

Introduction au logiciel R

Fabrice Rossi

Projet Axis, INRIA Rocquencourt

2007



Plan

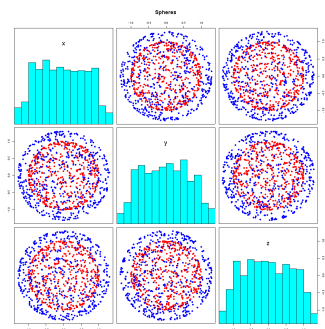
- 1 Manipulations élémentaires
 - Vecteurs et tableaux de données
 - Graphisme
- 2 Structures de contrôle
 - Exécution conditionnelle
 - Boucles
 - Fonctions
- 3 Algèbre
 - Vecteurs
 - Matrices



Logiciel R

<http://www.r-project.org/>

- logiciel de statistique et de visualisation
- langage de programmation (proche de S)
- logiciel libre multi-plateformes (Linux, MacOS X, Windows)
- extensible par « *plugins* »



Principes

- console interactive (lancée avec la commande R)
- manipulation d'**objets** :
 - vecteur
 - matrices
 - tableaux de données
 - listes
 - etc.
- liste des objets : `ls()`
- exécution d'un ensemble de commande : `source("script")`
- sauvegarde des affichages : `sink("sauvegarde")`
- aide : `?truc` affiche l'aide sur `truc`



Vecteur

- objet le plus simple

```
>x=c(1,2)
>ls()
[1] "x"
> x
[1] 1 2
> class(x)
[1] "numeric"
```

- = : affectation (aussi <-)

- c : concaténation

- modifications

```
>x[1]=3
x
[1] 3 2
```

Navigation icons

Tableau de données

- *Data Frame*

```
>data(iris)
>ls()
[1] "iris"
>class(iris)
[1] "data.frame"
```

- dimensions

```
>dim(iris)
[1] 150 5
```

150 observations pour 5 variables

- chaque colonne (variable) est nommée

```
> names(iris)
[1] "Sepal.Length" "Sepal.Width" "Petal.Length"
[4] "Petal.Width" "Species"
```

Navigation icons

Tableau de données

- accès au contenu

```
> class(iris$Sepal.Length)
[1] "numeric"
> length(iris$Sepal.Length)
[1] 150
> iris$Sepal.Length[10]
[1] 4.9
```

valeur de la variable *Sepal Length* pour la dixième observation

- une observation

```
> iris[10,]
   Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length  Petal.Width Species
10           4.9          3.1          1.5          0.1  setosa
```

ou une valeur

```
> iris[10,3]
[1] 1.5
```

Navigation icons

Variables nominales

- *Factor*

```
> class(iris$Species)
[1] "factor"
> levels(iris$Species)
[1] "setosa"      "versicolor" "virginica"
> class(levels(iris$Species))
[1] "character"
```

variable nominale à trois modalités

- une valeur

```
> iris$Species[2]
[1] setosa
Levels: setosa versicolor virginica
```

- distribution des modalités

```
> summary(iris$Species)
   setosa versicolor virginica 
     50         50         50
```

Navigation icons

- **moyenne** `mean()` et **médiane** `median()`

```
> mean(iris$Sepal.Width)
[1] 3.057333
> median(iris$Petal.Length)
[1] 4.35
```

- **plusieurs variables simultanément**

```
> mean(iris[1:3])
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length
5.843333      3.057333      3.758000
```

- **remarque** : `a:b` : tous les entiers entre `a` et `b`

```
>-3:6
[1] -3 -2 -1  0  1  2  3  4  5  6
```

- **écart type** `sd()` et **variance** `var()`

```
> sd(iris$Petal.Width)
[1] 0.7622377
```

- **opérateurs « terme à terme »**

```
> x=c(3,4)
> y=c(-2,5)
> x+y
[1] 1 9
> x*y
[1] -6 20
```

- **réutilisation**

```
>x-1
[1] 2 3
> z=1:3
> z
[1] 1 2 3
> z-x
[1] -2 -2  0
Warning message:
la longueur de l'objet le plus long n'est pas un multiple de
la longueur de l'objet le plus court in: z - x
```

- **sous-tableau**

```
> class(iris[1])
[1] "data.frame"
```

- **colonne**

```
> class(iris[[1]])
[1] "numeric"
```

- **application : calcul de l'écart type**

```
> sqrt(sum((iris[[1]]-mean(iris[[1]]))^2)/(length(iris[[1]])-1))
[1] 0.8280661
> sd(iris[[1]])
[1] 0.8280661
```

- **corrélation**

```
> cor(iris[1:2])
Sepal.Length Sepal.Width
Sepal.Length 1.0000000 -0.1175698
Sepal.Width -0.1175698 1.0000000
```

- **exercice** : calcul de la corrélation

- **résumé d'un tableau de donnée**

```
> summary(iris)
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
Min. :4.300 Min. :2.000 Min. :1.000 Min. :0.100
1st Qu.:5.100 1st Qu.:2.800 1st Qu.:1.600 1st Qu.:0.300
Median :5.800 Median :3.000 Median :4.350 Median :1.300
Mean :5.843 Mean :3.057 Mean :3.758 Mean :1.199
3rd Qu.:6.400 3rd Qu.:3.300 3rd Qu.:5.100 3rd Qu.:1.800
Max. :7.900 Max. :4.400 Max. :6.900 Max. :2.500

Species
setosa :50
versicolor:50
virginica :50
```

- **ou d'une seule variable**

```
> summary(iris$Petal.Length)
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
1.000 1.600 4.350 3.758 5.100 6.900
```

Diagramme de dispersion

Affichage d'un tableau de données

```
>plot(iris)
```

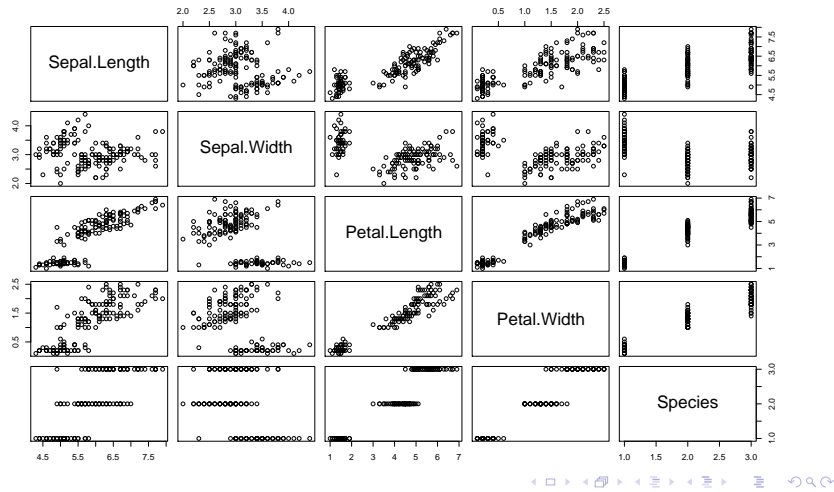


Diagramme de dispersion

Deux variables seulement

```
>plot(iris[c(3,2)])
```

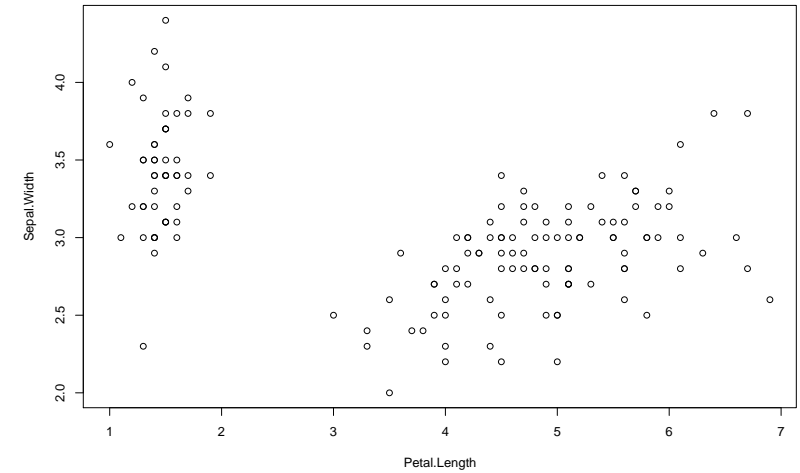
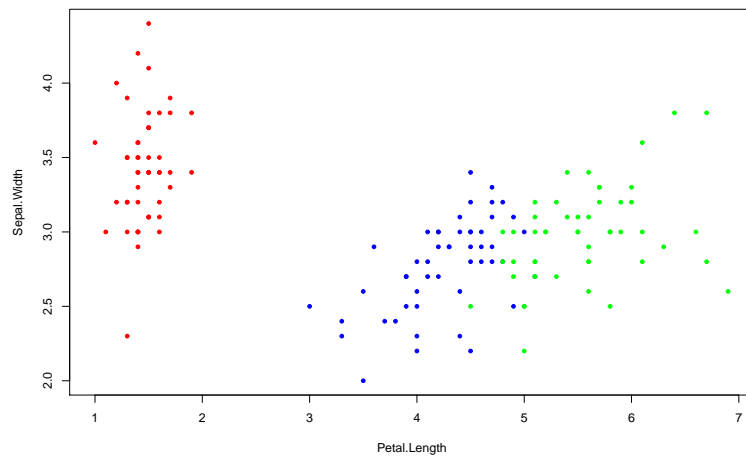


Diagramme de dispersion

Un peu de couleur

```
>plot(iris[c(3,2)],pch=20,  
      col=c("red","blue","green")[unclass(iris$Species)])
```



Indexation

- `x[y]` : contenu de `x` réordonné selon `y`

```
> x=10:15  
> x  
[1] 10 11 12 13 14 15  
> y=c(1,3,2)  
> y  
[1] 1 3 2  
> x[y]  
[1] 10 12 11  
> x[c(4,4)]  
[1] 13 13
```
- `x[-y]` : éléments de `x` dont les indices ne sont pas dans `y`

```
> x[-y]  
[1] 13 14 15
```
- `x[t]` : éléments de `x` pour lesquels `t` est TRUE

```
> x>12  
[1] FALSE FALSE FALSE TRUE TRUE TRUE  
> x[x>12]  
[1] 13 14 15
```

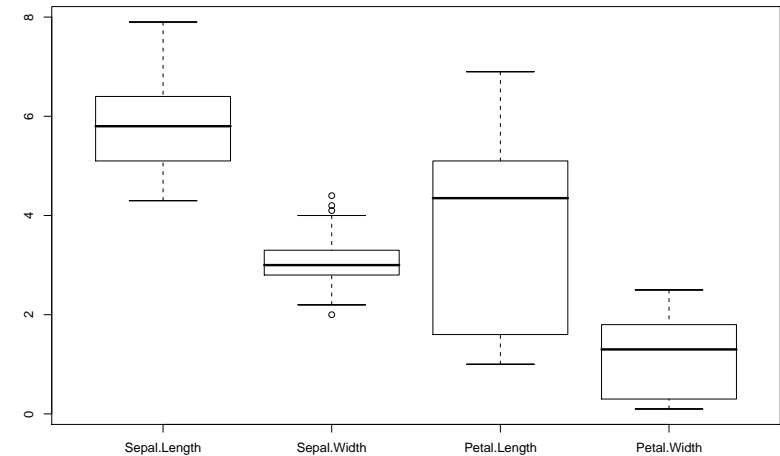
Exercices

- afficher seulement les classes "setosa" et "virginica"
- fusionner les classes "versicolor" et "virginica" dans l'affichage en couleur
- afficher les points dont une coordonnée est à plus d'un écart-type de la moyenne correspondante
- éléments utiles :
 - opérateurs logiques : | ou, & et
 - comparaison à une valeur nominale : x=="setosa" ou x!="setosa"

◀ ▶ 🔍 ↺

Boîte à moustaches

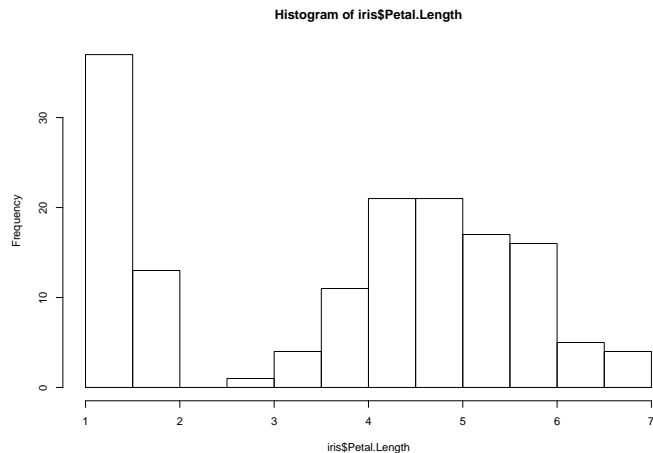
```
>boxplot(iris[1:4])
```



◀ ▶ 🔍 ↺

Histogramme

```
>hist(iris$Petal.Length)
```



◀ ▶ 🔍 ↺

Histogrammes

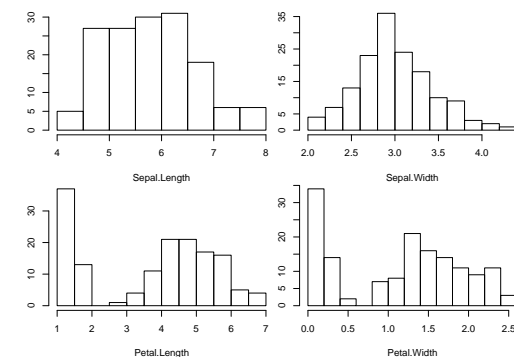
- combinaison de plusieurs graphiques

```
>par(mfrow=c(2,2))
```

deux lignes et deux colonnes

- boucle

```
> for(i in 1:4) { hist(iris[[i]],xlab=names(iris)[i],main="") }
```



◀ ▶ 🔍 ↺

- `data()` : donne la liste des données disponibles
- **exercice** :
 - charger un tableau de données
 - comprendre sa structure et son contenu

- 1 Manipulations élémentaires
 - Vecteurs et tableaux de données
 - Graphisme
- 2 Structures de contrôle
 - Exécution conditionnelle
 - Boucles
 - Fonctions
- 3 Algèbre
 - Vecteurs
 - Matrices

Exécution conditionnelle

- `if`

```
>x=c(1,3)
>if(x[1]<x[2]) print(x[2])
[1] 3
```
- `if else`

```
>x=c(1,3)
>if(x[1]>x[2]) print(x[2]) else print(x[1])
[1] 1
```
- `ifelse`

```
> x=1:4
> x
[1] 1 2 3 4
> y=5:8
> y
[1] 5 6 7 8
> t=c(T,T,F,T)
> t
[1] TRUE TRUE FALSE TRUE
> ifelse(t,x,y)
[1] 1 2 7 4
```

Boucles

`for`

```
> for(i in 1:4) { print(i) }
[1] 1
[1] 2
[1] 3
[1] 4
> for(u in c(3,-2,5)) { print(u) }
[1] 3
[1] -2
[1] 5
> for(species in levels(iris$Species)) {
  print(paste(species,sum(iris$Species==species)))
}
[1] "setosa 50"
[1] "versicolor 50"
[1] "virginica 50"
```

Boucles

- while

```
> i=10
> while(i<15) { print(i) ; i=i+1}
[1] 10
[1] 11
[1] 12
[1] 13
[1] 14
```

- repeat

```
> i=15
> repeat { print(i) ; i=i%%2 ; if (i<=0) break }
[1] 15
[1] 7
[1] 3
[1] 1
```

Exercices

- calculer la somme du contenu d'un tableau par une boucle
- calculer l'élément le plus petit d'un tableau par une boucle
- programmer l'équivalent de `ifelse` grâce à une boucle

Fonctions

- les fonctions sont des objets

```
> f=function(x) { x^2}
> class(f)
[1] "function"
> f(2)
[1] 4
```

- paramètres nommés (pas de type)

```
> g=function(a,b) { a+b }
> g(1,2)
[1] 3
> g(1:2,3:4)
[1] 4 6
```

- le résultat est la dernière valeur calculée

```
> h=function(a) { 2*a ; a-1}
> h(1:2)
[1] 0 1
```

Plan

- 1 Manipulations élémentaires
 - Vecteurs et tableaux de données
 - Graphisme
- 2 Structures de contrôle
 - Exécution conditionnelle
 - Boucles
 - Fonctions
- 3 Algèbre
 - Vecteurs
 - Matrices

Calcul vectoriel

- combinaison linéaire

```
> x=1:3
> y=c(-1,2,4)
> x+0.5*y
[1] 0.5 3.0 5.0
```

- produit scalaire :

```
> z=x%*%y
> z
      [,1]
[1,]    15
> class(z)
[1] "matrix"
> dim(z)
[1] 1 1
>sum(x*y)
[1] 15
```

- norme :

```
> sqrt(sum(x^2))
[1] 3.741657
```

Navigation icons

Matrices

- création

```
> A=matrix(1:6,ncol=2,nrow=3)
> A
      [,1] [,2]
[1,]    1    4
[2,]    2    5
[3,]    3    6
```

le stockage se fait colonne par colonne

- informations

```
> class(A)
[1] "matrix"
> dim(A)
[1] 3 2
```

- accès au contenu

```
> A[,1]
[1] 1 4
> A[,2]
[1] 4
> A[1,]
[1] 1 4
> A[2,]
[1] 4 5 6
```

indexation similaire à celle des tableaux

Navigation icons

Calcul matriciel

- combinaison linéaire

```
> 2*A
      [,1] [,2]
[1,]    2    8
[2,]    4   10
[3,]    6   12
```

- produit

```
> u=c(-1,0.5)
> A%*%u
      [,1]
[1,]  1.0
[2,]  0.5
[3,]  0.0
```

- attention aux opérations « terme à terme »

```
> A*A
      [,1] [,2]
[1,]    1   16
[2,]    4   25
[3,]    9   36
```

Navigation icons

Calcul matriciel

- transposition

```
> t(A)
      [,1] [,2] [,3]
[1,]    1    2    3
[2,]    4    5    6
```

- résolution d'un système

```
> B=A[1:2,1:2]
> B
      [,1] [,2]
[1,]    1    4
[2,]    2    5
> v=solve(B,u)
> v
[1]  2.3333333 -0.8333333
> B%*%v
      [,1]
[1,] -1.0
[2,]  0.5
```

Navigation icons

- `as.matrix(T)` transforme un tableau de données `T` en une matrice
- délicat en raison du type des variables

```
> M=as.matrix(iris)
> dim(M)
[1] 150  5
> class(M)
[1] "matrix"
> M[1,]
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width Species
"5.1"         "3.5"         "1.4"         "0.2"         "setosa"
> class(M[1,])
[1] "character"
```

la conversion est uniforme : ici en texte

- solution possible : bloc par bloc

```
> M=as.matrix(iris[1:4])
> M[1,]
Sepal.Length Sepal.Width Petal.Length Petal.Width
5.1          3.5          1.4          0.2
> class(M[1,])
[1] "numeric"
```

Toujours écrire la solution sous forme d'une ou plusieurs fonctions

- programmer une régression linéaire simple
- programmer l'algorithme du perceptron
- programmer une régression linéaire pour plusieurs variables explicatives en utilisant le fait qu'une solution de

$$X^T X u = X v$$

s'obtient en R par

```
> X.qr=qr(X)
> u=qr.coeff(X.qr,v)
```