1:4 and 5:8
W = 0, p-value = 0.01429
alternative hypothesis: true mu is less than 0
```

Expliciter le rapport entre les deux.

Dans l'île de Kerguelen, un transect a été parcouru 31 fois et lors de chaque parcours on a compté le nombre de chats *Felis catus* L. rencontrés (extrait des données de D. Pontier). Les données sont dans l'objet `exo`. On connaît, en outre, pour chaque sortie, l'heure du comptage (`mat` pour le début de la journée, `mil` pour le milieu de la journée, `soi` pour la fin de la journée) et l'indication des conditions météorologiques (`beau` pour beau temps, `nuag` pour temps nuageux ou précipitations).

```
> exo
```

	heure	temps	chats		heure	temps	chats		heure	temps	chats
1	mat	beau	9	12	mil	beau	5	23	mil	nuag	3
2	mat	beau	7	13	mil	beau	6	24	soi	beau	4
3	mat	beau	6	14	mil	beau	7	25	soi	beau	2
4	mat	beau	8	15	mil	beau	2	26	soi	beau	9
5	mat	beau	5	16	mil	beau	5	27	soi	nuag	0
6	mat	nuag	1	17	mil	beau	1	28	soi	nuag	5
7	mat	nuag	0	18	mil	nuag	6	29	soi	nuag	1
8	mat	nuag	3	19	mil	nuag	10	30	soi	nuag	1
9	mil	beau	6	20	mil	nuag	2	31	soi	nuag	0
10	mil	beau	0	21	mil	nuag	1				
11	mil	beau	7	22	mil	nuag	2				

```
> summary(exo)
heure      temps      chats
xxx: 8    xxx:17  Min.   : X
xxx:15    xxx:14  1st Qu.: 1
xxx: 8                      Median : 4
                               Mean   : 4
                               3rd Qu.: 6
                               Max.   : xx
```

12. Restituer les caractères cachés.

```
> ht <- exo$heure:exo$temp
> summary(ht)
mat:beau mat:nuag mil:beau mil:nuag soi:beau soi:nuag
      5          3          9          6          3          5

> unlist(lapply(split(exo$chats,ht),mean))
mat:beau mat:nuag mil:beau mil:nuag soi:beau soi:nuag
 7.000    1.333    4.333    4.000    5.000    1.400
> unlist(lapply(split(exo$chats,ht),var))
mat:beau mat:nuag mil:beau mil:nuag soi:beau soi:nuag
 2.500    2.333    7.000   11.600   13.000    4.300
> lapply(split(exo$chats,ht),function(x) chisq.test(x,p=rep(1/length(x),length(x))))
$"mat:beau"
X-squared = 1.429, df = 4, p-value = 0.8392

$"mat:nuag"
X-squared = xxxxxx, df = 2, p-value = 0.1738

$"mil:beau"
```

X-squared = 12.92, df = 8, p-value = 0.1145

\$"mil:nuag"
X-squared = 14.5, df = 5, p-value = 0.01273

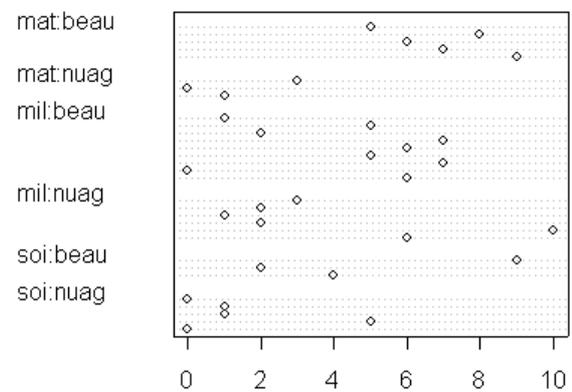
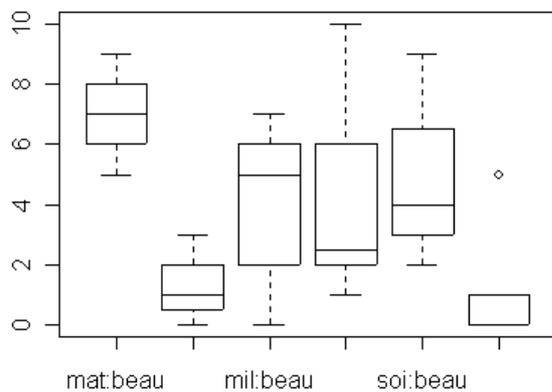
\$"soi:beau"
X-squared = 5.2, df = 2, p-value = 0.07427

\$"soi:nuag"
X-squared = 12.29, df = 4, p-value = 0.01535

Warning messages:

1: Chi-squared approximation may be incorrect in: chisq.test(x, p = rep(1/length(x), length(x)))

13. Donner la valeur manquante.



14. Comment ce graphique a-t-il été obtenu ?

```
> sum(unlist(lapply(split(exo$chats, ht),  
  function(x) chisq.test(x, p=rep(1/length(x), length(x)))$statistic)))  
[1] 49.84  
> sum(unlist(lapply(split(exo$chats, ht),  
  function(x) chisq.test(x, p=rep(1/length(x), length(x)))$parameter)))  
[1] 25  
> 1-pchisq(49.84, 25)  
[1] 0.00223
```

15. Acceptez-vous l'hypothèse "pour une heure et une météo données la variation des données est poissonnienne" ?

```
> anova(glm(chats~heure*temps, data=exo, family=poisson), test="Chisq")  
Analysis of Deviance Table
```

Model: poisson, link: log

Response: chats

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	P(> Chi)
NULL			30	82.1	
heure	2	5.1	28	77.0	0.1
temps	1	12.3	27	64.7	0.00046
heure:temps	2	11.3	25	53.5	0.00360

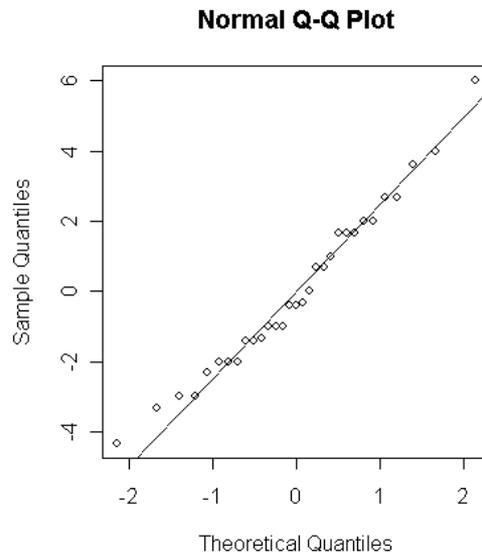
```
> anova(lm(chats~heure*temps,data=exo))
Analysis of Variance Table
```

Response: chats

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
heure	2	19.2	9.6	1.40	0.266
temps	1	46.9	46.9	6.83	0.015
heure:temps	2	38.0	19.0	2.76	0.083
Residuals	25	171.9	6.9		

16. Les deux résultats sont très différents. Lequel vous semble le plus digne de confiance ?

```
> w = residuals(lm(chats~heure*temps,data=exo))
> qqnorm(w)
> qqline(w)
```



17. Que vous apporte ce résultat ?

```
> lm1 = lm(chats~heure+temps,data=exo)
> summary(lm1)
```

Call:

```
lm(formula = chats ~ heure + temps, data = exo)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.211	-1.743	-0.295	1.483	7.316

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	5.823	1.058	5.50	8e-06
heuremil	-0.612	1.221	-0.50	0.620
heuresoi	-1.493	1.417	-1.05	0.301
tempsnuag	-2.527	1.028	-2.46	0.021

Residual standard error: 2.79 on 27 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.24, Adjusted R-squared: 0.155

F-statistic: 2.84 on 3 and 27 DF, p-value: 0.0567

18. Quelle est la prédiction de ce modèle pour un parcours du matin par beau temps ? pour un parcours du soir par mauvais temps ?

```

> glm1 =glm(chats~temps,data=exo,family=poisson)
> summary(glm1)

Call:
glm(formula = chats ~ temps, family = poisson, data = exo)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.236  -1.080  -0.104   0.733   3.567

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    1.655     0.106   15.62 < 2e-16
tempsnuag     -0.739     0.199   -3.71  0.00021

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 82.096  on 30  degrees of freedom
Residual deviance: 67.091  on 29  degrees of freedom
AIC: 157.0

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```

19. Quelles sont les effectifs de chats prédits par ce modèle ?

```

> lm1_lm(chats~temps,data=exo)
> coefficients(lm1)
(Intercept)    tempsnuag
    5.235         -2.735
> var(exo$chats[exo$temps=="nuag"])
[1] 7.962
> var(exo$chats[exo$temps=="beau"])
[1] 7.191

```

20. Résumer l'information.

Annexe 1

symbols

package:base

R Documentation

Draw symbols on a plot

Description:

This function draws symbols on a plot. One of six symbols; circles, squares, rectangles, stars, thermometers, and boxplots, can be plotted at a specified set of x and y coordinates. Specific aspects of the symbols, such as relative size, can be customized by additional parameters.

Usage:

```
symbols(x, y, circles, squares, rectangles, stars,
        thermometers, boxplots, inches=TRUE, add=FALSE,
        fg=1, bg=NA, xlab = NULL, ylab = NULL, main = NULL,
        xlim = NULL, ylim = NULL, ...)
```

Arguments:

x: a vector giving the x coordinates of the symbols.

y: a vector giving the y coordinates of the symbols.

circles: a vector giving the radii of the circles.

squares: a vector giving the length of the sides of the squares.

rectangles: a matrix with two columns. The first column gives widths and the second the heights of rectangle symbols.

stars: a matrix with three or more columns giving the lengths of the rays from the center of the stars. `NA' values are replaced by zeroes.

thermometers: a matrix with three or four columns. The first two columns give the width and height of the thermometer symbols. If there are three columns, the third is taken as a proportion. The thermometers are filled from their base to this proportion of their height. If there are four columns, the third and fourth columns are taken as proportions. The thermometers are filled between these two proportions of their heights.

boxplots: a matrix with five columns. The first two columns give the width and height of the boxes, the next two columns give the lengths of the lower and upper whiskers and the fifth the proportion (with a warning if not in [0,1]) of the way up the box that the median line is drawn.

inches: If `inches' is `FALSE', the units are taken to be those of the x axis. If `inches' is `TRUE', the symbols are scaled so that the largest symbol is one inch in height. If a number is given the symbols are scaled to make largest symbol this height in inches.

add: if `add' is `TRUE', the symbols are added to an existing plot, otherwise a new plot is created.

fg: colors the symbols are to be drawn in (the default is the value of the `col' graphics parameter).

bg: if specified, the symbols are filled with this color. The default is to leave the symbols unfilled.

xlab: the x label of the plot if `add` is not true; this applies to the following arguments as well. Defaults to the `deparse`d expression used for `x`.

ylab: the y label of the plot.

main: a main title for the plot.

xlim: numeric of length 2 giving the x limits for the plot.

ylim: numeric of length 2 giving the y limits for the plot.

...: graphics parameters can also be passed to this function.

Details:

Observations which have missing coordinates or missing size parameters are not plotted. The exception to this is stars. In that case, the length of any rays which are `NA` is reset to zero.

Circles of radius zero are plotted at radius one pixel (which is device-dependent). On `windows` devices circles are plotted at radius at least one pixel as some Windows versions omit smaller circles.

References:

W. S. Cleveland (1985) The Elements of Graphing Data. Monterey, California: Wadsworth.

Annexe 2

sample package:base R Documentation

Random Samples and Permutations

Description:

`sample` takes a sample of the specified size from the elements of `x` using either with or without replacement.

Usage:

```
sample(x, size, replace = FALSE, prob = NULL)
```

Arguments:

x: Either a (numeric, complex, character or logical) vector of more than one element from which to choose, or a positive integer.

size: A positive integer giving the number of items to choose.

replace: Should sampling be with replacement?

prob: A vector of probability weights for obtaining the elements of the vector being sampled.

Details:

If `x` has length 1, sampling takes place from `1:x`.

By default `size` is equal to `length(x)` so that `sample(x)` generates a random permutation of the elements of `x` (or `1:x`).

The optional `prob` argument can be used to give a vector of weights for obtaining the elements of the vector being sampled.

They need not sum to one, but they should be nonnegative and not all zero. If `replace' is false, these probabilities are applied sequentially, that is the probability of choosing the next item is proportional to the probabilities amongst the remaining items. The number of nonzero weights must be at least `size' in this case.

Nom :
Prénom:

DEA Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques / R - 2002/2003

Merci d'utiliser l'espace imparti pour vos réponses.

1. Combien de points, en moyenne, trouve-t-on dans le carré ?

2. Quels ordres donnent la figure B ?

3. Quels ordres donnent la figure avec les trois cercles ?

4. Quel est l'ordre de grandeur de la variance du nombre de points par petits carrés ?

5.

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> rep(a,b)		> rep(b,b)	
> rep(b,a)		> c(a,b)	
> rep(inv(b),a)		> c(b,a)	
> rep(rev(b),a)		> a*b	
> rev(rep(a,b))		> rank(c(a,x,y))	
> rep(rev(b,a))		> order(c(a,x,y))	
> rev(rep(b,a))		> sum(c(a,x,y))	
> rep(a,a)		> length(c(a,x,y,b))	

6.

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> a+b		> unique(c(x,x,x))	
> a+x		> c(x,x,x)==10	
> a*x		> is.numeric(x)	
> a^x		> range(a)	
> a+a		> a==range(a)	
> a*a		> levels(as.ordered(a))	
> a^a		> levels(as.ordered(b))	
> c(x,x,x)		> as.ordered(b)	

7. Donner le résultat attendu (il y en a toujours un) :

Entrée	Réponse
> split(1:10,rep(c("a","b"),c(4,6)))[[1]]	
> unlist(lapply(1:3, fonction(x) x/2))	
> matrix(1:6,2,3,byr=T)[1,]	
> (matrix(1:6,2,3)*matrix(1:6,2,3))[1,]	
> (matrix(1:6,2,3)%*%matrix(1:6,3,2))[1,1]	
> pbinom(0:2,2,0.5)	
> dbinom(0:2,2,0.5)	
> pnorm(0,mean=0,sd=2)	
> pnorm(0,mean=0,sd=1.5)	
> round(mean(rnorm(1000000,2.571)),dig=2)	

8. Combien de résultats sont-ils possibles ? Quelle est la fréquence de chacun d'eux ?

9. Quel ordre faut-il utiliser pour en faire un data.frame AFS dans R ?

10. Quelle différence voyez vous entre `sample(letters[1:5])` et `sample(letters)[1:5]` ?

11. Expliciter le rapport entre les deux

12. Restituer les caractères cachés.

13. Donner la valeur manquante.

14. Comment ce graphique a-t-il été obtenu ?

15. Acceptez-vous l'hypothèse ?

16. Les deux résultats sont très différents. Lequel vous semble le plus digne de confiance ?

17. Que vous apporte ce résultat ?

18. Quelle est la prédiction de ce modèle ...

19. Quelles sont les effectifs de chats prédits par ce modèle ?

20. Résumer l'information.

DEA Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques

Introduction au logiciel R - 2002/2003 - Solution

1. Combien de points, en moyenne, trouve-t-on dans le carré ?

1/4 de ceux qui sont sur la figure, soit 250.

2. Quels ordres donnent la figure B ?

```
> plot(x,y,pch=20,xlim=c(0,100),ylim=c(0,100),asp=1)
> symbols(25,50,circles=25,add=T,inches=F)
```

3. Quels ordres donnent la figure avec les trois cercles ?

```
> plot(x,y,pch=20,xlim=c(0,100),ylim=c(0,100),asp=1)
> symbols(c(25,50,75),c(25,50,75),circle=rep(25,3),add=T,inches=F)
> abline(h=50)
> abline(v=50)
```

4. Quel est l'ordre de grandeur de la variance du nombre de points par petits carrés ?

Il s'agit d'un échantillon d'une loi de Poisson de moyenne $1000 \cdot (10 \cdot 10 / 100 \cdot 100) = 10$ et de variance 10. L'ordre de grandeur demandé est 10.

5.

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> a+b	Error	> unique(c(x,x,x))	10
> a+x	11 12	> c(x,x,x)==10	TRUE TRUE TRUE
> a*x	10 20	> is.numeric(x)	TRUE
> a^x	1 1024	> range(a)	1 2
> a+a	2 4	> a==range(a)	TRUE TRUE
> a*a	1 4	> levels(as.ordered(a))	"1" "2"
> a^a	1 4	> levels(as.ordered(b))	"a" "b"
> c(x,x,x)	10 10 10	> as.ordered(b)	a b Levels: a < b

6.

Entrée	Réponse	Entrée	Réponse
> rep(a,b)	Error	> rep(b,b)	Error
> rep(b,a)	"a" "b" "b"	> c(a,b)	"1" "2" "a" "b"
> rep(inv(b),a)	Error	> c(b,a)	"a" "b" "1" "2"
> rep(rev(b),a)	"b" "a" "a"	> a*b	Error
> rev(rep(a,b))	Error	> rank(c(a,x,y))	2 3 4 1
> rep(rev(b,a))	Error	> order(c(a,x,y))	4 1 2 3
> rev(rep(b,a))	"b" "b" "a"	> sum(c(a,x,y))	13.1
> rep(a,a)	1 2 2	> length(c(a,x,y,b))	6

7. Donner le résultat attendu (il y en a toujours un) :

Entrée	Réponse
<code>> split(1:10, rep(c("a", "b"), c(4, 6))) [[1]]</code>	1 2 3 4
<code>> unlist(lapply(1:3, function(x) x/2))</code>	0.5 1.0 1.5
<code>> matrix(1:6, 2, 3, byr=T) [1,]</code>	1 2 3
<code>> (matrix(1:6, 2, 3)*matrix(1:6, 2, 3)) [1,]</code>	1 9 25
<code>> (matrix(1:6, 2, 3)%*%matrix(1:6, 3, 2)) [1, 1]</code>	22
<code>> pbinom(0:2, 2, 0.5)</code>	0.25 0.75 1.00
<code>> dbinom(0:2, 2, 0.5)</code>	0.25 0.50 0.25
<code>> pnorm(0, mean=0, sd=2)</code>	0.5
<code>> pnorm(0, mean=0, sd=1.5)</code>	0.5 0.5 0.5 0.5 0.5
<code>> round(mean(rnorm(1000000, 2.571)), dig=2)</code>	2.57

8. Combien de résultats sont-ils possibles ? Quelle est la fréquence de chacun d'eux ?

L'échantillonnage, par défaut sans remise, donne 1,2 ou 2,1. Deux tirages sont identiques ou opposés et les seules valeurs sont TRUE TRUE et FALSE FALSE. Chacun d'entre eux a une chance sur deux de se produire.

9. Quel ordre faut-il utiliser pour en faire un data.frame AFS dans R ?

```
AFS <- read.table("fat.R", h=TRUE) # ou
AFS = read.table("fat.R", h=TRUE)
```

10. Quelle différence voyez-vous entre `sample(letters[1:5])` et `sample(letters)[1:5]` ?

La première renvoie une permutation des 5 premières lettres de l'alphabet (minuscules), la seconde une permutation d'un sous-ensemble de 5 lettres quelconques mais distinctes de l'alphabet (minuscules).

11. Expliciter le rapport entre les deux.

a et b sont les effectifs de chacun des échantillons. Le test de Wilcoxon a pour hypothèse nulle : "les rangs du premier échantillon sont un tirage aléatoire de a valeurs dans l'ensemble des a + b premiers entiers". Contre l'alternative "less", la zone de rejet est unilatérale à gauche et ne comporte que la seule observation qui avait une chance sur 70 de se produire (0.01429).

12. Restituer les caractères cachés.

```
heure      temps      chats
mat: 8     beau:17    Min.   : 0
mil:15     nuag:14    1st Qu.: 1
soi: 8                                Median : 4
                                           Mean   : 4
                                           3rd Qu.: 6
                                           Max.   :10
```

13. Donner la valeur manquante.

On fait un khi2 d'ajustement à une distribution uniforme. Pour `mat:nuag` les observations sont 1, 0, 3 soit un effectif théorique de $4/3$ et un khi2 de $(1/9 + 16/9 + 25/9)/(4/3) = 42/12 = 3.5$

14. Comment ce graphique a-t-il été obtenu ?

```
> par(mfrow=c(1,2))
> plot(ht,exo$chats)
> dotchart(exo$chats,gr=ht)
```

15. Acceptez-vous l'hypothèse ... ?

La somme de khi2 indépendants est un khi2 dont le degré de liberté est la somme des degrés de liberté. Deux des 6 valeurs sont déjà significativement grandes et leur somme est anormalement élevée. On ne peut accepter l'hypothèse poissonnienne.

16. Les deux résultats sont très différents. Lequel vous semble le plus digne de confiance ?

Sans hésitation le second car l'hypothèse d'un résidu poissonnien a été rejeté à la question précédente. Il faudrait, pour confirmer, vérifier la normalité des résidus.

17. Que vous apporte ce résultat ?

La confirmation que, si on ne peut accepter la distribution poissonnienne, rien ne s'oppose à y voir une distribution normale, contrairement à toute attente. Le modèle linéaire est bien meilleur que la régression poissonnienne.

18. Quelle est la prédiction de ce modèle pour un parcours du matin par beau temps ? pour un parcours du soir par mauvais temps ?

5.823 pour le premier, $5.823 - 1.493 - 2.527 = 1.803$ pour le second

19. Quelles sont les effectifs de chats prédits par ce modèle ?

Par beau temps on aura $\exp(1.655) = 5.233$ chats et par mauvais temps $\exp(1.655-0.739) = 2.499$

20. Résumer l'information.

Par beau temps on aura 5.235 chats et par mauvais temps $5.235 - 2.735 = 2.500$ (les moyennes par classes). En gros, on voit deux fois plus de chats par beau temps. Mais la variation résiduelle n'est pas poissonnienne, la variance est au contraire remarquablement constante. A préciser sur l'ensemble des données.